

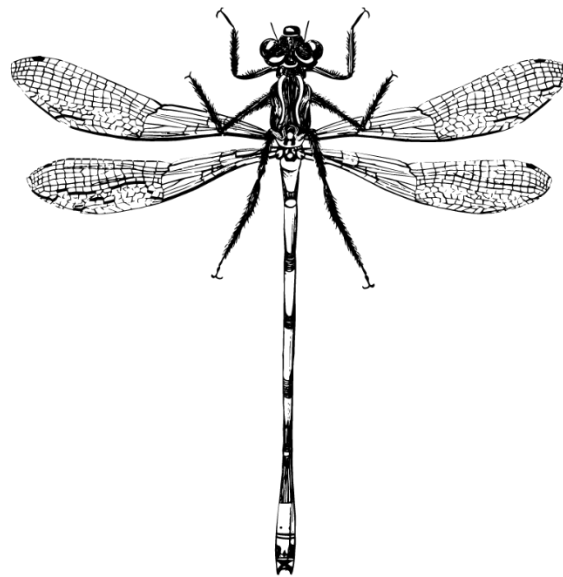


INFORME MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

HUMEDALES RÍO QUEULE

Noviembre 2022

Mg. MARÍA JESÚS SUAZO SILVA



El presente informe da a conocer los resultados de la campaña de muestreo realizado los días 18-19-20 de noviembre del año 2022 en los humedales del río Queule.

Contenido

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS | 2 |
| 2.1.1 Colecta de Macroinvertebrados: Corer..... | 4 |
| 2.1.2 Colecta de macroinvertebrados: red Surber..... | 4 |
| 2.1.3 Colecta de macroinvertebrados: red de mano y Red tipo D..... | 5 |
| 3. RESULTADOS | 5 |
| 3.1.1 Estación Monitoreo Queule 2..... | 7 |
| 3.1.2 Estación Monitoreo Balsa Nigüe..... | 8 |
| 3.1.4. Estación Monitoreo Boroa Sur..... | 16 |
| 3.1.5. Estación Monitoreo Puerto Ramos..... | 17 |
| 3.1.6. Estación Monitoreo Boroa..... | 18 |
| 3.1.7. Estación Monitoreo Boroa Norte..... | 20 |
| 3.1.8. Estación Monitoreo Boldo Alto..... | 22 |
| 3.1.9. Estación Monitoreo Puente Boldo..... | 23 |
| 3.1.10. Estación Monitoreo Laguna Tromén..... | 26 |
| 3.1.11. Estación Monitoreo Laguna Patagua..... | 27 |
| 4. CONCLUSIONES | 31 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA | 32 |

1. INTRODUCCIÓN

Los Macroinvertebrados bentónicos corresponden a invertebrados que habitan sobre el fondo de los sistemas acuáticos durante todo el ciclo o parte de éste (Alba-Tercedor, 2005). Estos organismos del zoobento pueden vivir enterrados en el fango y la arena, adheridos a troncos, rocas y vegetación sumergida (Roldán, 1996). De acuerdo con su tamaño se pueden clasificar en Microinvertebrados, los cuales son individuos de pequeño tamaño ($< 100 \mu\text{m}$), entre los cuales se distinguen los grupos Protozoa, Nemátoda, Rotífera y Artrópoda (Branchiopoda, Ostracoda y Maxillopoda) (Alba-Tercedor, 2005) y los Macroinvertebrados, que corresponden a organismos de mayor tamaño, generalmente visibles al ojo humano ($200\text{-}500 \mu\text{m}$) (Rosemberg & Resh 1993; Oscoz et al., 2011) y de los cuales se identifican grupos como Annelida, Artrópoda (Insecta, Arachnida y Crustacea), Coelenterata, Mollusca, Porífera, Platyhelminthes, Nemátoda y Nematomorpha (Domínguez & Fernández, 2009; Oscoz et al., 2011).

Los Macroinvertebrados juegan un rol importante en los sistemas dulceacuícolas principalmente en todos los procesos ecológicos. En sistemas acuáticos como los humedales los macroinvertebrados participan en el funcionamiento ecológico, favoreciendo los procesos de descomposición de materia orgánica, ciclo de nutrientes y la regulación de las comunidades de plantas acuáticas (Batzler & Boix 2016, Zimmer et al., 2016).

La localización geográfica y elementos preponderantes como el clima pueden regular la estructura comunitaria de macroinvertebrados, por ejemplo, en zonas frías con marcada estacionalidad, donde la composición puede variar acentuadamente entre invierno y verano (Silver et al., 2012). Pero durante la última década, los estudios han demostrada que el cambio de uso de suelo ha sido uno de los principales motores de la pérdida de biodiversidad en sistema acuáticos (Van Diggelen et al., 2005; Park et al., 2006). Dado lo anterior, es importante mantener monitoreos constantes de la presencia o ausencia de organismos, ya que nos ofrecen una respuesta rápida de la salud del ecosistema, tanto en una dimensión espacial como temporal.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende 11 estaciones (Figura 1) en los humedales del río Queule, los cuales se ubican en la comuna de Toltén en la Región de La Araucanía. De acuerdo con el catastro de humedales desarrollado por CONAMA en el año 2008, la comuna de Toltén cuenta con la mayor superficie de humedales, con más de 5.700 há, siendo la cuenca costera del río Queule la que concentra la mayor cantidad de estos espacios naturales (Seremi de Medio Ambiente, 2016). Estudios recientes señalan que la unidad base es la cuenca del río Queule, el cual presente un sistema hidrológico que abarca una superficie de alrededor de 699 km², de los cuales el 89,6 km² son terrenos cubiertos por humedales (Ministerio del Medio Ambiente, 2020). En la tabla 1 se informan las coordenadas de cada punto de monitoreo de la temporada primavera 2022.



Figura 1. Puntos de muestreo para Macroinvertebrados bentónicos red de humedales río Queule, noviembre 2022.

Tabla 1. Coordenadas puntos de monitoreo, noviembre 2022.

| Estación Monitoreo | X | Y |
|--------------------|--------|---------|
| Queule 2 | 653343 | 5637838 |
| Balsa Nigüe | 655480 | 5646259 |
| Puralaco | 658594 | 5648086 |
| Boroa Sur | 664135 | 5649221 |
| Boldo Alto | 680962 | 5655183 |
| Boroa Norte | 662193 | 5655093 |
| Puerto Ramos | 657177 | 5652174 |
| Boroa | 658787 | 5655448 |
| Puente Boldo | 658568 | 5656668 |
| Laguna Tromén | 658550 | 5656785 |
| Laguna Patagua | 655526 | 5657823 |

2.1 Muestreo de Macroinvertebrados

Dependiendo del tipo de hábitats presente en los sistemas acuáticos, se requiere utilizar diferentes metodologías e instrumentos para llevar a cabo la toma de muestra, y así asegurar la representatividad del punto de muestreo. Las redes surber, por ejemplo, son utilizadas en zonas con aguas corrientes y éstas no deberían ser usadas en el estudio de sistema lénticos, a menos que se genere una corriente artificial (Domínguez & Fernández, 2009), para zonas sin corriente y con sustrato limoso-arcilloso o fangoso se requiere utilizar metodologías de extracción como corer, red de pateo (kick net), draga, entre otras.

