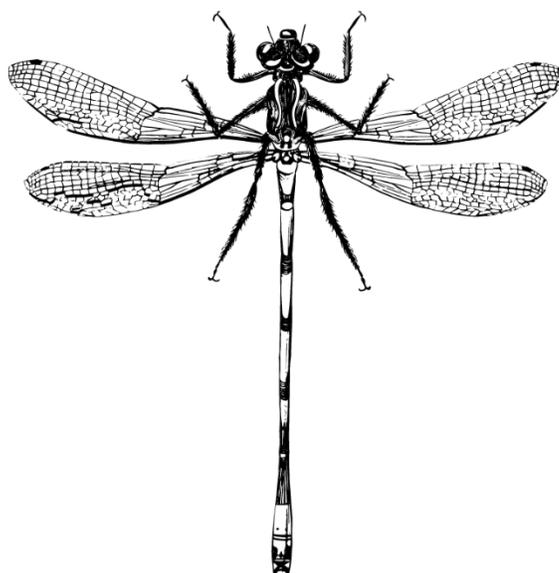




INFORME MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DEL HUMEDAL DEL RÍO QUEULE

Mayo 2022

Mg. MARÍA JESÚS SUAZO SILVA



El presente informe da a conocer los resultados de la campaña de monitoreo realizado los días 13 y 14 de mayo del año 2022 en los humedales del río Queule.

ÍNDICE

Contenido

| | |
|--|----|
| 1.INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 4 |
| 2.1.1 Colecta de Macroinvertebrados: Draga Van Veen..... | 6 |
| 2.1.2 Colecta de macroinvertebrados: red Surber..... | 7 |
| 2.1.3 Colecta de macroinvertebrados: red de mano..... | 7 |
| 3.RESULTADOS..... | 8 |
| 3.1 Muestreo de Macroinvertebrados..... | 8 |
| 3.2 Análisis comparativo campañas Otoño-Primavera..... | 18 |
| 3.2.1 Zona alta de la cuenca..... | 18 |
| 3.2.2 Zona media de la cuenca..... | 18 |
| 3.2.2 Zona baja de la cuenca..... | 19 |
| 3.3 Parámetros físico-químicos básicos..... | 26 |
| 4. CONCLUSIONES..... | 22 |
| 5.BIBLIOGRAFÍA..... | 23 |

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 (Dominguéz & Fernández, 2009; Oscoz et al., 2011).

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos en los ecosistemas lénticos está constituida principalmente por oligoquetos, nemátodos, copépodos, pequeños protozoos y larvas de insectos (Ephemeroptera, Odonata, Coleoptera, Diptera, Trichoptera y Hemiptera) (Merritt et al., 2008; Springer et al., 2010). Se debe tener en consideración que existen escasos registros de macroinvertebrados presentes en ecosistema de humedal en el sur de Chile y se requiere robustecer esta información para generar datos de la diversidad de estos hábitats.

En muchos estudios de macroinvertebrados acuáticos en ambientes lénticos, se ha manifestado que la hidrología, la vegetación acuática, las perturbaciones antropogénicas y la depredación son los factores que controlan la dinámica de los invertebrados en estos ambientes (Wissinger, 1999; Hall et al., 2004; Batzer & Ruhí, 2013; Kang & King, 2013; Rico-Sánchez et al., 2014). Los Macroinvertebrados juegan un rol importante en los sistemas dulceacuícolas principalmente en todos los procesos ecológicos. Desde el punto de vista energético, las cadenas alimentarias acuáticas se basan en el material autóctono producido por las algas o bien material alóctono que entra al sistema acuático desde afuera, el rol de los Macroinvertebrados es mover esta energía a diversos niveles tróficos de las cadenas alimentarias acuáticas (Hanson et al., 2010).

