



INFORME MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

HUMEDALES RÍO QUEULE

Noviembre 2023

Mg. MARÍA JESÚS SUAZO SILVA



El presente informe da a conocer los resultados de la campaña de muestreo realizado los días 3-4-5 de noviembre del año 2023 en los humedales del río Queule.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	2
2.1.2 Colecta de macroinvertebrados: red Surber.....	3
2.1.3 Colecta de macroinvertebrados: red de mano.....	4
3. RESULTADOS	5
3.1.1 Comparación histórica punto muestreo Queule 2.....	6
3.2.1 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Queule 2.....	7
3.1.2 Comparación histórica punto Balsa Nigüe.....	8
3.2.2 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Balsa Nigüe.....	10
3.1.3 Comparación histórica punto Puralaco.....	11
3.2.3 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Puralaco.....	12
3.1.4 Comparación histórica punto Boroa Sur.....	13
3.2.4 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Boroa Sur.....	15
3.1.5 Comparación histórica punto Puerto Ramos.....	15
3.2.5 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Puerto Ramos.....	17
3.1.6 Comparación histórica punto Boroa.....	18
3.2.6 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Boroa.....	19
3.1.7 Comparación histórica punto Boroa Norte.....	20
3.2.7 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Boroa Norte.....	22
3.1.8 Comparación histórica punto Boldo Alto.....	23
3.2.8 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Boldo Alto.....	25
3.1.9 Comparación histórica punto Puente Boldo.....	26
3.2.9 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Puente Boldo.....	27
3.1.10 Comparación histórica punto Laguna Tromen.....	28
3.2.10 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Laguna Tromen.....	30
3.1.11 Comparación histórica punto Laguna Patagua.....	31
3.2.11 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Laguna Patagua.....	32
4. CONCLUSIONES	37
5. BIBLIOGRAFÍA	38
6. ANEXOS	41

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 (Batzer & 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 2023.



Figura 1. Puntos de muestreo para Macroinvertebrados bentónicos red de humedales río Queule, noviembre 2023.

Tabla 1. Coordenadas puntos de monitoreo, noviembre 2023.

Estación Monitoreo	X	Y
Queule 2	653343	5637838
Balsa Nigüe	655480	5646259
Puralaco	658594	5648086
Boroa Sur	664135	5649221
Boldo Alto	680962	5655183
Borao 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.

2.1.2 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 2). Esta metodología fue utilizada en las estaciones de muestreo Borao Sur, Boroa Norte y Boldo Alto, ya que son sistemas con características lólicas. 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.

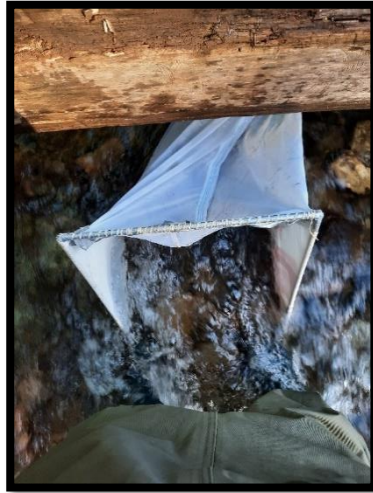


Figura 2. Extracción de macroinvertebrados sector rítrónico lóxico, noviembre 2023.

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 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.

2.2 Variables físico-químicas básicas.

Se midieron variables físico-químicas, 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 Primavera 2023

Se identificaron un total de 185 individuos en las 11 estaciones de monitoreo en la temporada primavera 2023, las cuales se distribuyeron en 4 phylum, 7 clases, 12 órdenes y 13 familias (Tabla 2). Los phylum identificados corresponden a Arthrópoda, 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 monitoreados.

Tabla 2. Listado de individuos colectados en el muestreo humedales río Queule, noviembre 2023.

Phylum	Clase/subclase	Orden	Familia
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae
			Leptoceridae
			Calamoceratidae
		Coleóptera	Psephenidae
		Ephemeroptera	Baetidae
			Onicogastridae
			Leptophlebiidae
		Díptera	Chironomidae
			Athericidae
			Tipulidae
			Blephariceridae
			Simuliidae
	Plecóptera	Gripopterygidae	
		Diamphipnoidae	
		Perlidae	
	Odonata	Calopterygidae	
Aeshnidae			
Isópoda	Jarinidae		
Malacostraca	Amphipoda	Corophidae	
		Hyallelidae	
	Decápoda	*Aeglidae	
Annelida	Clitellata/Hirudinea		
Mollusca	Gastrópoda	Hygrophila	Chilinidae
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Dugesiidae

3.1.1 Comparación histórica punto muestreo Queule 2

Se han realizado 5 campañas de monitoreo en el punto Queule 2 (Figura 3), registrándose una abundancia total de 48 individuos. En este punto solo se han registrado dos taxas, *Paracorophium hartmannorum* (Clase Malacostraca, orden Amphipoda, familia Corophidae) e individuos de la clase Polychaeta.



Figura 3. Punto monitoreo Caleta Queule 2.

Se han registrado taxas en 5 de las 6 campañas, siendo otoño 2023 (O-2023), en la que no se registraron individuos (Tabla 3, Figura 4).

Tabla 3. N° de individuos identificados en 6 campañas de monitoreo entre los años 2021 y 2023, Caleta Queule 2.

TAXAS	P-2021	O-2022	P-2022	O-2023	P-2023
Corophiidae	7	20	0	0	3
Polychaeta	0	8	10	0	0
Total	7	28	10	0	3

La estación otoño 2022 (O-2022) fue la que presento mayor abundancia con un total de 28 individuos y en la cual se registraron ambas taxas (Figura 4).

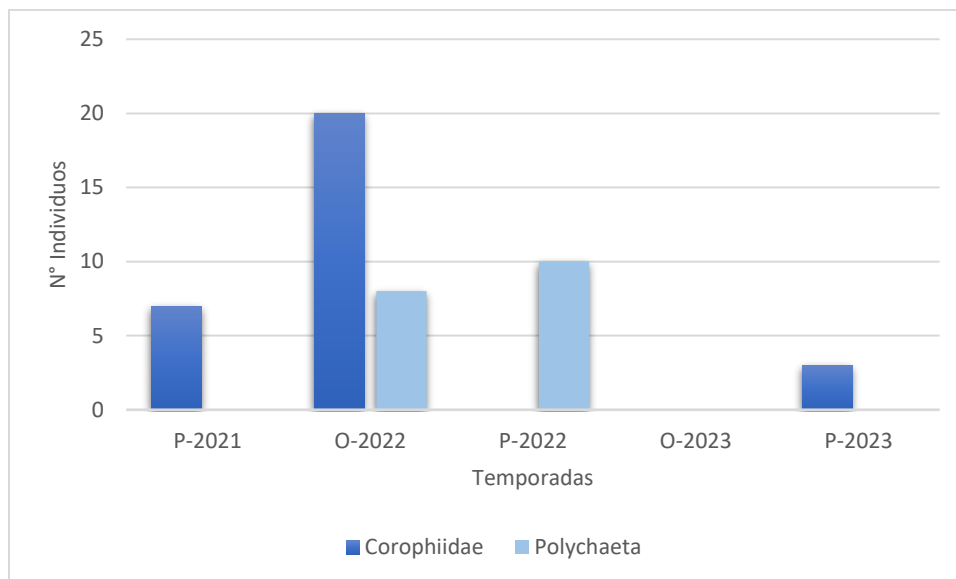


Figura 4. N° de individuos identificados en 6 campañas de monitoreo entre los años 2021 y 2023, Caleta Queule 2.

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 presenta baja diversidad y abundancia de organismos, encontrándose solo dos taxas en las 6 campañas de monitoreos, los resultados se deben posiblemente a las características del hábitat, con bastante perturbación antrópica, intrusión salina e ingreso de animales domésticos al sector.

3.2.1 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Queule 2

La temperatura más alta se registró en la temporada de primavera 2022 con 19,2 ° C y la más baja en otoño 2022 con 11,30 °C. El oxígeno disuelto (ppm) más alto registrado fue en otoño 2021 con 8,17 ppm y la más baja en primavera 2022 con 0,38 ppm.

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en este punto son las más altas dentro del humedal ya que este hábitat presenta características salinas, la conductividad más alta se registró en otoño 2023 con 41.690 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la más baja con 10.980 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en primavera 2022.

Tabla 4. Registro de parámetros físico-químicos en temporadas otoño y primavera entre los años 2021 al 2023, Caleta Queule.

Temporadas	T (°C)	pH	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (ppm)	OD (ppm)
O-2021	15,49	7,24	-	-	8,17
O-2022	11,30	7,75	23.285	11,64	7,68
P-2022	19,20	7,44	10.980	5,50	0,38
O-2023	11,60	7,29	41.690	20,84	4,11
P-2023	14,53	6,92	14.600	7,30	1,32

Los sólidos disueltos totales (ppm) más alto se registraron en 20,84 ppm en la temporada otoño 2023 y la más baja en primavera 2022 con 5,50 ppm, lo que concuerda con los registros de conductividad eléctrica en esa temporada siendo la más baja registrada.