2.1.1 Colecta de Macroinvertebrados: Corer

Se utilizó un Corer (material de PVC) para obtener una muestra en la estación Queule 2, ya que presentaba un sustrato con características limo-arcillosas (Figura 2). La muestra de sustrato fue cernida in situ para eliminar los excedentes y se capturaron los organismos retenidos en la malla del cernidor (apertura de malla de 500 μ m aproximadamente). Los organismos capturados fueron fijados en etanol al 90% y almacenados en frascos plásticos para su posterior análisis. La identificación se hizo utilizando una lupa estereoscópica, con claves taxonómicas de Domínguez & Fernández (2009), Palma (2013), identificando a nivel de familia, género y/o especie, y en algunos casos a nivel clase o subclase.



Figura 2. Extracción de macroinvertebrados de sustrato limoso arcilloso, sistema léntico, estación Caleta Queule 2, Noviembre 2022.

2.1.2 Colecta de macroinvertebrados: red Surber

La colecta se realizó por medio de una red surber de 30 cm x 30 cm, con una apertura de malla de 500 μm aproximadamente, la cual fue situada en contra de la corriente en el cuerpo de agua por alrededor de 5 minutos (Figura 3). Esta metodología fue utilizada en las estaciones de muestreo Boroa Sur, Boroa Norte y Boldo Alto, ya que son sistemas con características lóaticas. Los organismos capturados fueron fijados en etanol al 90% y almacenados en frascos plásticos para su posterior análisis. La identificación se hizo utilizando una lupa estereoscópica, con claves taxonómicas de Domínguez & Fernández (2009), Palma (2013), identificando a nivel de familia, género y/o especie, y en algunos casos a nivel clase o subclase.

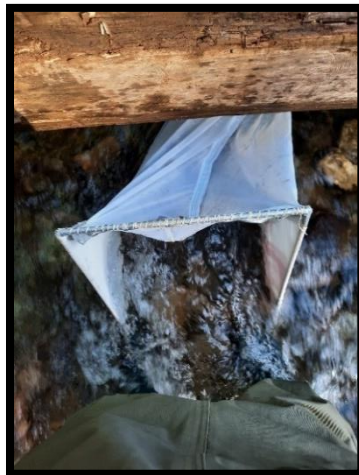


Figura 3. Extracción de macroinvertebrados de sustrato arenoso-sistema lóatico, estación Boroa Norte, noviembre 2022.

2.1.3 Colecta de macroinvertebrados: red de mano y Red tipo D

Se utilizó una red de mano en los sitios de muestreo donde se encontraba vegetación sumergida y flotante, moviendo la red por el espejo de agua y alrededor de la vegetación, para la captura de organismos que estuvieran suspendidos en el momento de la toma de muestra o agarrados de la vegetación, la metodología fue realizada desde una embarcación en zonas con sustrato muy blando. Los organismos capturados fueron fijados en etanol al 90% y almacenados en frascos plásticos para su posterior análisis. Para la identificación se utilizó una lupa estereoscópica, con claves taxonómicas de Domínguez & Fernández (2009), Palma (2013), identificando a nivel de familia, género y/o especie, y en algunos casos a nivel clase o subclase.



Figura 4. Extracción de macroinvertebrados desde vegetación, estación Balsa Nigüe, noviembre 2022.

2.2 Variables físico-químicas básicas.

Se midieron variables físico-químicos, mediante una sonda multiparámetro marca Hanna HI98194 en cada punto de monitoreo, registrando los datos en una planilla para su posterior análisis.

3. RESULTADOS

3.1 Muestreo Macroinvertebrados

Se identificaron un total de 222 individuos en las 11 estaciones de monitoreo, las cuales se distribuyeron en 4 phylum, 6 clases, 12 órdenes y 26 familias (Tabla 2). Los phylum identificados corresponden a Artrópoda, Annelida, Mollusca y Platyhelminthes. La identificación de los individuos se realizó mediante la captura y fijación de muestra (en los casos donde no se pudo

identificar en terreno), en cuanto a la fauna acuática acompañante(*) e individuos identificados *in situ* fueron devueltos a su hábitat con el propósito de impactar lo menos posible los sitios muestreados.

Tabla 2. Listado de individuos colectados en el muestreo humedales río Queule, noviembre 2022.

| Filo | Clase | Subclase | Orden/Superorden | Familia | Género |
|-----------------|----------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| Arthropoda | Insecta | Pterygota | Plecóptera | Gripopterygidae | |
| | | | | Diamphipnoidae | |
| | | | Ephemeroptera | Ameletopsidae | |
| | | | | Baetidae | |
| | | | | Oniscigastridae | <i>Siphonella</i> |
| | | | | Leptoplhebiidae | |
| | | | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Smicridea</i> |
| | | | | Hydroptilidae | <i>Oxyethira</i> |
| | | | | Leptoceridae | |
| | | | Coleóptera | Psephenidae | |
| | | | Díptera | Simuliidae | |
| | | | | Ceratopogonidae | |
| | | | | Simuliidae | |
| | | | | Chironomidae | |
| | | | Hemíptera | Corixidae | <i>Sigara</i> |
| | Belostomatidae | <i>Belostoma</i> | | | |
| | Odonato | Aeshnidae | | | |
| | | Calopterygidae | | | |
| | Malacostraca | Eumalacostraca | Decápoda | Aeglidae | <i>Aegla</i> |
| | | | | *Parastacidae | |
| *Varunidae | | | | <i>Hemigrapsus</i> | |
| Isópoda | | | Janiridae | <i>Heterias</i> | |
| Amphipoda | | | Hyalaelidae | <i>Hyalella</i> | |
| Mollusca | Gasterópoda | Heterobanchia | Hygrophila | Chiliniidae | <i>Chilina</i> |
| | | | Stylommatophora | *Bothriembryontidae | <i>Plectostylus</i> |
| Platyhelminthes | Rabbitophora | - | Tricladida | Dugesiidae | |
| Annelida | Polychaeta | - | - | | |
| | Clitellata | Hirudínea | - | | |

** Identificación del Curador del Museo Nacional de Historia Natural, Jorge Pérez Schultheiss

3.1.1 Estación Monitoreo Queule 2

En la estación Queule 2 (Figura 5) se registraron 10 individuos colectados todos pertenecientes al phylum Annelida, clase Polychaeta (Figura 6). Además, se registraron crustáceos de mayor tamaño como *Hemigrapsus crenulatus* (Huillancha), (Figura 7).



Figura 5. Estación de monitoreo Caleta Queule 2, noviembre 2022.