Durante la última década, los estudios han demostrado que el cambio de uso de suelo ha sido uno de los principales motores de la pérdida de Biodiversidad (Van Diggelen et al., 2005; Park et al.,

2006). Algunos estudios (Vannote et al., 1980; Wallace et al., 1997; Nakano et al., 1999; Yam & Dudgeon, 2005) han confirmado la dependencia de los invertebrados acuáticos al material alóctono que llega a los sistemas como las hojas y trozos de madera que son consumidas como alimento, y la influencia de éstos sobre los procesos físicos y biológicos, especialmente en la diversificación de los hábitats (Nakano et al., 1999; Thompson & Townsend, 2004; Lyon & Gross, 2005; Ríos & Bailey, 2006). La importancia de un monitoreo constante de estos organismos nos ofrece un acercamiento a la estructura comunitaria de invertebrados acuáticos de un sistema en particular y nos entrega información temporal y espacial de cómo se encuentra la salud ecosistema. Por lo tanto, el estudio sistemático de las diversas relaciones que componen los sistemas acuáticos, permite interpretar muchas de las respuestas que ofrecen estas especies frente a las diferentes presiones antrópicas sobre el medio, destacando la capacidad de las comunidades biológicas para representar los efectos acumulados en el tiempo (Resh et al., 1995).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende siete 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).

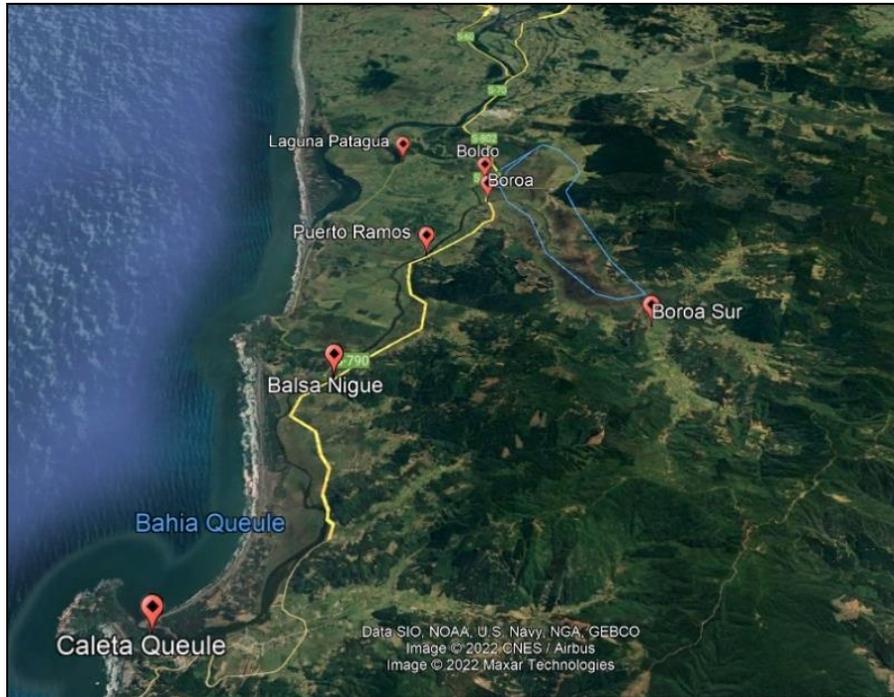


Figura 1. Puntos de muestreo para Macroinvertebrados bentónicos en los humedales del río Queule.

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, se utilizan 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 core, red de pateo (kick net), draga, entre otras. En la tabla 1 se muestran diferentes metodologías propuestas para diferentes ambientes que componen un ecosistema de humedal.

| Zona | Ambiente | Metodología |
|---------------------------|----------|--|
| Río | 1 | Core, red surber, red de pateo, red deriva |
| | 2 | Core |
| Laguna, Poza y/o Marisma | 3 | Draga/Red salabre en profundidad |
| | 4 | Core |
| Zona de mezcla (estuario) | 5 | Draga |

Tabla 1. Metodologías asociadas a diferentes ambientes de un ecosistema de humedal (CEA, 2018).

2.1.1 Colecta de Macroinvertebrados: Draga Van Veen

Se utilizó una draga Van Veen con un área de muestreo de 400 cm² en los puntos de monitoreo donde predominaba el sustrato blando o de dureza media como arena, grava o arcilla (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 µm 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), identificando a nivel de familia y en algunos casos a nivel clase o subclase.