3.1.2 Comparación histórica punto Balsa Nigüe

Se han realizado 5 campañas de monitoreo en el punto Balsa Nigüe (Figura 5), registrándose una abundancia total de 58 individuos.

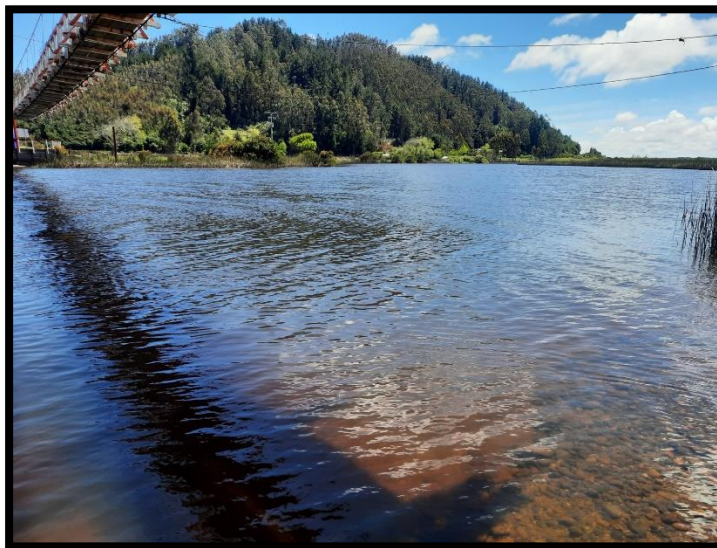


Figura 5. Punto monitoreo Balsa Nigüe.

Se han registrado taxas en 4 de las 5 campañas de monitoreo, siendo otoño 2023 (O-2023), en la que no se registraron individuos (Tabla 5, Figura 6).

Tabla 5. N° de individuos identificados en 6 campañas de monitoreo entre los años 2021 y 2023, Balsa Nigüe.

Taxas	P-2021	O-2022	P-2022	O-2023	P-2023
Hydroptilidae	1	0	0	0	0
Leptophlebiidae	1	0	1	0	0
Corophiidae	6	13	0	0	1
Aegliidae	1	0	3	0	0
Clitellata/Hirudinea	2	0	0	0	0
Polychaeta	0	1	4	0	0
Chiliniidae	5	1	1	0	15(+)
Jariniidae	0	0	0	0	2
Total	16	15	9	0	18

+: individuos con más de 15 registros en el punto de monitoreo

La estación primavera 2021 (P-2021) fue la que presentó mayor abundancia con un total de 16 individuos y también la con mayor diversidad de taxas.

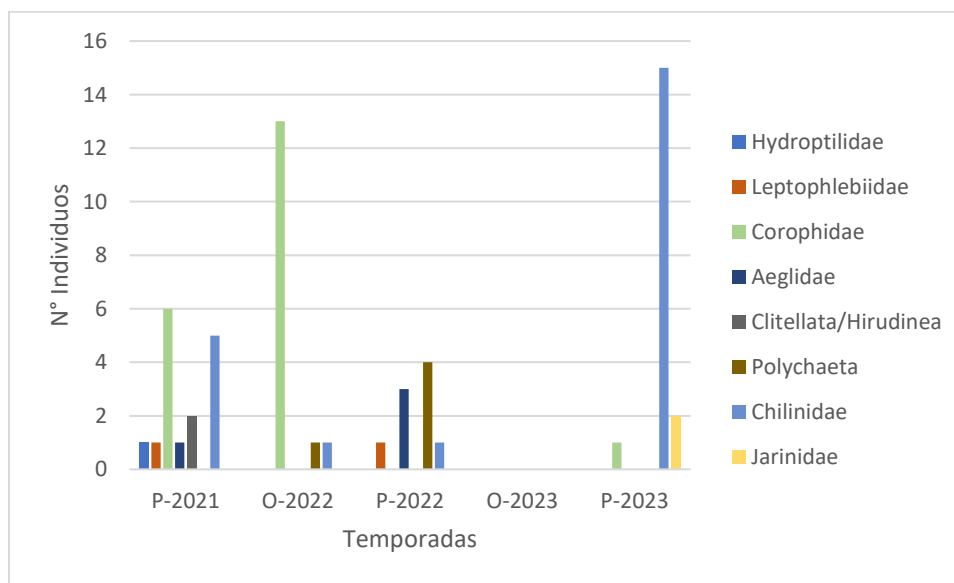


Figura 6. N° de individuos identificados en 6 campañas de monitoreo entre los años 2021 y 2023, Balsa Nigüe.

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 el punto de monitoreo. Otros taxas registrados como Hirudíneas y Polychaetas son indicadoras de contaminación orgánicas o pueden sobrevivir en hábitats con este tipo de contaminación.

3.2.2 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Balsa Nigüe

La temperatura más alta se registró en la temporada de primavera 2022 con 18,5 ° C y la más baja en otoño 2023 con 11,70 °C (Tabla 6). El oxígeno disuelto (ppm) más alto registrado fue en otoño 2022 con 8,33 ppm y la más baja en primavera 2022 con 0,61 ppm.

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en este punto fue de 70,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más alta en otoño 2023 y de 40,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más baja en otoño 2021 (Tabla 6).

Tabla 6. Registro de parámetros físico-químicos en temporadas otoño y primavera entre los años 2021 al 2023, Balsa Nigüe.

Temporadas	T (°C)	pH	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (ppm)	OD (ppm)
O-2021	17,94	7,73	40,0	-	8,33
O-2022	11,86	8,27	57,5	29	8,71
P-2022	18,15	7,93	44,0	22	0,61
O-2023	11,70	8,72	70,0	35	4,76
P-2023	15,16	6,91	47,0	24	7,88

Los sólidos disueltos totales (ppt) más alto se registraron en la temporada otoño 2023 con 35 ppm y el más bajo en primavera 2022 con 22 ppm, lo que concuerda con los registros de conductividad eléctrica en esa temporada siendo una de las más bajas registradas. El pH tuvo variaciones en las distintas temporadas monitoreadas, registrándose valores alcalinos en las temporadas de otoño 2022 y 2023 y un valor ácido en la temporada de primavera 2023.

3.1.3 Comparación histórica punto Puralaco

Se han realizado 3 campañas de monitoreo en el punto Puralaco (Figura 7), registrándose una abundancia total de 77 individuos, siendo el punto con la segunda mayor abundancia registrada en toda el área de monitoreo.



Figura 7. Punto monitoreo Puralaco.

Se han registrado taxas en las 3 campañas de monitoreo, siendo primavera 2022 (P-2022), la que presento la mayor abundancia con 46 individuos y la segunda mayor diversidad de taxas luego de O-2023 (otoño-2023) (Tabla 7, Figura 8).

Tabla 7. N° de individuos identificados en 3 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Puralaco.

Taxas	P-2022	O-2023	P-2023
Ameletopsidae	1	1	0
Baetidae	10	1	3
Blephariceridae	0	3	0
Ceratopogonidae	1	0	0
Chironomidae	0	2	0
Gripopterygidae	1	2	2
Hydropsychidae	0	2	3
Leptophlebiidae	25	1	4
Psephenidae	7	4	2
Simuliidae	1	0	1
Total	46	16	15

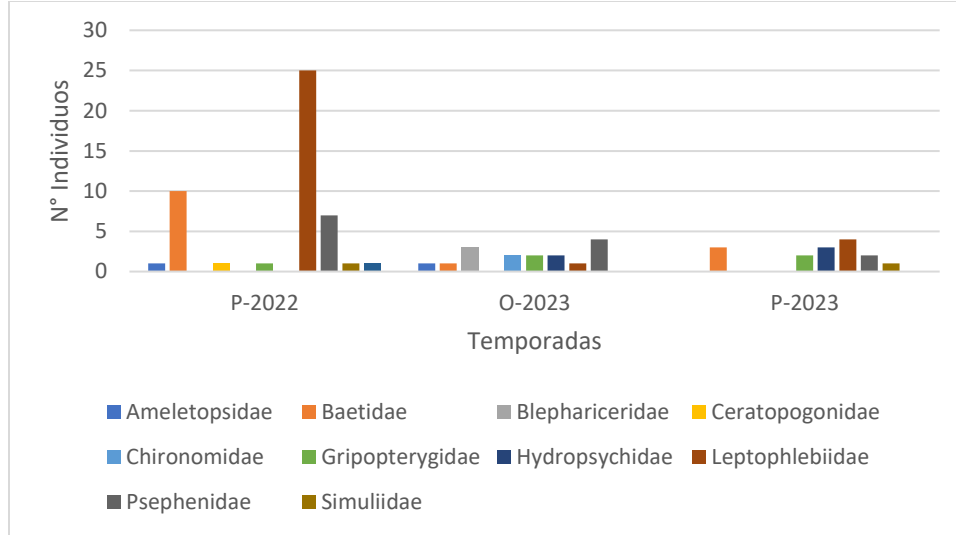


Figura 8. N° de individuos identificados en 3 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Puralaco.