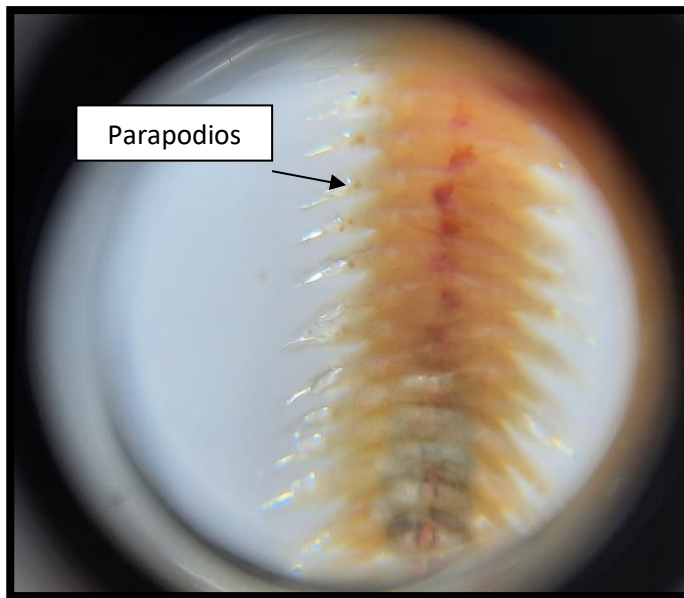


Figura 6. Individuo de la clase Polychaeta, presente en la estación Queule 2, noviembre 2022.



Figura 7. Individuo de *Hemigrapsus crenulatus*, presente en la estación Queule 2, noviembre 2022.

Los poliquetos se caracterizan por poseer en cada segmento un par de parapodios, portando numerosas quetas, estos parapodios los utilizan principalmente para locomoción. Se ha observado frecuentemente que los poliquetos de las familias Capitellidae, Spionidae y Cirratulidae están presentes en sectores con distintos grados de contaminación orgánica producto de las descargas domésticas (Méndez, 2002).

La estación presento baja diversidad y abundancia de organismos, encontrándose solo la clase Polychaeta, los resultados se deben posiblemente a las características del hábitat, con bastante perturbación antrópica, intrusión salina e ingreso de animales domésticos al sector.

3.1.2 Estación Monitoreo Balsa Nigüe

En la estación Balsa-Nigüe (Figura 8) se registraron 5 organismos colectados, 3 decápodos del género *Aegla* (Figura 9), un Gastrópodo del género *Chilina* (Figura 11) y una ninfa de Ephemeroptera de la familia Leptophlebiidae (Figura 10). Las *Aegla sp.* y *Chilina sp.*, fueron identificadas y devuelta al sistema acuático.



Figura 8. Estación de monitoreo Balsa-Nigüe, noviembre 2022.

El género *Aegla* (Orden Decápoda, Familia Aeglidae), habitan lagos y ríos con baja contaminación (Encina et al., 2017; Vega et al., 2017), principalmente en aguas muy oxigenadas. Este género puede depredar en moluscos bentónicos en lagos (Encina et al., 2017; Vega et al., 2017), además son una presa importante para los peces bentónicos nativos e introducidos.



Figura 9. Individuo del género *Aegla* presente en la estación Balsa-Nigüe, noviembre 2022.



Figura 10. Individuo de la familia Leptophlebiidae presente en la estación Balsa-Nigüe, noviembre 2022.

Leptophlebiidae (Figura 10) es una de las familias más diversa de América del Sur y más conocidas, las ninfas son muy comunes en todos los ríos y arroyos, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 4500 msnm (Domínguez & Fernández, 2007). Son consideradas detritívoras o recolectores-filtradores, debido a su aparato bucal generalizado.

La estación Balsa-Nigüe presenta una perturbación constante en sus aguas, ya que la balsa cruza varias veces al día de un extremo a otro. La presencia de organismos como las *Chilinas* sp, está más bien relacionada a las características del hábitat presente en la estación, ya que estos géneros de caracoles viven adheridas a rocas, plantas acuáticas o fondos limosos, características presentes en la estación de monitoreo.



Figura 11. Individuo del género *Chilina* presente en la estación Balsa-Nigüe, noviembre 2022.

3.1.3 Estación Monitoreo Puralaco

En la campaña de monitoreo correspondiente a la presente temporada (noviembre 2022) se agregó una nueva estación la cual denominamos Puralaco (Figura 12), en las cercanías a la escuela del mismo nombre. Este cuerpo de agua corresponde a un estero.



Figura 12. Estación de monitoreo Puralaco, noviembre 2022.

Se identificaron 46 individuos, siendo la estación con mayor abundancia y diversidad registrada en la temporada. La totalidad de individuos pertenecen a la clase Insecta, divididas en el orden Plecóptera con una ninfa de la familia Gripopterygidae (Figura 13), orden Ephemeroptera con 10 ninfas de la familia Baetidae (Figura 14) una ninfa de la familia Ameletopsidae (Figura 15) y 25 ninfas de la familia Leptophlebiidae (Figura 16), orden Coleóptera con siete larvas de la familia Psephenidae (Figura 17) y el orden Díptera con una larva de Simuliidae y una larva de Ceratopogonidae.



Figura 13. Individuo de la familia Gripopterygidae presente en la estación Puralaco, noviembre 2022.

El orden Plecóptera es un grupo relativamente pequeño con alrededor de 3.000 especies descritas en el mundo, en 16 familias y 286 géneros. Las familias Gripopterygidae y Perlidae son las familias con distribución más amplia (CIEP,2013). Las ninfas de plecópteras presentan un cuerpo alargado, deprimido y con un aparato bucal bien desarrollado. Las patas terminan en dos uñas tarsales, el abdomen es alargado y cilíndrico con 10 segmentos y vestigios del 11 y 12 formando paraproctos, epiprocto y un par de cercos característicos del grupo. Las ninfas de Gripopterygidae son principalmente detritívoras, tienen un tamaño medio a pequeño, con un ramillete de traqueo-branquias filiformes insertas en el borde posterior del décimo tergito y el ano (excepto el género *Notoperla*) (CIEP,2013).

El orden de las efímeras es un grupo de insectos exclusivamente acuáticos, presentan una característica única entre los insectos, ya que poseen un estadio terrestre volador (subimago) previo al adulto maduro sexualmente. Las ninfas de este orden son generalmente raspadoras o recolectoras, alimentándose de algas y detritus (Flowers & de la Rosa, 2010).



Figura 14. Individuo de la familia Baetidae presente en la estación Puralaco, noviembre 2022.

Los Baetidae (Figura 14) presentes en este orden (Ephemeroptera) son insectos de pequeño a mediano tamaño y las ninfas tienen cuerpos modificados para nadar o arrastrarse. Las ninfas de esta familia son reconocidas fácilmente por sus branquias como láminas y cuerpos alargados. Las ninfas de Baetidae son abundantes en la mayoría de las quebradas y ríos no contaminados. Algunas especies del género *Baetodes* y *Camelobaetidius* están dentro de los efímeros que pueden tolerar cierto grado de contaminación y alteración de su hábitat, llegando a ser muy abundantes localmente (Flowers & de la Rosa, 2010), *Baetodes* no se encuentra en registros de Ephemeropteros para Chile y *Camelobaetidiu* con registro solo en la región del Ñuble (Román de la Fuente, 2022).