Figura 2. Extracción de macroinvertebrados de sustrato fangoso-sistema léntico, estación Caleta Queule, mayo 2022.

2.1.2 Colecta de macroinvertebrados: red Surber

La colecta se hizo 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). 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), identificando a nivel de familia y en algunos casos a nivel clase o subclase.



Figura 3. Extracción de macroinvertebrados con red surber, mayo 2022.

2.1.3 Colecta de macroinvertebrados: red de mano

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 muestra o agarrados de la vegetación. 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), identificando a nivel de familia y en algunos casos a nivel clase o subclase.

2.2 Parámetros físico-químicos básicos

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

3.RESULTADOS

3.1 Muestreo Macroinvertebrados

Se identificaron un total de 50 individuos en los siete puntos de muestreo, las cuales se distribuyeron en cuatro phylum, seis clases, cinco órdenes y cuatro familias (Tabla 2). Los phylum identificados corresponden a Arthropoda, Annelida y Mollusca.

En la estación Caleta Queule (Figura 4) se registraron 20 individuos colectados de los cuales 12 pertenecían a la clase Amphípoda y ocho al phylum Annelida, clase Polychaeta (Figura 5).



Figura 4. Estación de muestreo Caleta Queule, mayo 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). En la estación Caleta Queule existe un ducto de descarga de aguas residuales, en el momento de la muestra se pudo visibilizar restos de espumas y sustancias detergentes, además de restos de materia orgánica probablemente materia fecal.

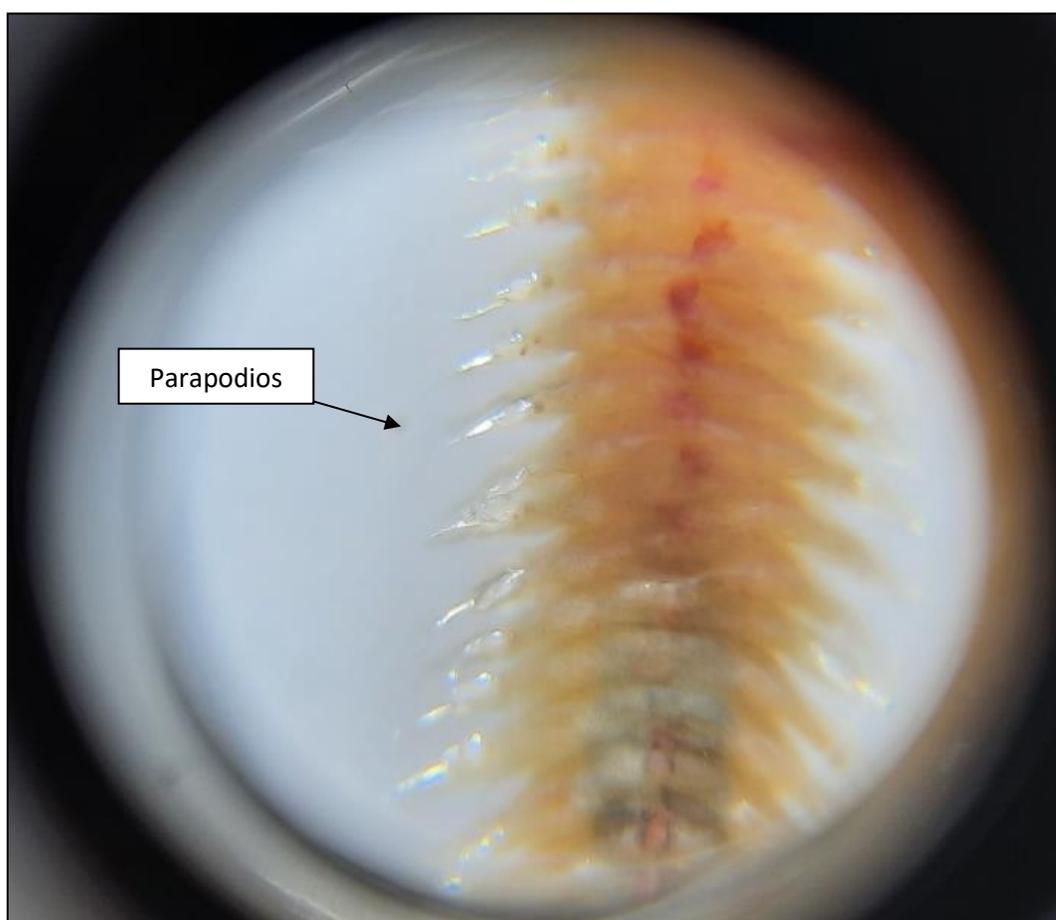


Figura 5. Individuo de la clase Polychaeta, presente en la estación Caleta Queule, mayo 2022.