En el punto de monitoreo Puralaco se han registrado familias indicadoras de buena calidad de agua como Ameletopsidae, Blephariceridae, Psephenidae, Simuliidae entre otras. Las familias con mayor frecuencia registrada en temporadas de otoño y primavera fueron Baetidae, Gripopterygidae, Leptophlebiidae y Psephenidae.

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, el punto presenta las características para que estos organismos sobrevivan, con buenas concentraciones de oxígeno y bajas concentraciones de contaminación orgánica.

3.2.3 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Puralaco

La temperatura más alta se registró en la temporada de primavera 2022 con 13,57 ° C y la más baja en otoño 2023 con 9,83 ° C (Tabla 8). El oxígeno disuelto (ppm) más alto registrado fue en primavera 2022 con 2,19 ppm y la más baja en otoño 2023 con 1,50 ppm (Tabla 8), estos valores son bastantes bajos para el tipo de hábitat y organismos encontrados, probablemente puede que haya algún problema de calibración con el equipo y estos valores no representen la realidad del punto de monitoreo.

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en este punto fue de $50 \mu\text{S}/\text{cm}$ la más alta en primavera 2022 y de $49 \mu\text{S}/\text{cm}$ la más baja en otoño 2023.

Tabla 8. Registro de parámetros físico-químicos en temporadas otoño y primavera entre los años 2021 al 2023, Puralaco.

Temporadas	T (°C)	pH	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (ppm)	OD (ppm)
P-2022	13,6	7,6	50	23	2,2
O-2023	9,8	7,1	49	25	1,5
P-2023	9,9	6,9	53	26	1,7

Los sólidos disueltos totales (ppm) más alto se registraron en la en la temporada otoño 2023 y primavera 2023 con 25 y 26 ppm respectivamente y el más bajo en primavera 2022 con 23 ppm. El pH tuvo un comportamiento más alcalino en primavera 2022 y más ácido en primavera 2023, lo que concuerda con el mayor valor de conductividad eléctrica registrado en esta época, a pH más bajos la conductividad eléctrica es más alta, producto a que la concentración de iones hidrógenos H^+ es mayor.

3.1.4 Comparación histórica punto Boroa Sur

Se han realizado 4 campañas de monitoreo en el punto Boroa Sur (Figura 9), registrándose una abundancia total de 260 individuos, siendo el punto con mayor abundancia registrada en toda el área de estudio.



Figura 9. Punto monitoreo Boroa Sur.

Se han registrado taxas en las 4 campañas de monitoreo, siendo primavera 2023 (P-2023), la que presento la segunda mayor abundancia con 70 individuos (Tabla 9, Figura 10).

Tabla 9. N° de individuos identificados en 4 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Boroa Sur.

Taxas	O-2022	P-2022	O-2023	P-2023
Aeglidae	1	15	15	15
Baetidae	5	0	0	15
Hydropsychidae	0	2	0	5
Leptopceridae	0	0	0	1
Leptophlebiidae	0	12	5	30
Onicogastridae	0	3	0	3
Tipulidae	2	0	0	1
Total	8	32	20	70

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 aún no han perturbado el ecosistema de manera considerable.

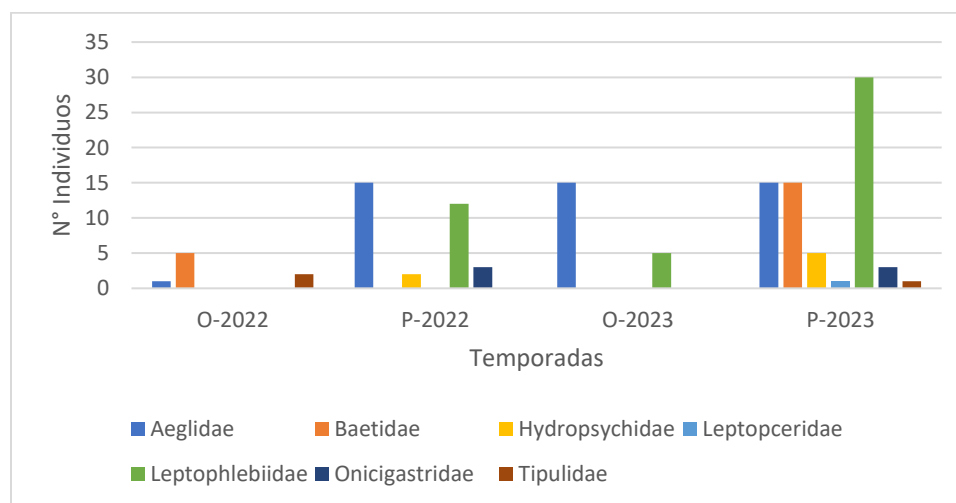


Figura 10. N° de individuos identificados en 4 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Boroa Sur.

Tanto el registro de las familias Leptophlebiidae, Onicogastridae, Tipulidae y Aeglidae nos indican que las aguas aún conservan una buena calidad para la sobrevivencia de estos organismos. Además se ha registrado fauna acompañante, como camarones de río, 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.

3.2.4 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Boroa Sur

La temperatura más alta se registró en la temporada de primavera 2023 con 14,49 ° C y la más baja en otoño 2022 con 8,44 ° C (Tabla 10). El oxígeno disuelto (ppm) más alto registrado fue en otoño 2022 con 13,48 ppm y la más baja en primavera 2023 con 1,65 ppm (Tabla 10), estos valores son bastantes bajos para el tipo de hábitat y organismos encontrados, probablemente puede que haya algún problema de calibración con el equipo y estos valores no representen la realidad del punto de monitoreo.

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en este punto fue de 36 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más alta en otoño 2023 y de 32 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más baja en otoño 2022 y primavera 2022.

Tabla 10. Registro de parámetros físico-químicos en temporadas otoño y primavera entre los años 2022 al 2023, Boroa Sur.

Temporada	T (°C)	pH	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (ppm)	OD (ppm)
O-2022	8,44	7,0	32	16	13,48
P-2022	14,11	7,6	32	15	13,45
O-2023	11,30	7,3	36	18	2,81
P-2023	14,49	7,8	33	17	1,65

Los sólidos disueltos totales (ppm) se mantuvieron constantes en todas las temporadas con valores de 18 y 15 ppm. El pH tuvo un comportamiento más alcalino en primavera 2023 con 7,8 unidades de pH, esta variable se mantuvo más menos contantes durante todas las temporadas.

3.1.5 Comparación histórica punto Puerto Ramos

Se han realizado 4 campañas de monitoreo en el punto Puerto Ramos (Figura 11), registrándose una abundancia total de 12 individuos, siendo el punto con menor abundancia registrada en toda el área de estudio.

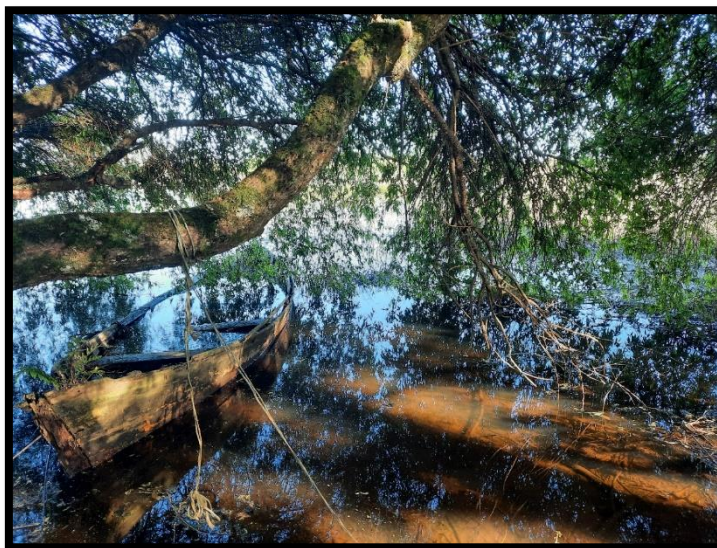


Figura 11. Punto monitoreo Puerto Ramos.

Se han registrado taxas en 3 de las 4 campañas de monitoreo, siendo primavera 2023 (P-2023), en la que no se registraron individuos (Tabla 11, Figura 12).

Tabla 11. N° de individuos identificados en 4 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Puerto Ramos.

Taxas	O-2022	P-2022	O-2023	P-2023
Chiliniidae	1	0	0	0
Clitellata/Hirudinea	1	0	0	0
Hyalloelidae	0	7	2	0
Onicogastridae	0	1	0	0
Total	2	8	2	0

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.