Las ninfas de Ameletopsidae (Figura 15) presentan palpos maxilares y labiales multisegmentados y filiformes, mandíbulas y maxilas modificadas para preñar. El género *Chiloporter*, presenta una porción ventral de las branquias abdominales con los márgenes con flecos, porción dorsal circular, pigmentadas, mayor hacia atrás, cubriendo el tergo, habita en ríos bien fríos y oxigenados (Rodríguez et al., 1992). El Género *Chiloporter* se distribuye en Chile y Argentina, en nuestro país se distribuye en la región del Maule, del Ñuble, de la Araucanía, de los Lagos y de Aysén del General Carlos Ibáñez del campo (Román de La Fuente, 2022).



Figura 15. Individuo de la familia Ameletopsidae presente en la estación Puralaco, noviembre 2022.



Figura 16. Individuo de la familia Leptophlebiidae presente en la estación Puralaco, noviembre 2022.

El orden Coleoptera es el grupo con mayor abundancia a nivel mundial de organismos incluyendo más de 350.000 especies en aproximadamente 170 familias que se distribuyen en cuatro subórdenes (Lawrence & Newton, 1995; Beutel & Leschen, 2005). Las larvas de coleópteros pueden encontrarse en aguas continentales, con excepción de ciertos ambientes como zonas profundas en lagos o aguas muy contaminadas (Domínguez & Fernández, 2007). La riqueza de coleópteros acuáticos habita principalmente ambientes lénticos, entre la vegetación litoral, pero hay familias que habitan casi exclusivamente ambientes lóticos y viven asociados a aguas oxigenadas, como las familias Psephenidae y Elmidae (Domínguez & Fernández, 2007).

Las larvas de la familia Psephenidae (Figura 17) son importantes como indicadores de calidad de agua y de estabilidad ambiental. Presentan el cuerpo ovalado a circular y son muy chatas. Respiran

por medio de branquias traqueales. Se alimentan de algas que viven adheridas al substrato (Domínguez & Fernández, 2007).



Figura 17. Individuo de la familia Psephenidae presente en la estación Puralaco, noviembre 2022.

El orden Díptera es un grupo de insectos holometábolos (metamorfosis completa) que se caracterizan por presentar colores poco vistosos y por la presencia de un solo par de alas membranosas (Domínguez & Fernández, 2009). Están presentes en una variedad de hábitats acuáticos muy superior a los de cualquier orden de insecto (Wirth & Stone, 1968), los cuales son habitados por estados preimaginales. La familia Simuliidae en sus estados de larva y pupa son considerados benéficos en la trama trófica de los ecosistemas acuáticos y se caracterizan por su intolerancia a la contaminación. Se encuentran en lugares con flujo de agua continua y rápida, libres de alga y fango o bien en sustratos pedregosos libres de substrato para permitir la fijación (CIEP, 2013). La familia Cerapotonidae viven asociados a aguas calmas. Los más abundantes de encontrar se caracterizan por su cuerpo elongado, con segmentos semejantes entre sí. Pueden parecerse a los quironómidos, con la diferencia de que la mayoría no tienen propatas. Los adultos son picadores y chupadores de sangre, de pequeño tamaño (Palma, 2013).

De acuerdo con lo registrado en la estación Puralaco, se puede concluir que la calidad de agua se podría categorizar como buena a excelente, ya que la gran mayoría de los organismos encontrados son buenos indicadores de calidad de agua, la estación presenta las características para que estos organismos sobrevivan con buenas concentraciones de oxígeno y bajas concentraciones de contaminación orgánica.

3.1.4. Estación Monitoreo Boroa Sur

En la estación Boroa Sur (Figura 18) se colectaron 18 individuos, 12 representantes de la familia Leptophlebiidae (Orden Ephemeroptera), 3 individuos de la familia Oniscigastridae (Género *Siphonella*) (Orden Ephemeroptera). Además, se identificaron in situ ejemplares de camarones de río en estado adulto y juvenil (Figura 19), y *Aegla sp.*, los cuales fueron liberados con posterioridad.



Figura 18. Estación de monitoreo Boroa Sur, noviembre 2022.

Las ninfas de la familia Oniscigastridae habitan en ríos de aguas más lentas y en cuerpos de agua permanente, se alimentan de detritus. Su primer par de branquias forman unos opérculos ovales que cubren las branquias siguientes, lo que las caracteriza (Palma, 2013).



Figura 19. Individuo de la familia Parastacidae en estado juvenil presente en la estación Boroa Sur, noviembre 2022.

Las características de la estación Boroa sur son asociadas a sistemas lóticos, esto quiere decir a aguas corrientes, la diversidad encontrada nos indica que, si bien existen algunas perturbaciones en la zona, como infraestructura, matriz vegetacional exótica y animales de granja, estos no aun perturbado del todo el ecosistema.

Tanto el registro de las familias Leptophlebiidae, Oniscigastridae y Aeglidae nos indican que las aguas aun conservan una buena calidad para la sobrevivencia de estos organismos. La presencia de individuos de la familia Parastacidae se debe a las características propia del hábitat, y no necesariamente se pueden utilizar como un indicador de media o mala calidad del agua.

3.1.5. Estación Monitoreo Puerto Ramos

En la estación Puerto Ramos el muestreo (Figura 20) se registraron 8 individuos colectados, 3 del orden Amphípoda, familia Hyalellidae, especie *Hyalella chiloensis*, individuos pertenecientes a la familia Parastacidae, posiblemente *Parastacus nicoleti*, ya que este fue identificado en la campaña de monitoreo de otoño y un Ephemeroptera de la familia Oniscigastridae.



Figura 20. Estación de monitoreo Puerto Ramos, noviembre 2022.

La estación Puerto Ramos presenta características de tipo lénticas, con aguas estancadas y sustrato fangoso, los organismos registrados en esta estación presentan características morfológicas que les permiten vivir en estos tipos de hábitat, de bajas concentraciones de oxígeno y sustratos fangosos con poca o nula corriente. La presencia de individuos de la familia Parastacidae se debe a las características propia del hábitat, y no necesariamente se pueden utilizar como un indicador de media o mala calidad del agua.

3.1.6. Estación Monitoreo Boroa

El monitoreo en la estación Boroa (Figura 21) se identificó en terreno un individuo del género *Plectostylus* (Gastrópodo) (Figura 22). Además de 2 ninfas de odonatos pertenecientes a la familia Aeshnidae y Calopterygidae . Las ninfas pertenecientes a la familia Aeshnidae son consideradas depredadoras, viven en las raíces, rocas y piedras donde encontramos aguas moderadamente turbulentas, son de tamaño grande, se caracterizan por poseer antenas completamente delgadas, terminadas en punto y sin setas (Palma, 2003). Las ninfas de la familia Calopterygidae son consideradas depredadoras y viven en ambientes similares a las ninfas de Aeshnidae, se caracterizan por el segmento uno de la antena que es mucho más largo que el resto de los segmentos combinados.