En la estación Balsa-Nigue (Figura 6) hubo 13 organismos colectados, 12 individuos de la clase Amphipoda, un individuo de la clase Polychaeta, además se realizó identificación visual *chilina* sp., en el sistema acuático, las cuales fueron identificadas y luego devueltas a sus hábitats.



Figura 6. Estación de muestreo Balsa-Nigüe, mayo 2022.

En la estación Laguna Patagua (Figura 7) se registraron ocho individuos colectados, los ocho representantes eran del phylum Annelida, clase Clitellata, subclase Oligochaeta. 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. De acuerdo con Figueroa et al., 2007 los Oligochaetas presentan un valor de tolerancia a la contaminación de 8, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto asociado a contaminación orgánica. El hecho de que los oligoquetos sean el grupo taxonómico dominante en esta estación podría atribuirse a contaminantes y nutrientes derivados de la actividad agrícola y de vertidos de efluentes residuales en el ecosistema acuático (Martínez-Bastida et al., 2006).



Figura 7. Estación de muestreo Laguna Patagua, mayo 2022.

Para el terreno de la temporada mayo 2022 (otoño), se agregaron dos estaciones de muestreo, las cuales se denominaron Puerto Ramos (Figura 8) y Boroa Sur (Figura 12). Considerando la campaña anterior (noviembre 2021) se propuso agregar éstas dos estaciones para robustecer la información y generar muestreos que representen la mayor cantidad de hábitats presentes en el ecosistema humedal, así con los datos obtenidos se podrán realizar análisis comparativos y de calidad del agua entre estaciones de muestro y a nivel ecosistémico.

En la estación Puerto Ramos solo hubo un individuo colectado, representante de la familia Clitellata, subclase Hirudínea (Figura 9). De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la subclase Hirudínea presentan un valor de tolerancia a la contaminación de 10, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto asociado a contaminación orgánica.



Figura 8. Estación Puerto Ramos, mayo 2022.



Figura 9. Individuo de la subclase Hirudínea, presente en la estación Puerto Ramos, mayo 2022.

Además, se identificaron en terreno individuos de camarón de río en estado juvenil y adulto, representantes de la familia parastacidae, especie *Parastacus nicoleti* (Figura 10) e individuos del género *Chilina* sp., los cuales fueron identificados y devueltos a su hábitats. De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Parastacidae presentan un valor de tolerancia a la contaminación de 6, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto asociado a contaminación orgánica.



Figura 10. Individuo *Parastacus nicoleti* presente en la estación Puerto Ramos, mayo 2022.

En la estación Boroa Sur (Figura 12) la toma de la muestra fue con una red surber, ya que estábamos frente a un sistema lótico y con sustrato de arena-limo. En esta estación se colectaron cinco representantes de la familia Baetidae (Orden Ephemeroptera) (Figura 13) y dos individuos de la familia Tipulidae (Orden Díptera) (Figura 14). Además, se identificaron en terreno ejemplares de camarones de río en estado adulto y juvenil, y *Aegla* sp. (Figura 15), los cuales fueron liberados con posterioridad.



Figura 12. Estación Boroa Sur, mayo 2022.

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).

Los Baetidae 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). De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Baetidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 4, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica.



Figura 13. Ninfa de la familia Baetidae (Orden Ephemeroptera) presente en la estación Boroa Sur, mayo 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 Tipulidae (Figura 14) es la familia más numerosa del orden Díptera, las larvas presentan una cápsula cefálica retraíble, por lo menos en sus 2/3 partes en el protórax. Presentan un cuerpo suave, a veces con pelo o algunas proyecciones carnosas. Sus últimos segmentos generalmente glabros (sin presencia de pelos), llevan los espiráculos posteriores, con papila o lóbulos carnosos anales, pueden estar presentes en ambientes estrictamente acuáticos o terrestres (Domínguez & Fernández, 2009). De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Tipulidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 3, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica.