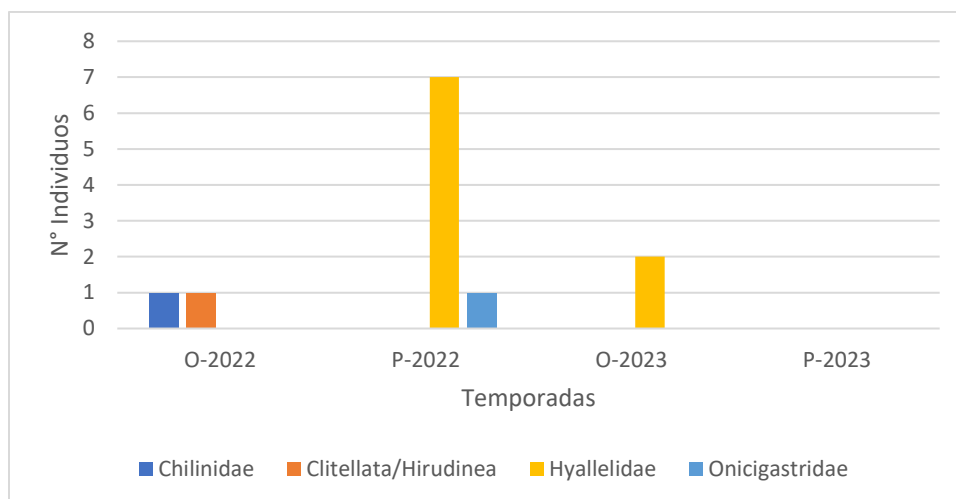


Figura 12. N° de individuos identificados en 4 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Puerto Ramos.

A demás se ha registrado fauna acompañante, como camarones de río, 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.

3.2.5 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Puerto Ramos

La temperatura más alta se registró en la temporada de primavera 2022 con 18,5 ° C y la más baja en otoño 2023 con 11,9 ° C (Tabla 12). El oxígeno disuelto (ppm) más alto registrado fue en otoño 2022 con 6,1 ppm y la más baja en primavera 2023 con 1,0 ppm (Tabla 12). El oxígeno disuelto en este punto de monitoreo se comporta de manera variable, esto debido a que es un hábitat con intrusión salina de manera temporal. Cuando el agua salada se mezcla con agua dulce, puede crear una capa inferior más densa que limita la circulación y el intercambio de oxígeno, lo que podría afectar negativamente el nivel de oxígeno disuelto en el agua dulce.

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en este punto fue de 46 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más alta en otoño 2022 y de 39 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más baja en primavera 2022.

Tabla 12. Registro de parámetros físico-químicos en temporadas otoño y primavera entre los años 2022 al 2023, Puerto Ramos.

Estación	T (°C)	pH	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (ppm)	OD (ppm)
O-2022	12,0	6,9	46	23	6,1
P-2022	18,5	7,3	39	19	3,7
O-2023	11,9	8,1	44	25	5,7
P-2023	12,2	6,5	43	20	1,0

Los sólidos disueltos totales (ppm) tuvieron una máxima de 25 ppm y una mínima de 19 ppm en otoño 2023 y primavera 2022 respectivamente. El pH tuvo un comportamiento alcalino en otoño 2023 con 8,1 unidades de pH y más ácido en otoño 2022 y primavera 2023 con 6,5 y 6,9 unidades de pH respectivamente.

3.1.6 Comparación histórica punto Boroa

Se han realizado 5 campañas de monitoreo en el punto Boroa (Figura 13), registrándose una abundancia total de 18 individuos.



Figura 13. Punto monitoreo Boroa.

Se han registrado taxas en 4 de las 5 campañas de monitoreo, siendo otoño 2023 (O-2023), en la que no se registraron individuos (Tabla 13, Figura 14).

Tabla 13. N° de individuos identificados en 5 campañas de monitoreo entre los años 2021 y 2023, Boroa.

Taxas	P-2021	O-2022	P-2022	O-2023	P-2023
Aeshnidae	0	0	2	0	0
Calopterygidae	1	0	2	0	0
Hyallemidae	2	1	0	0	7
Jarinidae	0	0	0	0	1
Onicogastridae	3	0	0	0	0
Total	6	1	4	0	8

La mayor diversidad se registró en primavera 2021 (P-2021) con 3 familias y la más baja en otoño 2022 con 1 familia. La familia Hyallemidae ha sido la más frecuente en este punto estando presente en 3 de las 5 campañas de monitoreo. La familia Hyallemidae son microcrustáceos recolectores y/o

depredadores, se caracterizan por vivir en casi todos los cuerpos de agua continentales, encontrándose con frecuencia bajo piedras, entre la vegetación, raíces sumergidas, troncos, etc. (Palma, 2003).

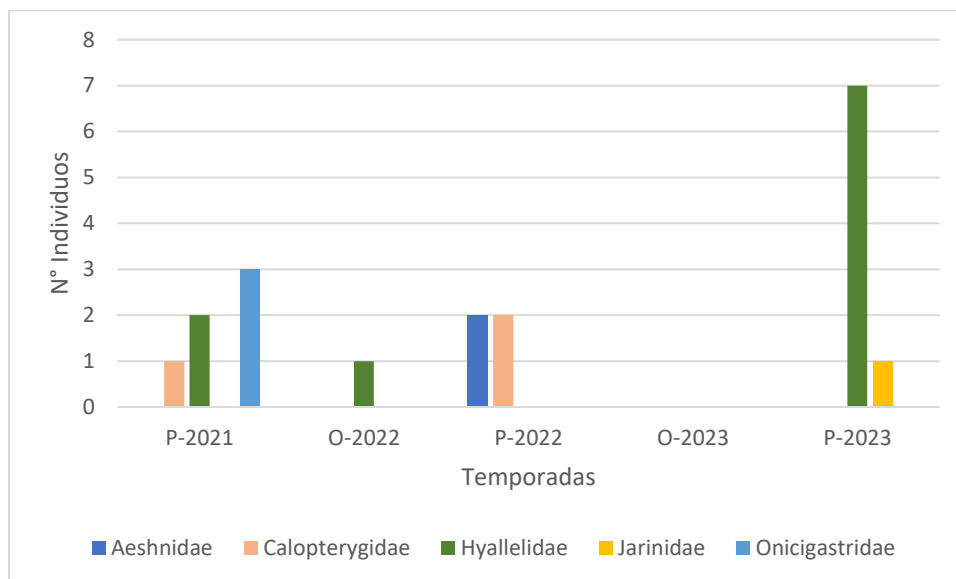


Figura 14. N° de individuos identificados en 5 campañas de monitoreo entre los años 2021 y 2023, Boroa.

Este punto de monitoreo a lo largo de las campañas ha presentado una baja diversidad y abundancia, se han utilizado variadas técnicas para realizar una mayor recolección y se han extraído tanto desde la zona bentónica como desde una zona de aguas profundas, sin obtener diferencias significativas.

3.2.6 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Boroa

La temperatura más alta se registró en la temporada de primavera 2022 con 18,3 ° C y la más baja en otoño 2022 con 11,7 ° C (Tabla 14). El oxígeno disuelto (ppm) más alto registrado fue en otoño 2022 con 9,73 ppm y la más baja en otoño 2023 con 0,51 ppm (Tabla 14).

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en este punto fue de 46 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más alta en primavera 2023 y de 38 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más baja en primavera 2021.

Tabla 14. Registro de parámetros físico-químicos en temporadas otoño y primavera entre los años 2021 al 2023, Boroa.

Temporada	T (°C)	pH	CE (μS/cm)	TDS (ppm)	OD (ppm)
P-2021	17,4	7,59	38	-	7,38
O-2022	11,7	7,08	45	22	9,73
P-2022	18,3	7,51	45	24	9,71
O-2023	12,1	7,07	34	22	0,51
P-2023	16,6	7,67	46	23	1,42

Los sólidos disueltos totales (ppm) se mantuvieron constantes en todas las temporadas con una variación de dos puntos entre temporada. El pH se mantuvo estable entre temporadas, registrándose el valor más bajo en otoño 2022 con 7,08 unidades de pH y el más alto con 7,59 unidades de pH.

3.1.7 Comparación histórica punto Boroa Norte

Se han realizado 3 campañas de monitoreo en el punto Boroa Norte (Figura 15), registrándose una abundancia total de 122 individuos y 13 familias, siendo el punto de monitoreo con mayor diversidad registrada.



Figura 15. Punto de monitoreo Boroa Norte.

Se han registrado taxas en 3 campañas de monitoreo, siendo otoño 2023 (O-2023), la más abundante y diversa de todas las campañas (Tabla 15, Figura 16).

Tabla 15. N° de individuos identificados en 3 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Boroa Norte.

Taxas	P-2022	O-2023	P-2023
Aeglidae	0	2	1
Ameletopsidae	0	1	0
Baetidae	2	10	2
Blephariceridae	0	3	1
Ceratopogonidae	1	0	0
Diamphipnoidae	7	2	3
Dugesiidae	2	2	4
Gripopterygidae	1	7	0
Hydropsychidae	3	1	6
Leptopceridae	1	1	0
Leptophlebiidae	19	18	15
Psephenidae	1	0	5
Simuliidae	0	1	0
Total	37	48	37

La familia Leptophlebiidae ha sido la más frecuente en este punto estando presente en las 3 campañas de monitoreo, con una abundancia total de 52 individuos. Leptophlebiidae 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.