Figura 21. Estación de monitoreo Boroa, noviembre 2022.



Figura 22. Individuo del género *Plectostylus* presente en la estación Boroa Sur, noviembre 2022.

El monitoreo de esta estación se realizó en embarcación, para incluir zonas de vegetación acuática y flotante, ambas familias del orden Odonata, se encontraron agarradas a la vegetación. De acuerdo con lo registrado no se puede establecer la calidad del agua, ya que debemos obtener mayores abundancias y diversidades más altas.

3.1.7. Estación Monitoreo Boroa Norte

En la estación Boroa Norte (Figura 23) se registraron 37 individuos, segunda estación con mayor abundancia y diversidad luego de la estación Puralaco. Se identificó una ninfa de la familia Gripopterygidae, 2 ninfas de la familia Baetidae y 7 ninfas de la familia Diamphipnoidae (Figura 24), todas del orden Plecóptera. Del orden Ephemeroptera se identificaron 19 ninfas de la familia Leptophlebiidae, 2 larvas (Figura 25) y una pupa de la familia Hydropsychidae y un ejemplar de la familia Leptoceridae, orden Trichoptera. Del orden Coleóptera se registró una larva de la familia Psephenidae y del orden Díptera una larva de Ceratopogonidae. Además, se registraron dos gusanos planos (Planarias) pertenecientes al phylum Platyhelminthes.

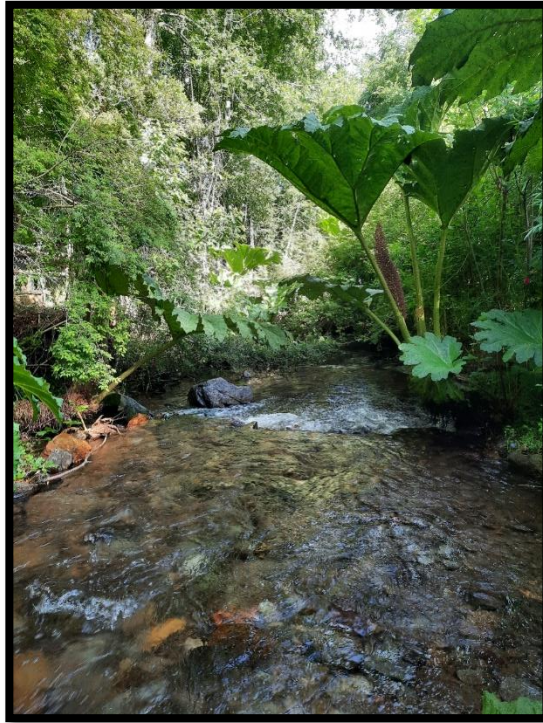


Figura 23. Estación de monitoreo Boroa Norte, noviembre 2022.

Las ninfas de la familia Diamphopnoidae (Figura 24) presentan cuatro pares de traqueobranquias en forma de rama, ubicadas en la región pleural de los cuatros primeros segmentos abdominales, cuerpo robusto, con patas anchas y aplanadas, antenas y cercos largos. Son fragmentadoras, viven en ambientes con excelente calidad de agua, pequeños arroyos, riachuelos de montaña, donde el porcentaje de oxígeno disuelto en el agua es alto (Palma, 2013).



Figura 24. Individuo de la familia Diaphipnoidae presente en la estación Borao Norte, noviembre 2022.

Las larvas del orden Trichoptera son acuáticas y viven en refugios fijos o transportables elaborados con seda. Es uno de los órdenes más importantes en las cadenas alimentarias de arroyos, desoves, larvas y adultos ya que son parte de la dieta de peces de agua dulce. Son potenciales indicadores de contaminación, distintas especies toleran diferencialmente cambios de concentración de sustancias de desecho (Domínguez & Fernández, 2007). La familia Hydropsychidae (Figura 25), presentan larvas recolectoras y/o filtradoras, pueden vivir en casi cualquier ambiente, aunque mayoritariamente se les puede encontrar en aguas de poca o moderada corriente. El tamaño de las larvas es mediano a grande, tiene los tres segmentos torácicos esclerotizados, branquias abdominales y torácicas, cuerpo frecuentemente en forma de “C” (Palma, 2013).



Figura 25. Individuo de la familia Hidropsychidae (*Smicridea sp.*) presente en la estación Borao Norte, noviembre 2022.

Las larva de la familia Leptoceridae viven en general en sectores de bajas velocidad de la corriente, son de mediano tamaño, con antenas evidentes, al menos 6 veces más largas que anchas. El segundo segmento torácico tiene una placa, sus patas posteriores son largas y en el abdomen presenta branquias simples, construyen casas con cónicas con materiales diversos (Palma, 2013).

Los organismos registrados en la estación Boroa Norte, nos aproximan a indicar que existe una buena calidad de agua, ya que algunas familias identificadas son consideradas intolerantes a la contaminación (Diamphipnoidae, Gripopterygidae y Leptophlebiidae), estas familias necesitan de aguas corrientes y bien oxigenadas, características presentes en la estación monitoreada.

3.1.8. Estación Monitoreo Boldo Alto

En la estación de monitoreo Boldo Alto (Figura 26) se registraron 18 individuos, divididos en 12 ninfas de la familia Leptophlebiidae, orden Ephemeroptera, un ejemplar de *Chilina sp.*, (Gastrópodo), 3 individuos de *Aegla sp.*, representantes de la familia Parastacidae y 2 ninfas de la familia Aeshnidae (orden Odonata).



Figura 26. Estación de monitoreo Boroa Alto, noviembre 2022.

La estación de monitoreo Boroa Alto, presentó una variedad de microhábitats, teniendo características lénticas en la cercanía de las orillas y agua corriente más hacia la profundidad. Esta diversidad de hábitat nos permitió encontrar diferentes familias, con características morfológicas propias para su sobrevivencia. Las familias Leptophlebiidae, Aeshnidae y Aeglidae nos indican una buena calidad de agua, ya que los representantes de estos grupos necesitan buena oxigenación del agua, el género *Chilina* y la familia Parastacidae, las podemos encontrar en zonas con menor oxigenación, el primero adosado a rocas y troncos, y el segundo enterrado en el fango.

3.1.9. Estación Monitoreo Puente Boldo

En la estación de monitoreo Puente Boldo (Figura 27) se registraron 29 individuos, una ninfa del orden Ephemeroptera, familia Oniscigastridae, 2 larvas y una pupa de la familia Hydroptilidae (orden Trichoptera) (Figura 28), una *Chilina sp.*, 22 Isópodos del género *Heterias*, familia Janiridae (Figura 29), un Amphípodo y una Hirudínea, clase Clitellata.