Figura 14. Larva de la familia Tipulidae presente en la estación Boroa Sur, mayo 2022

El género *Aegla* sp. (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. De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Aeglidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 3 en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica.

En la estación Boldo se registró un individuo colectado, organismo perteneciente a la familia Chiliniidae (*Chilina* sp.), además se realizó identificación de estos mismos individuos (*Chilina* sp.), en el sistema acuático, las cuales fueron identificadas y luego devueltas a sus hábitats. De acuerdo con Figueroa et al., 2003 la familia Chiliniidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 6 en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica.



Figura 15. Ejemplar de la familia Aeglidae en la estación Boroa Sur, mayo 2022

En la estación Boroa solo se registró un individuo, perteneciente a la familia Hyallellidae (clase Malacostraca, orden Amphipoda) (Tabla 2). Los anfípodos tiene un rol clave como descomponedores de la materia orgánica, y como presas para aves, peces y macroinvertebrados como insectos acuáticos (Jara et al., 2006). *Hyalella* sp. constituye una fracción significativa de la biomasa animal. Aunque su tasa de renovación no sea muy alta (Wetzel, 1981), facilitan el flujo de energía por la transformación de la energía de epífitas y detritos en material orgánico particulado y biomasa para micro y macro nutrientes (Wen, 1992). De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Hyallellidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 8 en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica.

Tabla 2. Listado de individuos colectados en el muestreo de los humedales del río Queule, mayo 2022.

| Filo | Clase | Subclase | Orden | Familia | Género |
|------------|--------------|-------------|---------------|--------------|----------------|
| Arthropoda | Malacostraca | | Amphipoda | Hyallellidae | |
| Arthropoda | Malacostraca | | Amphipoda | | |
| Arthropoda | Malacostraca | | Decapoda | | |
| Arthropoda | Malacostraca | | Decapoda | Aeglidae | <i>Aegla</i> |
| Arthropoda | Insecta | | Ephemeroptera | Baetidae | |
| Annelida | Polychaeta | | | | |
| Annelida | Clitellata | Oligochaeta | | | |
| Annelida | Clitellata | Hirudínea | | | |
| Mollusca | Gastropoda | | Hygrophila | Chiliniidae | <i>Chilina</i> |

3.2 Análisis comparativo campañas Primavera y Otoño

En la tabla 3 se muestra la comparación 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 cinco familias, dos subclase (Hirudínea y Oligochaeta) y un clase (Polyhcaeta). El menor número de ejemplares colectados se debe posiblemente a la estación del año en la cual se realizó el monitoreo, ya que mayores diversidades se pueden coleccionar en temporadas de primavera-verano.

3.2.1 Zona alta de la cuenca

En la parte alta de la cuenca del río Queule (Zona Ritrónica) en la estación de muestreo Boroa Sur, se observa un hábitat con características asociadas a un ecosistema lótico y los individuos (Baetidae-Tipulidae) son característicos de estos sitios, la calidad de agua asociada a esta estación es buena, presentando una buena oxigenación. Si bien se encuentra dentro de una matriz vegetacional de especies introducidas, el cauce presenta pocas intervenciones.

3.2.2 Zona media de la cuenca

Desde la estación de muestreo Boroa a Caleta Queule se presenta un cuerpo de agua con características lénticas, fangosos y con mayores intervenciones. En la zona media de la cuenca en las estaciones Boroa, Boldo y Puerto Ramos, se registraron individuos tolerantes y semi tolerantes a la contaminación, compuestos por las familia Hyallelidae, Aeglidae y la subclase Hirudínea en la temporada de otoño. En las estaciones Boroa y Boldo en la temporada de primavera se registró un mayor números de taxas, en la estación Boroa se identificaron las familias Hyallelidae, Oniscigastridae (Orden Ephemeroptera), Leptophlebiidae (Ephemeroptera) y Calopterygidae (Odonota). De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Hyallelidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 8, Oniscigastridae un valor de 3, Leptophlebiidae un valor de 2 y Calopterygidae un valor de 5, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica.