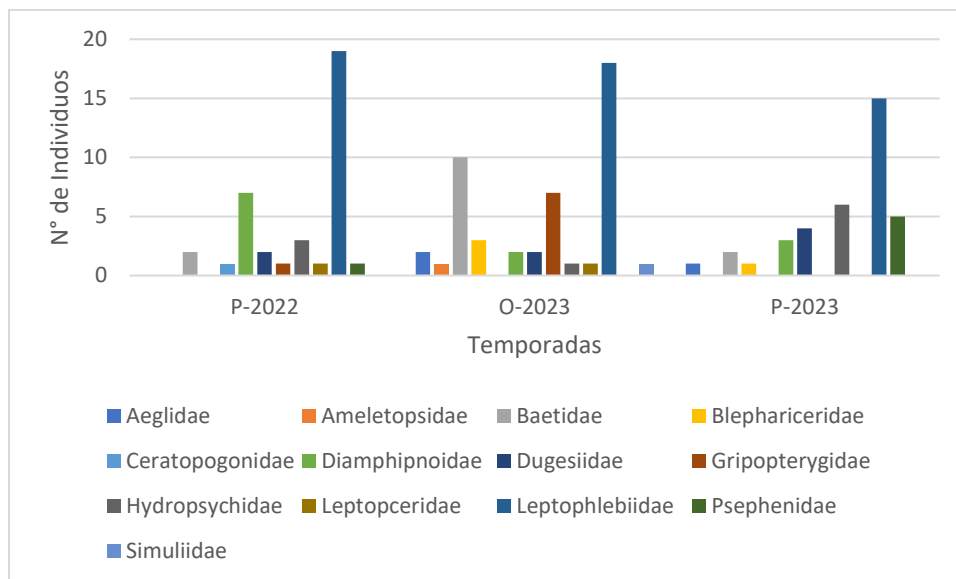


Figura 16. N° de individuos identificados en 3 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Boroa Norte.

La familia Diamphipnoidae también frecuente de encontrar en este punto, muy importantes como indicadores de calidad de agua, ellas 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).

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 corrientosas y bien oxigenadas, características presentes en la estación monitoreada.

3.2.7 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Boroa Norte

La temperatura más alta se registró en la temporada de primavera 2022 con 18,5 °C y la más baja en otoño 2023 con 11,9 °C (Tabla 16). El oxígeno disuelto (ppm) más alto registrado fue en otoño 2022 con 6,1 ppm y la más baja en primavera 2023 con 1,0 ppm (Tabla 16). El oxígeno disuelto en este punto de monitoreo se comporta de manera variable, esto debido a que es un hábitat con intrusión salina de manera temporal. Cuando el agua salada se mezcla con agua dulce, puede crear una capa inferior más densa que limita la circulación y el intercambio de oxígeno, lo que podría afectar negativamente el nivel de oxígeno disuelto en el agua dulce.

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en este punto fue de $46 \mu\text{S}/\text{cm}$ la más alta en otoño 2022 y de $39 \mu\text{S}/\text{cm}$ la más baja en primavera 2022.

Tabla 16. Registro de parámetros físico-químicos en temporadas otoño y primavera entre los años 2022 al 2023, Boroa Norte.

Estación	T ($^{\circ}\text{C}$)	pH	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (ppm)	OD (ppm)
P-2022	10,87	7,37	30	15	4,47
O-2023	9,89	7,46	33	17	1,74
P-2023	11,42	7,87	32	16	1,87

Los sólidos disueltos totales (ppm) variaron entre 15 a 17 ppm. El pH tuvo un comportamiento alcalino en otoño 2023 con 8,1 unidades de pH y más ácido en otoño 2022 y primavera 2023 con 6,5 y 6,9 unidades de pH respectivamente.

3.1.8 Comparación histórica punto Boldo Alto

Se han realizado 3 campañas de monitoreo en el punto Boldo Alto (Figura 17), registrándose una abundancia total de 51 individuos y 9 familias (Tabla 17, Figura 18).



Figura 17. Punto de monitoreo Boldo Alto

Se han registrado taxas en las 3 campañas de monitoreo, siendo primavera 2023 (P-2021), la más abundante (Tabla 17, Figura 18).

Tabla 17. N° de individuos identificados en 3 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Boldo Alto.

Taxas	P-2022	O-2023	P-2023
Aeglidae	3	0	0
Aeshnidae	2	0	0
Athericidae	0	0	1
Chiliniidae	1	0	0
Diamphipnoidae	0	0	1
Leptophlebiidae	12	10	17
Onicogastridae	0	0	1
Perlidae	0	0	2
Pyralidae	0	1	0
Total	18	11	22

La familia Leptophlebiidae ha sido la más frecuente en este punto estando presente en las 3 campañas de monitoreo, con una abundancia total de 39 individuos. Las especies de la familia Leptophlebiidae, también conocidas como efemerópteros, son consideradas buenos indicadores de la calidad del agua. Estos insectos acuáticos son sensibles a los cambios en la calidad del agua y su presencia o ausencia puede proporcionar información sobre la salud del ecosistema acuático.

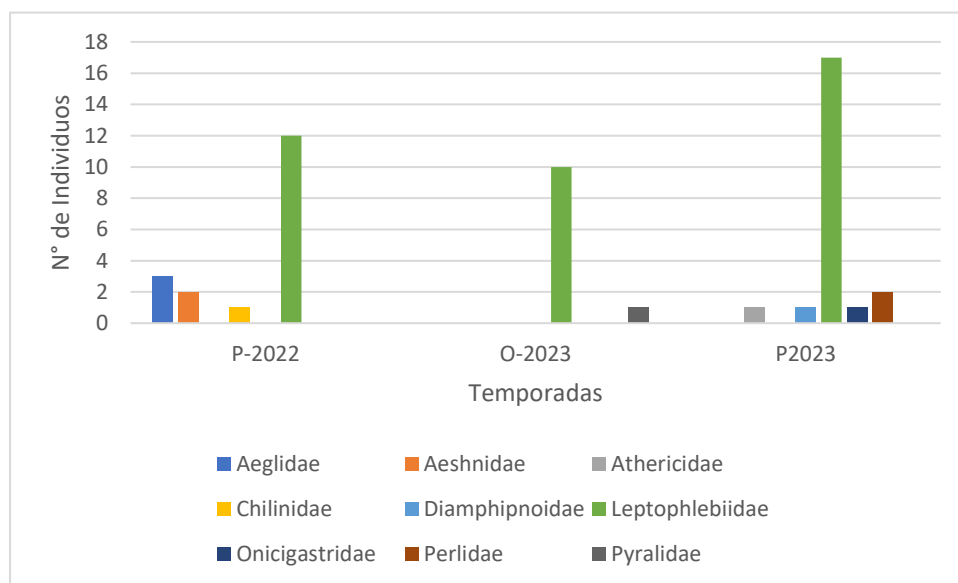


Figura 18. N° de individuos identificados en 3 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Boldo Alto.

Las ninfas de Leptophlebiidae generalmente requieren aguas limpias, bien oxigenadas y con baja contaminación para sobrevivir, pero al igual que con otros indicadores biológicos, es importante considerar múltiples factores y realizar evaluaciones adicionales para obtener una imagen completa de la calidad del agua. La presencia exclusiva de Leptophlebiidae no debe considerarse como el único criterio para determinar la calidad del agua, sino como una pieza más del rompecabezas.

3.2.8 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Boldo Alto

La temperatura más alta se registró en la temporada de primavera 2022 con 18,5 ° C y la más baja en otoño 2023 con 11,9 ° C (Tabla 18). El oxígeno disuelto (ppm) más alto registrado fue en otoño 2022 con 6,1 ppm y la más baja en primavera 2023 con 1,0 ppm (Tabla 18). El oxígeno disuelto en este punto de monitoreo se comporta de manera variable, esto debido a que es un hábitat con intrusión salina de manera temporal. Cuando el agua salada se mezcla con agua dulce, puede crear una capa inferior más densa que limita la circulación y el intercambio de oxígeno, lo que podría afectar negativamente el nivel de oxígeno disuelto en el agua dulce.

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en este punto fue de 46 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más alta en otoño 2022 y de 39 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más baja en primavera 2022.

Tabla 18. Registro de parámetros físico-químicos en temporadas otoño y primavera entre los años 2022 al 2023, Boldo Alto.

Estación	T (°C)	pH	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (ppm)	OD (ppm)
P-2022	12,26	7,47	23	11	7,80
O-2023	10,05	7,84	31	16	5,35
P-2023	10,64	8,11	24	12	2,39

Los sólidos disueltos totales (ppm) tuvieron su máximo (16 ppm) en la temporada de otoño 2023 y un mínimo de 11 ppm en la temporada de primavera 2022. El pH tuvo un comportamiento alcalino en otoño 2023 con 8,1 unidades de pH y más ácido en otoño 2022 y primavera 2023 con 6,5 y 6,9 unidades de pH respectivamente.

3.1.9 Comparación histórica punto Puente Boldo

Se han realizado 5 campañas de monitoreo en el punto Puente Boldo (Figura 18), registrándose una abundancia total de 92 individuos y 8 familias (Tabla 19, Figura 19)



Figura 19. Punto de monitoreo Puente Boldo.