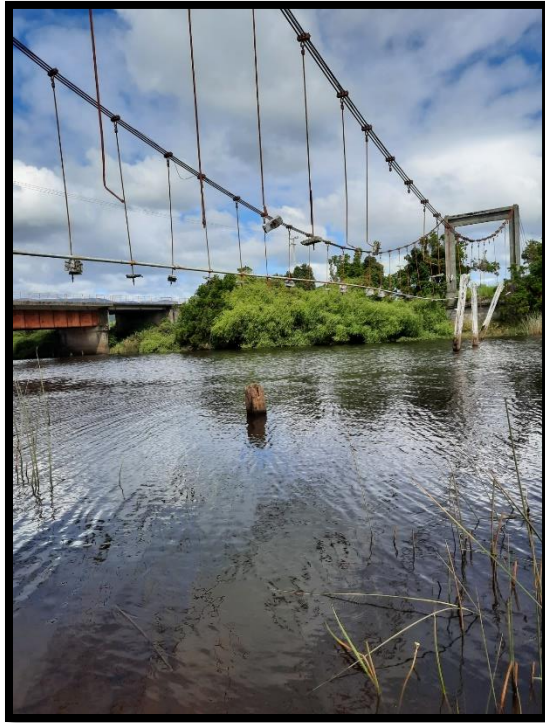


Figura 27. Estación de monitoreo Puente Boldo, noviembre 2022.

Las larvas de la familia Hydroptilidae (Figura 28) son ramoneadores, se encuentran en casi cualquier ambiente, aunque mayormente asociados a vegetación, son larvas muy pequeñas, los tres segmentos torácicos presentan placas bien desarrolladas, no presentan branquias.



Figura 28. Individuo de la familia Hydroptilidae (*Oxyethira* sp.) presente en la estación puente Boldo, noviembre 2022.

La familia Janiriidae (Figura 29), comúnmente llamado chanchito de río es un isópodo recolector que habitan debajo de las rocas, entre raíces y palos sumergidos (Palma, 2013).



Figura 29. Individuo de la familia Janiriidae presente en la estación puente Boldo, noviembre 2022.

La subclase Hirudínea son un tipo de sanguijuelas parásitas o depredadoras, que presentan alta tolerancia a la contaminación, pueden vivir en aguas tranquilas y estancadas, también se pueden encontrar en aguas corrientes, tienen un cuerpo aplastado menor a cinco centímetros. Poseen una ventosa en forma de disco en uno de sus extremos, pudiendo tener dos (uno en cada extremo) (Palma, 2013).

La estación puente Boldo presenta características lóxicas con perturbaciones antrópicas asociadas a infraestructura, extracción de agua e ingreso de animales domésticos. Pese a lo anterior podemos encontrar familias más intolerantes a la contaminación como Hydroptilidae, Janiriidae y Oniscigastridae.

3.1.10. Estación Monitoreo Laguna Tromén

En la estación de monitoreo Laguna Tromén (Figura 30), se identificaron 40 individuos, 25 larvas de la familia Chironomidae (orden Díptera), un isópodo de la familia Janiriidae, 11 amphípodos, 3 hemípteros de la familia Corixidae, género *Sigara* (Figura 31) y adultos del género *Belostoma*, familia Belostomatidae.



Figura 30. Estación de monitoreo Laguna Tromén, noviembre 2022.

Las larvas de la familia Chironomidae viven en todo tipo de ambientes, incluyendo grandes y pequeños cuerpos de agua. Su tamaño es pequeño a grande, se caracterizan por su cuerpo

segmentado con una cabeza bien visible y dos propatas delanteras. Algunos tienen un color rojo (que se puede perder al ser preservados) provenientes de la hemoglobina que le permite a la larva una mayor capacidad de captar oxígeno en ambiente donde su concentración es muy baja (Palma, 2013).

Los hemípteros de la familia Corixidae (género *Sigara*) (Figura 31) se les encuentra nadando en la columna de agua y viven en casi cualquier ambiente, aunque mayormente se les encuentra en aguas de poca corriente. Las patas delanteras son cortas y tienen setas que parecen un cepillo (Palma, 2013).



Figura 31. Individuo de la familia Corixidae (*Sigara* sp.) presente en la estación Laguna Tromén, noviembre 2022.

Los individuos registrados en esta estación son capaces de sobrevivir en diferentes hábitats y con diferentes condiciones físico-químicas, la morfología de cada individuo les permite habitar zonas con menores concentraciones de oxígeno disuelto, aguas estancadas y con mayor concentración de materia orgánica.

3.1.11. Estación Monitoreo Laguna Patagua

En la estación de monitoreo Laguna Patagua (Figura 32) se registraron 4 individuos colectados, pertenecientes al género *Chilina*, al orden Amphipoda, a la subclase Hirudínea y a la familia

Aeshnidae (orden Odonata). En el momento de la toma de la muestra se pudo observar huellas de animales a la orilla de la laguna (perro y caballo) y restos de materia fecal de origen animal.



Figura 32. Estación de muestreo Laguna Patagua, noviembre 2022.

Al igual que la estación anterior, la Laguna Patagua presenta características de sistema léntico (con aguas estancadas) y sujeta a precipitaciones de la zona, lo que varía la altura de la columna, que podría influenciar la presencia y/o ausencia de organismos. Se registraron individuos más tolerantes a las perturbaciones y contaminación orgánica, que pueden sobrevivir en diferentes hábitats.

3.2 Análisis comparativo por temporada de monitoreo

En la tabla 3 se muestra la similitud entre temporadas de muestreo, en la temporada de primavera (noviembre 2021), se registraron 11 familias y una subclase (Hirudínea), un número menor se registró en la temporada de otoño (mayo 2022) con un total de 7 familias, dos subclase (Hirudínea y Oligochaeta) y un clase (Polychaeta). En la temporada primavera 2022 (noviembre 2022) se registraron 22 familias, una clase (Polychaeta) y una subclase (Hirudínea), un número considerablemente mayor a los registrados en las dos temporadas anteriores. Esto se debe principalmente a la temporada en la cual se realizó el monitoreo como también a la diversidad de metodologías utilizadas para la colecta de macroinvertebrados bentónicos desde los humedales. Los muestreos realizados en primavera o verano en general presentan mayor registro de biodiversidad y abundancia de organismos, en áreas tropicales y subtropicales se pueden coleccionar adultos y larvas lo largo de todo el año, pero en áreas templadas, la mayoría de las

especies se las encuentra solo desde la primavera hasta el otoño, y las larvas casi siempre a comienzos del verano (Domínguez & Fernández, 2009).