En la estación Boldo se registraron las familias Oniscigastridae (Ephemeroptera), Hydroptilidae (Trichoptera), Leptophlebiidae (Ephemeroptera), Chilinidae (Hygrophila), Sphaeridae (Sphaeriida) y Parastacidae (Decapoda). De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Chilinidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 8, Oniscigastridae un valor de 3, Leptophlebiidae un valor de 2,

Calopterygidae un valor de 4, Hydroptilidae un valor de 4, Sphaeriidae un valor de 8 y Parastacidae un valor de 6, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica.

3.2.2 Zona baja de la cuenca

Desde la estación de muestreo Boroa a Caleta Queule se presenta un cuerpo de agua con características lénticas, fangosos y con mayores intervenciones. En la zona baja de la cuenca en las estaciones Balsa Nigue, Laguna Patagua y Caleta Queule, se identificaron taxas tolerantes a la contaminación en la temporada de Otoño, como Oligochaetas, Polychaetas, Hirudíneas, Amphípodos y más sensibles a la contaminación como la familia Chilinidae. En la campaña de primavera en la Laguna Patagua se registró la familia Chilinidae, la subclase Hirudínea, la familia Sphaeriidae, Hyallelidae, y Corixidae (Hemiptera).

De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Hyallelidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 8, Chilinidae un valor de 6, Subclase Hirudínea un valor de 10, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica.

En la estación Balsa-Nigue también en la temporada primavera se registró la familia Parastacidea, Chilinidae, Aeglidae, Leptophlebiidae, Sphaeriidae y subclase Hirudínea. De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Parastecidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 6, Chilinidae un valor de 6, Subclase Hirudínea un valor de 10, Aeglidae un valor de 3, Leptophlebiidae un valor de 2 y Sphaeriidae un valor de 8, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica. En la estación Caleta Queule en la campaña anterior solo se registraron moluscos Bivalvos y de la familia Balanidae, comúnmente llamados Picoroco.

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

| Clase | Suclase | Familia | Género | Muestreo Primavera 2021 | Muestreo Otoño 2022 |
|------------|-------------|-----------------|------------------|-------------------------|---------------------|
| | | Corixidae | | x | |
| | | Gammaridae | | x | |
| | | Hyalellidae | | x | x |
| | Hirudínea | | | x | x |
| | | Sphaeriidae | <i>Pisidium</i> | x | |
| | | Hydroptilidae | <i>Oxyethira</i> | x | |
| | | Chiliniidae | <i>Chilina</i> | x | x |
| | | Oniscogastridae | | x | |
| | | Calopterygidae | | x | |
| | | Aeglidae | | x | x |
| | | Leptophlebiidae | | x | |
| | | Mytilidae | <i>Mytilus</i> | x | |
| | | Aeglidae | <i>Aegla</i> | x | x |
| | | Baetidae | | | x |
| | Oligochaeta | | | | x |
| Polychaeta | | | | | x |

3.2. Parámetros 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) (ppt), % de oxígeno y oxígeno disuelto (ppm). La comparación con la normativa chilena, indica que, para las siete estaciones, las variables de pH, oxígeno disuelto, temperatura y conductividad eléctrica, los valores estuvieron dentro de los rangos establecidos para el cumplimiento de la norma chilena NCh 1333 (requisitos de calidad del agua para diferentes usos). Los sólidos disueltos totales tuvieron un comportamiento esperado para aguas de 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. Parámetros físico-químicos de los humedales río Queule, mayo 2022.