Se han registrado taxas en las 5 campañas de monitoreo, siendo primavera 2021 (P-2021), la más diversa y la temporada primavera 2023 (P-2023) las más abundante (Tabla 19, Figura 20).

Tabla 19. N° de individuos identificados en 5 campañas de monitoreo entre los años 2021 y 2023, Puente Boldo.

Taxas	P-2021	O-2022	P-2022	O-2023	P-2023
Aeglidae	1	0	0	0	0
Chilinae	2	1	1	0	1
Corixidae	2	0	0	0	0
Hirudinea	2	0	1	1	1
Hyalidae	3	0	1	0	0
Hydroptilidae	4	0	3	0	0
Jariniidae	12	5	22	0	27
Onicogastridae	1	0	1	0	0
Total	27	6	29	1	29

Este punto de monitoreo se ha caracterizado por presentar gran abundancia de isópodos del género *Heterias sp.*, con un total de 66 individuos colectados. Aproximadamente 10% de las especies isópodos son dulceacuícolas (Wilson, 2008). Generalmente son de 5 a 20 mm de largo y el cuerpo puede ser aplanado o delgado y alargado. Tienen una tolerancia baja a media a la contaminación, pero existe escasa bibliografía respecto de este género en el país.

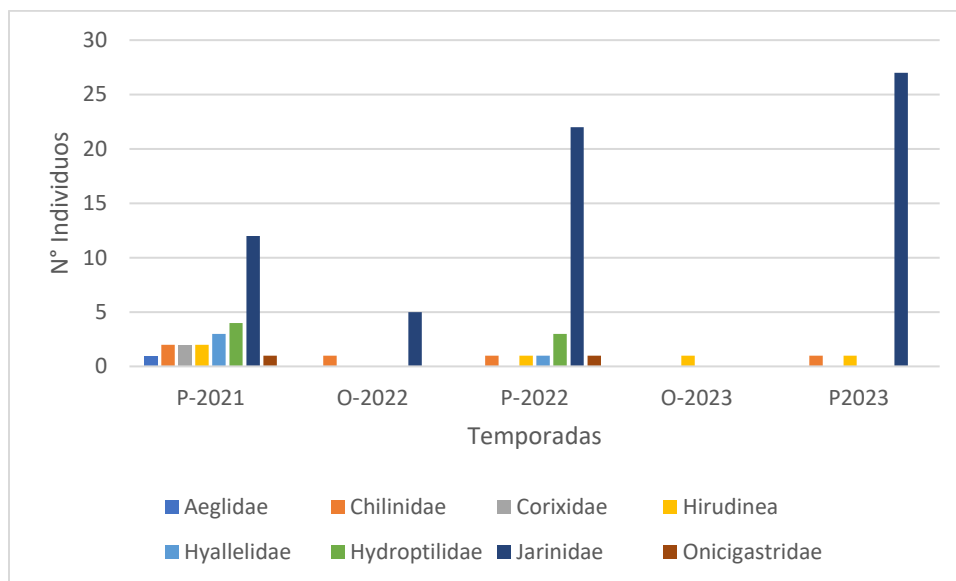


Figura 20. N° de individuos identificados en 5 campañas de monitoreo entre los años 2021 y 2023, Puente Boldo.

La subclase Hirudínea también fue frecuente en este punto de monitoreo, los Hirudíneos 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).

3.2.9 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Puente Boldo

La temperatura más alta se registró en la temporada de primavera 2022 con 18,15 ° C y la más baja en otoño 2022 con 10,41 ° C (Tabla 20). El oxígeno disuelto (ppm) más alto registrado fue en primavera 2022 con 12,8 ppm y la más baja en primavera 2023 con 0,5 ppm (Tabla 20).

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en este punto fue de 83 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más alta en primavera 2023 y de 31 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más baja en primavera 2022.

Tabla 20. Registro de parámetros físico-químicos en temporadas otoño y primavera entre los años 2021 al 2023, Puente Boldo.

Estación	T (°C)	pH	CE (μS/cm)	TDS (ppm)	OD (ppm)
P-2021	15,38	6,89	54	-	8,2
O-2022	10,41	7,34	35	18	12,5
P-2022	18,15	7,34	31	36	12,8
O-2023	12,10	7,07	34	17	0,5
P-2023	14,60	6,99	83	42	0,6

Los sólidos disueltos totales (ppm) tuvieron su máximo en la temporada de primavera 2022 con 36 ppm y un mínimo de 18 ppm. El pH se mantuvo mas menos constante ente las temporadas otoño 2022 y otoño 2023. En la temporada primavera 2021 y primavera 2023, se registraron pH más ácidos con 6,89 y 6,99 unidades de pH respectivamente.

3.1.10 Comparación histórica punto Laguna Tromen

Se han realizado 3 campañas de monitoreo en el punto Laguna Tromen (Figura 21), registrándose una abundancia total de 66 individuos y 6 taxas (Tabla 21, Figura 22).



Figura 21. Punto de monitoreo Laguna Tromen.

Se han registrado taxas en las 3 campañas de monitoreo, siendo primavera 2023 (P-2023), la más abundante (Tabla 21, Figura 20).

Tabla 21. N° de individuos identificados en 3 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Laguna Tromen.

Taxas	P-2022	O-2023	P-2023
Acari	0	1	0
Calamoceratidae	0	0	2
Corixidae	3	2	0
Chironomidae	25	3	1
Hyallelidae	11	2	15
Jarinidae	1	0	0
Total	40	8	18

Se ha registrado dos taxas de manera frecuente en el Laguna Tromen, la familia Chironomidae (orden Díptera,) y la especie *Hyallela chilensis* (orden Amphipoda, familia Hyallelidae), un insecto y un microcrustáceo respectivamente.

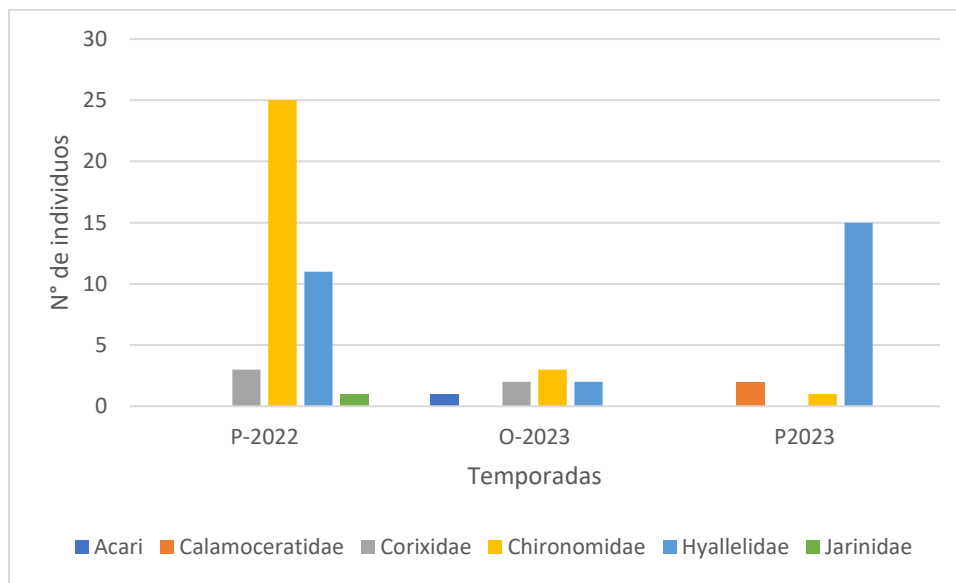


Figura 22. N° de individuos identificados en 3 campañas de monitoreo entre los años 2022 y 2023, Laguna Tromen.

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 estudios de evaluación de agua dulce han utilizado cambios en individuos y poblaciones de Chironomidae como bioindicadores para evaluar los cambios en los ecosistemas acuáticos y la calidad ambiental (Serra-Tosio & Lods-Crozet, 2012). Se ha encontrado que ciertas especies de

quironómidos están asociadas con variables específicas de calidad del agua, como la conductividad, el oxígeno disuelto y los niveles de nutrientes. Estas asociaciones pueden proporcionar información valiosa sobre el estado de un ecosistema acuático y los posibles impactos ambientales (Serra-Tosio & Lods-Crozet, 2012).

Por otra parte, la familia Hyallellidae son microcrustáceos recolectores y/o depredadores, se caracterizan por vivir en casi todos los cuerpos de agua continentales, encontrándose con frecuencia bajo piedras, entre la vegetación, raíces sumergidas, troncos, etc. (Palma, 2003).

3.2.10 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Laguna Tremen
La temperatura más alta se registró en la temporada de primavera 2022 con 21,84 ° C y la más baja en otoño 2023 con 11,70 ° C (Tabla 22). El oxígeno disuelto (ppm) más alto registrado fue en primavera 2022 con 5,36 ppm y la más baja en otoño y primavera 2023 con 0,37 ppm (Tabla 22).

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en este punto fue de 148 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más alta en primavera 2022 y de 48 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más baja en otoño 2022. La conductividad es una variable que puede cambiar producto de los cambios de temperatura, impurezas y sales disueltas que podamos encontrar en el cuerpo de agua.