Tabla 3. Listado de individuos colectados en el muestreo humedales río Queule, primavera 2021, otoño 2022 y primavera 2022.

| Clase | Suclase | Familia | Muestreo Primavera 2021 | Muestreo Otoño 2022 | Muestreo Primavera 2022 |
|---------------|----------------|--------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| Insecta | Pterygota | Gripopterygidae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Baetidae | | X | X |
| Insecta | Pterygota | Diamphipnoidae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Amelotopsidae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Oniscigastridae | X | | X |
| Insecta | Pterygota | Leptophlebiidae | X | | X |
| Insecta | Pterygota | Hydropsychidae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Hydroptilidae | X | | X |
| Insecta | Pterygota | Leptoceridae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Pheseniidae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Simuliidae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Ceratopogonidae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Simuliidae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Chironomidae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Corixidae | X | | X |
| Insecta | Pterygota | Belostomidae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Aeshnidae | | | X |
| Insecta | Pterygota | Calopterygidae | X | | X |
| Insecta | Pterygota | Tipulidae | | X | |
| Gastropoda | Heterobanchia | Chilinidae | X | X | X |
| Gastropoda | Heterobanchia | Bothriembryontidae | | | X |
| Malacostraca | Eumalacostraca | Aeglidae | X | X | X |
| Malacostraca | Eumalacostraca | Parastacidae | X | X | X |
| Malacostraca | Eumalacostraca | Janiriidae | X | X | X |
| Rhabditophora | | Dugesiidae | | | X |
| Clitellata | Hirudínea | | X | X | X |
| Polychaeta | | | | X | X |
| Malacostraca | Eumalacostraca | Hyalellidae | X | X | X |
| Malacostraca | Eumalacostraca | Corophiidae (*) | X | X | |
| Clitellata | Oligochaeta | | X | X | |

3.3 Variables físico-químicos básicos

De acuerdo con lo registrado en terreno (Tabla 4) se obtuvieron datos para siete parámetros físico-químicos, los cuales fueron temperatura (C°), pH, conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), TDS (sólidos

totales disueltos) (ppm), % de oxígeno y oxígeno disuelto (ppm). Al comparar estos datos con los rangos establecidos para calidad de agua para diferentes usos según la normativa chilena (NCh 1333), indica que, para las 11 estaciones, las variables de pH, oxígeno disuelto, temperatura y conductividad eléctrica, los valores estuvieron dentro de los rangos establecidos para el cumplimiento, con algunas excepciones que son detalladas a continuación; el oxígeno disuelto en las estaciones Queule 2, Balsa Nigüe, Puralaco y Puerto Ramos, los valores estuvieron bajo lo requerido por la norma chilena NCh 1333 (> 5 mg/L, para la sobrevivencia de la vida acuática). Los sólidos disueltos totales tuvieron un comportamiento esperado para aguas continentales. Cabe mencionar que en la estación Caleta Queule existe una descarga de aguas residuales, lo que explica el valor más alto registrado de sólidos disueltos totales, en comparación con las otras estaciones. Se pudo evidenciar además que había restos de compuestos orgánicos, probablemente de materia fecal y residuos de sustancias espumosas.

Tabla 4. Variables físico-químicos de los humedales del río Queule, noviembre 2022.

| Estación | T (°C) | pH | CE (μS/cm) | TDS (ppm) | % Oxígeno | OD (ppm) |
|-----------------------|--------|------|------------|-----------|-----------|----------|
| Queule 2 | 19,20 | 7,44 | 10.980 | 5495 | 4,2 | 0,38 |
| Balsa Nigüe | 18,15 | 7,93 | 44 | 22 | 6,5 | 0,61 |
| Puralaco | 13,57 | 7,60 | 50 | 25 | 21 | 2,19 |
| Laguna Patagua | 22,39 | 7,49 | 76 | 38 | 29,5 | 2,57 |
| Boroa Norte | 10,87 | 7,37 | 30 | 15 | 40,6 | 4,47 |
| Puerto Ramos | 18,55 | 7,36 | 39 | 19 | 39,2 | 3,68 |
| Boroa Sur | 14,11 | 7,60 | 32 | 15 | 54,3 | 13,48 |
| Boldo | 18,15 | 7,34 | 3 | 36 | 52,4 | 12,47 |
| Laguna Tromén | 21,84 | 7,40 | 148 | 74 | 56,55 | 5,36 |
| Boroa | 18,29 | 7,51 | 44,50 | 24 | 89,3 | 9,71 |
| Boldo Alto | 12,26 | 7,47 | 23 | 11 | 72,6 | 7,80 |

Diferentes autores resaltan que los factores físicoquímicos del medio acuático, como pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura, son determinantes en la distribución de invertebrados acuáticos, y son además, los parámetros a los que los organismos son más sensibles (Quinn & Hickey, 1990, Roldán, 1996, Toro et al., 2002, Domínguez & Fernández, 2009, Meza et al., 2012). El aumento de las temperaturas de un cuerpo de agua, puede alterar la concentración de oxígeno disuelto en la columna, lo que trae consigo un cambio en la composición de organismos que pertenecen a la comunidad, por ejemplo macroinvertebrados pocos tolerantes a bajas de

concentraciones de oxígeno no serán registrados, pero si familias que puedan soportar estas condiciones.

Por lo tanto, cuando se realizan monitoreos de invertebrados siempre es aconsejable medir los parámetros básicos como temperatura y oxígeno disuelto ya que estas variables influyen en la mayoría de los procesos vitales de los organismos, así como en variados factores abióticos del ecosistema (Betancourt et al., 2009). Estas variables físico-químicas juegan un importante papel en la intensidad de los procesos fotosintéticos, remineralización de la materia orgánica y liberación de nutrientes y metales desde los sedimentos (Bostrom et al., 1988; Harris, 1999).

4. CONCLUSIONES

1. Se registraron un total de 222 individuos en los 11 puntos de monitoreo, los cuales se distribuyeron en 4 phylum.
2. El punto de monitoreo Puralaco fue el que registró la mayor abundancia de individuos colectados, siendo la clase Insecta la más abundante y diversa.
3. Las estaciones de monitoreos Queule 2, Balsa Nigüe, Puralaco, Laguna Patagua, Boroa Norte, presentaron bajas concentraciones de oxígeno disuelto, por debajo de los 5 mg/l. Queule 2, Balsa Nigüe, Laguna Patagua presentan características asociadas a bajas concentraciones de oxígeno, aguas sin corriente, sustrato fangoso y perturbaciones antrópicas. Tanto la estación Puralaco como Boroa Norte, tienen características más asociadas a ríos, y el registro de individuos no necesariamente esta vinculado a esta variable. Se recomienda verificar el uso de la sonda multiparámetro, ya que por las características del hábitat las concentraciones de oxígeno disuelto deberían ser un poco mas altas.
4. Las estaciones Queule 2 y Laguna Patagua, presentaban en el momento de la muestra restos de materia orgánica, posiblemente de material fecal en la primera estación mencionada y de materia fecal de origen animal en la segunda estación respectivamente.
5. La utilización de diferentes metodologías de muestreo mejora los resultados obtenidos en cuanto a la abundancia y diversidad de individuos colectados en ecosistemas de humedales. Mientras más metodologías empleadas mayor será la cobertura del habitas, lo que será más representativo del ecosistema.