| Estación | T (°C) | pH | CE ($\mu\text{S/cm}$) | TDS (ppt) | % Oxígeno | OD (ppm) |
|----------------|--------|------|-------------------------|-----------|-----------|----------|
| Caleta Queule | 11,30 | 7,75 | 23285 | 11,64 | 79,30 | 7,68 |
| Balsa Nigue | 11,86 | 8,27 | 57,50 | 0,03 | 80,15 | 8,71 |
| Laguna Patagua | 13,27 | 7,53 | 70 | 0,035 | 103,2 | 10,86 |
| Puerto Ramos | 12,00 | 6,96 | 45,50 | 0,02 | 56,70 | 6,14 |
| Boroa Sur | 8,44 | 7,00 | 32,00 | 0,016 | 114,8 | 13,48 |
| Boldo | 10,41 | 7,34 | 35,00 | 0,018 | 111,3 | 12,47 |
| Boroa | 11,70 | 7,08 | 45,00 | 0,022 | 89,3 | 9,71 |

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 sensible (Quinn & Hickey, 1990, Roldán, 1996, Toro et al., 2002, Domínguez & Fernández, 2009, Meza et al., 2012). 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 50 individuos en los siete puntos de muestreo, los cuales se distribuyeron en 3 phylum.
2. El punto de muestreo Caleta Quele fue el que registró más individuos colectados, siendo la clase Amphípoda el más abundante.
3. Los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de la norma chilena NCh 1333 (requisitos de calidad del agua para diferentes usos), sin embargo, las estaciones Caleta Quele y Laguna Patagua, presentaron 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.
4. Las estaciones de monitoreo presentaron baja diversidad y abundancia de individuos. La calidad de las aguas si bien se mantuvo dentro lo estipulado por la norma chilena NCH 1333, en seis de las siete estaciones de muestreo se registraron individuos tolerantes a la contaminación (Oligochaeta, Polychaeta e Hirudínea) y ninguna familia que nos indicará una calidad de agua que se pueda categorizar de buena a regular o excelente. Cabe mencionar que la única estación donde se encontraron individuos que indican una buena calidad de agua, fue en la estación Boroa Sur, lo cual está representada por un sistema lótico, aquí se registraron efímeras de la familia Baetidae y larvas de la familia Tipulidae, ambas indicadoras de buena calidad de agua.
5. Para el muestreo de ésta temporada se incorporó la colecta de individuos utilizando diferentes metodologías de muestreo, si bien se registró una baja diversidad y baja abundancia, lo cual podría tener relación con la época del año y ciclos de vida de estos organismos, por lo tanto se recomienda seguir con las diferentes metodologías de muestreo en las campañas siguientes.

5.BIBLIOGRAFÍA

- Alba-Tecedor J, Pardo, I., Prat, N., y 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., R. Suarez & L. Toledo. 2009. Patrones de distribución temporal de algunas variables físicas y química en el embalse Paso Bonito, Cienfuegos, Cuba. *Limnética* 28 (1): 23–34.
- Bostrom, B., J. Andersen, A., Flescher, S. & Jansson, M. 1988. Exchange of phosphorus across the sediment–water interface. *Hidrobiología* 179: 229–244. Domínguez, E. y H. R. Fernández. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistemática y Biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán. 656 p.
- 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. 123pp.
- Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E., & Parra, O. 2003. Macroinvertebrados Bentónicos Como Indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista chilena de historia natural*, 76(2), 275-285. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000200012>.
- Figueroa, R., Palma, A., Ruiz, V. & Niell, X. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. *Revista chilena de historia natural*, 80(2), 225-242. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2007000200008>
- Flowers, R.W, & de la Rosa, C. 2010. Capítulo 4: Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 4), 63-93. Retrieved May 25, 2022, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000800004&lng=en&tlng=es.
- Hall, D. L., Willig, M. R., Moorhead, D. L., Sites, R. W., Fish, E. B., & Mollhagen, T. R. 2004. Aquatic macroinvertebrate diversity of playa wetlands: the role of landscape and island biogeographic characteristics. *Wetlands*.24(1), 77-91.
- 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 interaction between macro– and microbiology. *Journal of Marine Freshwaters Research* 50: 791–811.
- Jara C., Rudolph, E. & González, E. 2006. Estado de conocimiento de los malacostráceos dulceacuícolas de Chile. *Gayana*, 70: 40-49.
- Kang, S. R. & King, S. L. 2013. Effects of hydrologic connectivity and environmental variables on nekton assemblage in a coastal marsh system. *Wetlands*. 33(2), 321-334.