Tabla 22. Registro de parámetros físico-químicos en temporadas otoño y primavera entre los años 2021 al 2023, Laguna Tremen.

Temporada	T (°C)	pH	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (ppm)	OD (ppm)
P-2022	21,84	7,40	148	74	5,36
O-2023	11,70	6,87	48	24	0,37
P-2023	19,78	7,03	126	62	0,37

Los sólidos disueltos totales (ppm) tuvieron un mínimo de 24 ppm en la temporada de otoño 2023 y un máximo de 74 ppm en la temporada 2022. El pH se mantuvo más menos constante entre las temporadas primavera 2022 y primavera 2023. En la temporada otoño 2023 se registró el pH más ácido.

3.1.11 Comparación histórica punto Laguna Patagua

Se han realizado 5 campañas de monitoreo en el punto Laguna Patagua (Figura 23), registrándose una abundancia total de 43 individuos y 8 taxas (Tabla 23, Figura 24).



Figura 23. Punto de monitoreo Laguna Patagua.

Se han registrado taxas en 4 de las 5 campañas de monitoreo, siendo primavera 2021 (P-2021), la más abundante, con 18 individuos (Tabla 23, Figura 24).

Tabla 23. N° de individuos identificados en 5 campañas de monitoreo entre los años 2021 y 2023, Laguna Patagua.

Taxas	P-2021	O-2022	P-2022	O-2023	P2023
Aeshnidae	0	0	1	0	1
Calopterygidae	0	0	0	0	2
Chiliniidae	8	0	1	0	0
Chironomidae	0	0	0	0	6
Corixidae	3	0	0	0	0
Hirudinea	2	0	1	0	0
Hyallemidae	5	0	1	0	4
Oligochaeta	0	8	0	0	0
Total	18	8	4	0	13

La familia Hyallemidae ha sido la más frecuente registrándose en 3 de las 5 campañas de monitoreo, otros taxas solo se han registrado solo dos veces como Aeshnidae y Calopterygidae en temporada de primavera. Estas familias son del orden Odonata, representantes de las libélulas y caballitos del diablo, las cuales pasan sus primeros estadios dentro del agua. Los Aeshnidae pueden ser

utilizados como indicadores de calidad del agua debido a su sensibilidad a los cambios en las condiciones del agua. Su presencia o ausencia puede proporcionar información valiosa sobre la salud de un ecosistema acuático (Das & Maity, 2021). Sin embargo, es importante complementar esta información con otros indicadores para obtener una evaluación completa de la calidad del agua. Las especies de la familia Calopterygidae, pueden considerarse indicadores de la calidad del agua en ciertos casos. Estas libélulas suelen habitar en ríos y arroyos con aguas limpias y bien oxigenadas. Si se encuentran presentes en un cuerpo de agua, puede indicar que el ecosistema acuático está en buen estado. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la presencia exclusiva de Calopterygidae no es suficiente para determinar por completo la calidad del agua.

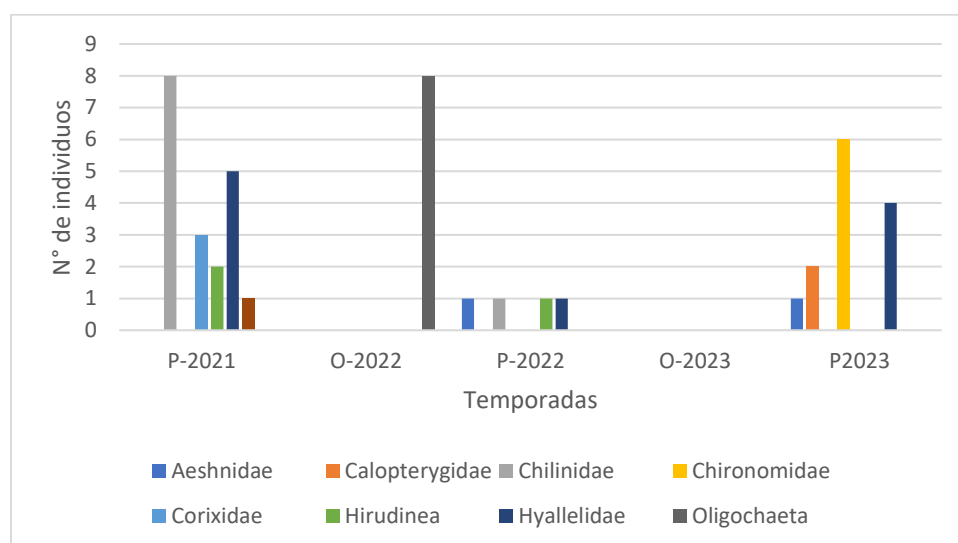


Figura 24. N° de individuos identificados en 5 campañas de monitoreo entre los años 2021 y 2023, laguna Patagua.

3.2.11 Comparación histórica parámetros Físico-Químicos punto muestreo Laguna Patagua La temperatura más alta se registró en la temporada de primavera 2021 con 22,59 ° C y la más baja en otoño 2023 con 11,30 ° C (Tabla 24). El oxígeno disuelto (ppm) más alto registrado fue en primavera 2022 con 10,86 ppm y la más baja en primavera 2023 con 1,02 ppm (Tabla 24).

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en este punto fue de 148 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más alta en primavera 2022 y de 48 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la más baja en otoño 2022. La conductividad es una variable que puede cambiar producto de los cambios de temperatura, impurezas y sales disueltas que podamos encontrar en el cuerpo de agua.

Tabla 24. Registro de parámetros físico-químicos en temporadas otoño y primavera entre los años 2021 al 2023, Laguna Patagua.

Temporada	T (°C)	pH	CE (µS/cm)	TDS (ppm)	OD (ppm)
P-2021	22,59	7,77	68	-	8,77
O-2022	13,27	7,53	70	35	10,86
P-2022	21,84	7,40	148	38	5,36
O-2023	11,30	7,68	77	39	6,31
P-2023	20,04	7,23	92	46	1,02

Los sólidos disueltos totales (ppm) tuvieron un mínimo 35 ppm en la temporada de otoño 2022 y máximo de 46 ppm en primavera 2023. El pH se mantuvo más menos constante ente las temporadas primavera 2022 y primavera 2023. En la temporada otoño 2023 se registró el pH más ácido.

3.3 Histórico por temporada de otoño y primavera

En la comparación por temporadas entre los años 2021 y 2023 se encontraron diferencias tanto en la diversidad como en la abundancia (Tabla 25).

Tabla 25. Abundancia y Diversidad de taxas en campañas del 2021 al 2023 en el Humedal río Queule.

	Otoño	Primavera
Abundancia	174	490
Diversidad	24	30

En la temporada de otoño hubo una abundancia total de 174 individuos y una diversidad de taxas de 24 (Tabla 25, Figura 25), cabe destacar que en esta temporada se encontraron 2 taxas que no fueron registradas en la temporada de primavera, la subclase Acari y la familia Pyralidae, los taxas restantes fueron compartidos entre ambas temporadas.

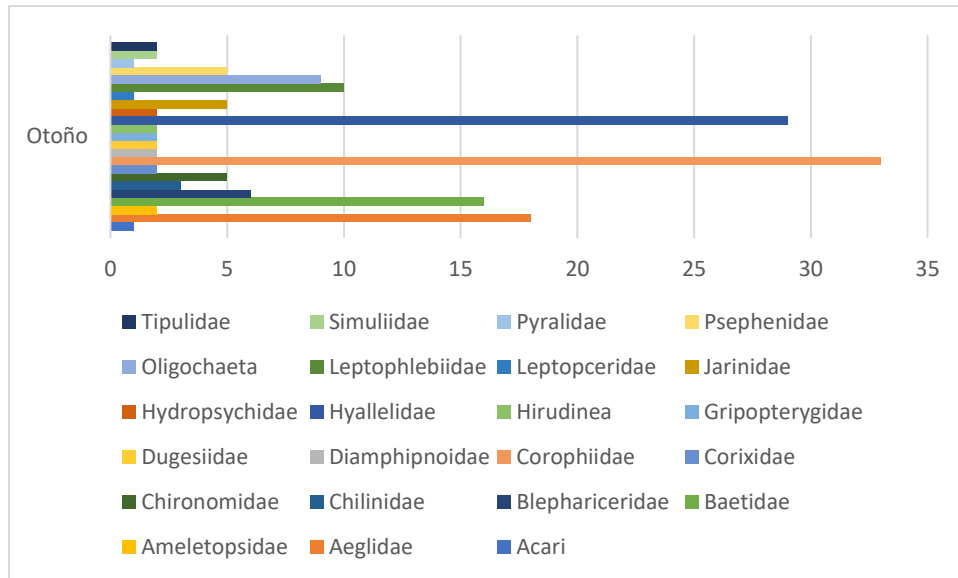


Figura 25. N° de individuos identificados y taxas registradas en las temporadas de otoño entre los años 2021 y 2023 en el Humedal río Queule.