6. De forma general podemos inferir que la salud ecosistémica del humedal río Queule, presenta buenas condiciones a medida que se avanza en altura por la cuenca, en zonas altas y con la presencia de cuerpos de aguas tipo río y/o arroyo. La presencia de organismos que son poco tolerantes a perturbaciones y/o contaminación nos indican esta condición. Las estaciones que se localizan en menor altura y con influencia marina, presentan condiciones un poco más alteradas, en algunos casos con características propias al territorio y en otras estaciones con perturbaciones antrópicas como Laguna Patagua y Queule 2.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Alba-Tecedor, J., Pardo, I., Prat, N., & Pujanta, A. (2005). Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la Directiva del Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos. Ministerio del Ambiente. Confederación Hidráulica del Ebro. Madrid.
- Batzer, D. P., & Ruhí, A. (2013). Is there a core set of organisms that structure macroinvertebrate assemblages in freshwater wetlands. *Freshwater Biology*, 58(8), 1647-1659.
- Betancourt, C., Suarez, R., & Toledo, L. (2009). Patrones de distribución temporal de algunas variables físicas y química en el embalse Paso Bonito, Cienfuegos, Cuba. *Limnética* 28 (1), 23–34.
- Beutel, R. G. & A. B. Leschen (Eds.) (2005). Coleoptera, Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim). *Handbuch der Zoologie Volume IV Arthropoda: Insecta, Part 38*.
- Boström, B., Andersen, J. M., Fleischer, S., & Jansson, M. (1988). Exchange of phosphorus across the sediment-water interface. *Hydrobiologia*, 170(1), 229-244. <https://doi.org/10.1007/bf00024907>
- CEA (Centro de ecología aplicada). (2018). Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile. Elaboración para el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura. Proyecto FIPA N° 2016-46.
- CIEP (Centro de investigación en ecosistemas de la Patagonia). 2013. Por los Senderos del Parque Patagonia & La Reserva Nacional Lago Jeinimeni. Guía Naturalista.
- Domínguez, E., & Fernández, H. R. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología (1.a ed.). Eduardo Domínguez. Hugo R. Fernández.
- Encina, F., Vega, R., Lara, G. & De Los Ríos-Escalantes, P. (2017). Ecological role of benthic crustaceans in Chilean North Patagonian lakes and rivers (Araucania region, 39°S). *Crustaceana*, 90(4), 437-447. <http://dx.doi.org/10.1163/15685403-00003643>
- Flowers, R.W, & de la Rosa, C. (2010). Capítulo 4: Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58 (Suppl. 4), 63-93.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical* 58 (4), 3-37.

- Harris, G. P. (1999). Comparison of the biogeochemistry of lakes and estuaries: ecosystem processes, functional groups, hysteresis effects and interactions between macro- and microbiology. *Marine and Freshwater Research* 50(8), 791-811. <https://doi.org/10.1071/mf99111>
- Lawrence, J. F. (1991). Coleoptera, pp. 144-685. En: F.W. Stehr (Ed.): *Immature Insects*, Volume 2. Kendall/Hunt Publishing Co
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020). *Catastro Nacional de Humedales*. Ministerio Medio Ambiente de Chile.
- Méndez, N. (2002). Annelid assemblages in soft bottoms subjected to human impact in the Urías estuary (Sinaloa, Mexico). *Oceanologica Acta*, 25(3-4), 139-147. [https://doi.org/10.1016/s0399-1784\(02\)01193-3](https://doi.org/10.1016/s0399-1784(02)01193-3).
- Meza-S., A. M., Rubio, M. J., Dias, L. G., & M-Walteros, J.(2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia* 34 (2), 443-456.
- Norma Chilena. 1987. Requisitos de Calidad de Agua para diferentes Usos (NCh 1333 Of 78). URL: https://ciperchile.cl/pdfs/11-2013/norovirus/NCh1333-1978_Mod-1987.pdf
- Oscos, J., Galicia, D., & Miranda, R. (2011). Clave dicotómica para la identificación de macroinvertebrados de la cuenca del Ebro. *Confederación Hidrográfica del Ebro*.
- Palma, A. 2013. *Guía para identificación de invertebrados acuáticos*. 1era Edición. 122 pp.
- Park, Y.S., Grenouillet, G., Esperance, B., & Lek, S. (2006). Stream fish assemblages and basin land cover in a river network. *Science of The Total Environment* 365(1-2), 140-153.
- Quinn, J. M., & Hickey, C. (1990). Characterization and classification of benthic invertebrate communities in 88 New Zealand rivers in relation to environmental factors. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 24(3), 387-409.
- Roldán, G. A. (1996). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Fondo FEN Colombia, Colciencias. Universidad de Antioquia.
- Román De La Fuente, T. (2022). Revisión bibliográfica del orden Ephemeroptera (Insecta) para Chile y primeros registros de efímeras en las provincias del Tamarugal (Región de Tarapacá), San Antonio y San Felipe de Aconcagua (Región de Valparaíso). *Revista Chilena De Entomología*, 48(1), 15-46. <https://doi.org/10.35249/rche.48.1.22.02>
- Rosenberg, D.M., & Resh, V.H. (1993). *Freshwater Biomonitoring and benthic Macroinvertebrates*; Chapman & Hall: London, UK.
- Silver, C. A., Vamosi, S. M., & Bayley, S. E. (2012). Temporary and permanent wetland macroinvertebrate communities: Phylogenetic structure through time. *Acta oecologica*, 39, 1-10.
- Toro, M., Robles, S., Avilés, J., Nuño, C., Vivas, S., Bonada, N., Prat, N., Alba-Tercedor, J., Casas, J., Guerrero, C., Jáimez-Cuéllar, P., Moreno, J., Moyá, G., Ramón, G., Suárez, M., Vidal-Abarca, M., Álvarez, M., & Pardo, I. (2002). Calidad de las aguas de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED. Características físico-químicas. *Limnética* 21 (3-4), 63-75.

Van Diggelen, R., Sijtsma, F.J. Strijker, D. & Van Den Burg, J. (2005). Relating land-use intensity and biodiversity at the regional scale. *Basic and Applied Ecology* 6(2), 145–159.

Vega, R., De Los Ríos-Escalante, P., Encina, F., & Mardones, A. (2017). Ecology of benthic crustaceans in the Cautin river (38 S, Araucania region, Chile). *Crustaceana*, 90(6), 709-719.

Wirth, W. W., & Stone, A. (1968). Aquatic Diptera, pp 372-482. En: R. Usinger (Ed.) *Aquatic Insects of California*. University California-Press.

Zimmer, K. D., Hanson, M. A., & Wrubleski, D. A. (2016). Invertebrates in Permanent Wetlands (Long-Hydroperiod Marshes and Shallow Lakes). In *Invertebrates in Freshwater Wetlands* (pp. 251-286). Springer International Publishing.