Lyon, J. & Gross, N. 2005. Patterns of plan diversity and plant-environmental relationships across three riparian corridors. *Forest Ecology and Management* 204: 267-278.

Martínez-Bastida, J.J., Arauzo, M & Valladolid, M. 2006. Diagnóstico de la calidad ambiental del río Oja (La Rioja, España) mediante el análisis de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. *Limnetica*, 25(3): 733-744.

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).

Merritt, R.W., Cummins, K.W. & Berg, M.B. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. EEUU: Kendall/Hunt Publishing Company.

Meza, S., A. M., J. Rubio, M., Días, L.G & Walteros, J.M 2012. Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia* 34:443-456.

Nakano, S., Miyasaka, H. & Kuhara, N. 1999. Terrestrial-aquatic linkages: riparian arthropod inputs alter trophic cascades in a stream food web. *Ecological Society of American* 80 (7): 2435-2421

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.

Park, Y.S., Grenouillet, G. & Esperance, B. 2006. Lek, S. Stream fish assemblages and basin land cover in a river network. *Sci. Total Environ.* 365, 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* 24:387-409. 213.

Resh, V.h, Norris, R. & Barbour. M.T. 1995. Design and implementation of rapid assessment for water resource monitoring using benthic macroinvertebrates. *Australian Journal of Ecology* 20: 108-121.

Rico-Sánchez, A., Rodríguez-Romero, A., López-López, E., & Sedeño-Díaz, J. 2014. Patrones de variación espacial y temporal de los macroinvertebrados acuáticos en la Laguna de Tecocomulco, Hidalgo (México). *Revista de Biología Tropical*. 62(2), 81-96.

Ríos, S. L. & Bailey, R C. 2006. Relationship between riparian vegetation and stream benthic communities at three spatial scales. *Hydrobiologia* 553: 153-160.

Roldán, G. A. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN Colombia, Colciencias. Universidad de Antioquia, Medellín. 217 p.

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.

Springer, M., Ramírez, A. & Hanson, P. 2010. Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I. Rev. Biol. Trop., 58:4

Toro, M., S. Robles, J., Avilés, C., Nuño, S., Vivas, N., Bonada, N., Prat, J., Alba-Tercedor, J., Casas, C., Guerrero, P., Jáimez-Cuéllar, J., Moreno, G., Moyá, G., Ramón, M., Suárez, M., Vidal-Abarca, M., Álvarez, E. & Pardo, I. 2002. Calidad de las aguas de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED. Características físico-químicas. Limnética 21:63-75

Thompson, R. M. & Townsend, C. R. 2003. Impacts on stream food webs of native and exotic forest: an intercontinental comparison. Ecology 84 (1): 145-161.

Van Diggelen, R., Sijtsma, F.J. Strijker, D. & Van Den Burg, J. 2005. Relating land-use intensity and biodiversity at the regional scale. Basic Appl. Ecol 6, 145–159.

Vannote, R., Minshall W., Cummins K., Sedell, J. & Cushing, C. 1980. The River Continuum Concept. Canadian journal of fisheries and aquatic sciences 37: 130-137.

Wallace, J.B., Eggert, S.L., Meyer, J.L. & Webster, J.R. 1997. Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter inputs. Science 277: 102-104.

Wen, Y.F. 1992. Life history and production of *Hyaella azteca* (Crustacea: Amphipoda) in a hypereutrophic prairie pond in southern Alberta. Canadian Journal of Zoology. 70:1417-1424.

Wetzel, R.G. 2001. Limnology, 3rd edition. Lake and River Ecosystems Academic Press, New York. USA, pp 850.

Wissinger, S. A. 1999. Ecology of wetland invertebrates. In D. P. Batzer, R. B. Rader, & S. A. Wissinger (Eds.), *Invertebrates in freshwater wetlands of North America: Ecology and management* (pp. 1043-1053). New York, United States of America: John Wiley & Sons.

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

Yam, R. & Dudgeon, D. 2005. Stable isotope investigation of food use by *Caridina* spp. (Decapoda: Atyidae) in Hong Kong streams. Journal North American Benthology Society 24 (1): 68-81.