Los taxas más abundantes fueron la familia Corophiidae con 33 individuos y Hyallellidae con 29 individuos ambos del orden Amphipoda y la Aeglidae de la clase Malacostraca con 18 individuos.

Para la temporada de primavera el registro de la abundancia fue mayor con 490 individuos y 30 taxas (Tabla 25, Figura 26). Se registraron 7 familias solo en esta temporada, las cuales fueron Athericidae y Ceratopogonidae del orden Díptera, Calamoceratidae y Hydroptilidae del orden Trichoptera, Calopterygidae del orden Odonata, Oniscigastridae del orden Ephemeroptera y Perlidae del orden Plecóptero (Figura 25).

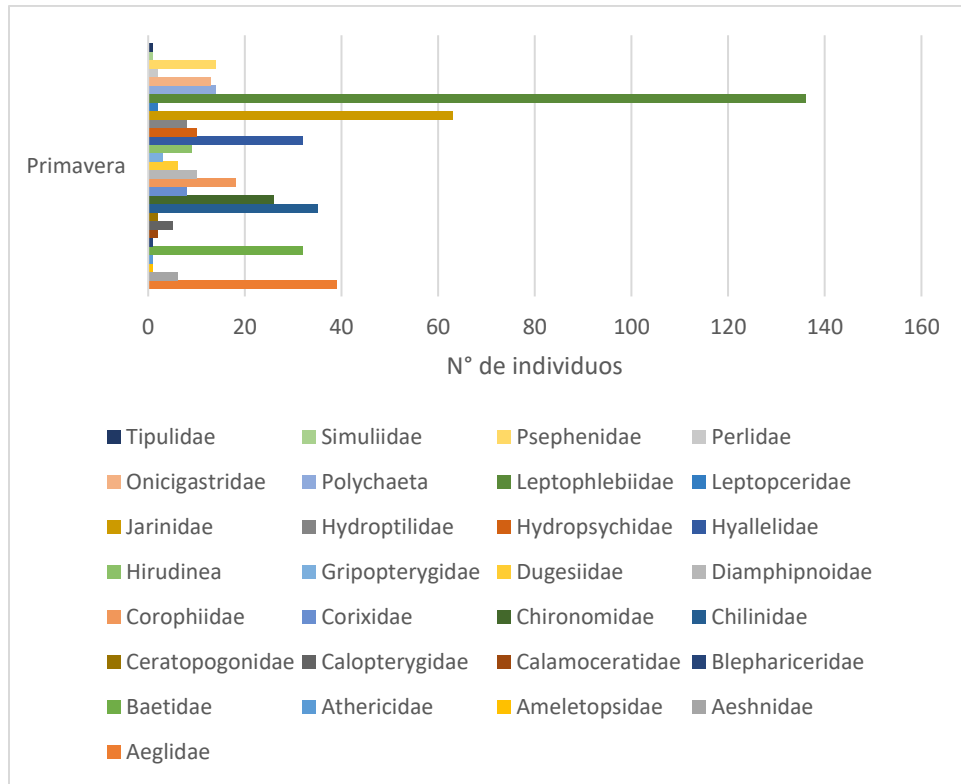


Figura 26. N° de individuos identificados y taxas registrados en las temporadas de primavera entre los años 2021 y 2023 en el Humedal río Queule.

Posiblemente el registro de estas familias en las temporadas de primavera, se dé por sus ciclos de vida, en donde pasan en estado de ninfas en invierno y primavera, para emerger en verano. 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).

4. CONCLUSIONES

1. Se registraron un total de 664 individuos en los 11 puntos de monitoreo, entre los años 2021 y 2023.
2. La temporada de primavera ha registrado la mayor cantidad de taxas versus las registradas en otoño, con 29 y 23 taxas respectivamente.
3. El punto de monitoreo Boroa Norte, ha sido el punto con mayor abundancia y diversidad, debido a las características del punto, localizado en la zona alta de la cuenca, con hábitats ritrónicas y buenas condiciones ambientales.
4. Las estaciones de monitoreos Quele 2, Balsa Nigüe, Puralaco, Laguna Patagua, Boroa Norte, presentaron bajas concentraciones de oxígeno disuelto, por debajo de los 5 mg/l. Quele 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 está 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 más altas.
5. Las estaciones Quele 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.
6. 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 hábitat, lo que será más representativo del ecosistema.
7. De forma general podemos inferir que la salud ecosistémica del humedal río Quele, 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 Quele 2.

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., & Boix, D. (2016). An introduction to freshwater wetlands and their invertebrates. En Springer eBooks (pp. 1-23). https://doi.org/10.1007/978-3-319-24978-0_1
- Das, J., & Maity, J. (2021). Aquatic entomofauna as Biological Indicator of Water quality: A review. *International Journal of Entomology Research*, 6(2), 257-262.
- 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)
- 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
- Oscoz, 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., Grenouillet, G., Esperance, B., & Lek, S. (2006). Stream fish assemblages and basin land cover in a river network. *Science of The Total Environment*, 365(1-3), 140-153. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.02.046>
- 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 pp.
- Rosenberg, D. M., & Resh, V. H. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. *Choice Reviews Online*, 30(11), 30-6159. <https://doi.org/10.5860/choice.30-6159>
- Silver, C. A., Vamosi, S. M., & Bayley, S. E. (2012). Temporary and Permanent Wetland macroinvertebrate Communities: phylogenetic structure through time. *Acta Oecologica-international Journal of Ecology*, 39, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2011.10.001>
- Van Diggelen, R., Sijtsma, F., Strijker, D., & Burg, J. V. D. (2005). Relating land-use intensity and biodiversity at the regional scale. *Basic and Applied Ecology*, 6(2), 145-159. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2005.01.004>
- Wilson, G. (2008). Global diversity of isopod crustaceans (Crustacea; isopoda) in freshwater. En Springer eBooks (pp. 231-240). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8259-7_26

Zimmer, K. D., Hanson, M. A., & Wrubleski, D. A. (2016). Invertebrates in permanent wetlands (Long-Hydroperiod marshes and shallow lakes). En Springer eBooks (pp. 251-286). https://doi.org/10.1007/978-3-319-24978-0_8

6.ANEXOS

Anexo 1. Registro de taxos identificados en las temporadas de Otoño y Primavera entre los años 2021 al 2023.



Odonata



Ameletopsidae



Hydropsichidae



Gripopterygidae



Aegla sp.



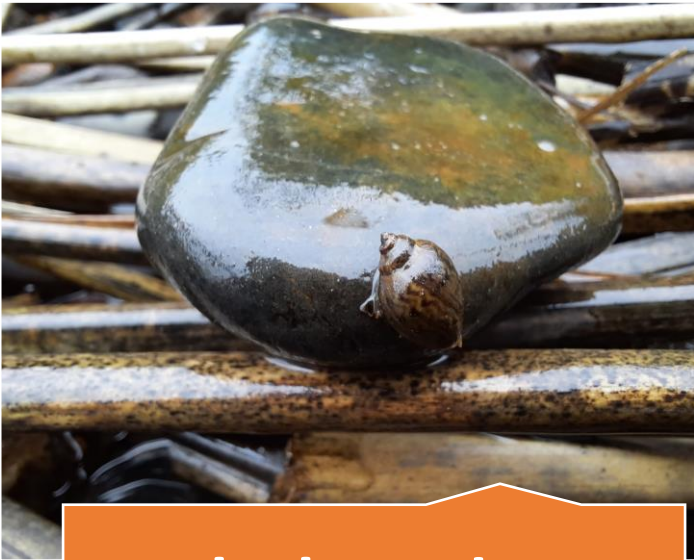
Baetidae



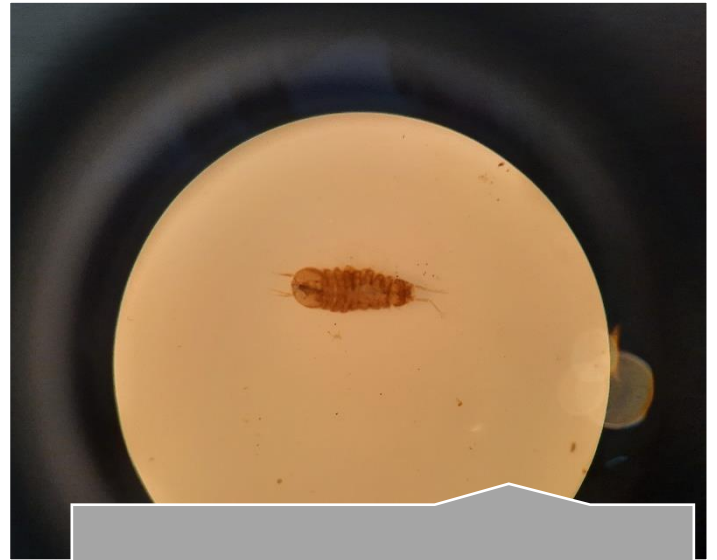
Blephariceridae



Parastacus nicoleti



Chilinidae



Heterias



Leptophlebiidae



Tipulidae



Simuliidae



Chironomidae