



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN

Determinación de gremios tróficos de macroinvertebrados en riachuelos del páramo del Macizo del Cajas, Azuay-Ecuador

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
BIÓLOGO CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN

Autor:

CARLOS RICARDO PADRÓN PESÁNTEZ

Director:

Biol. EDWIN ZÁRATE HUGO Ms.c

CUENCA, ECUADOR

2019

Dedicatoria

A mi hija “impulso de mi vida”.

A mi tía Lolita allá en el cielo.

Agradecimientos

A Dios, no el Dios de las religiones, sino el Dios verdadero quien impulso la evolución para dar paso a la maravilla natural que existe.

A mis padres, por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida.

A mi esposa, por toda la comprensión en los momentos difíciles

A mis tías y a mi hermana, por toda la ayuda que me han brindado, Dios les pague.

A mi hermano, demás familiares y amigos por estar ahí.

A mi Director de tesis Edwin Zarate, por permitirme se parte de un proyecto de investigación.

A todos los docentes de la Escuela de Biología Ecología y Gestión, por todos los conocimientos impartidos.

Índice de contenidos

Dedicatoria	- 2 -
Agradecimientos	- 2 -
Índice de contenidos	- 3 -
Índice de figuras	- 4 -
Índice de tablas	- 5 -
Resumen	- 6 -
Abstract	- 7 -
Capítulo I	- 8 -
Introducción	- 8 -
Marco teórico	- 9 -
OBJETIVOS	- 10 -
Objetivo general:	- 10 -
Objetivos específicos:	- 10 -
Capítulo II	- 11 -
Materiales y métodos	- 11 -
Área de estudio:	- 11 -
Materiales y métodos	- 12 -
Muestreo macroinvertebrados:	- 13 -
Análisis Taxonómico:	- 13 -
Análisis de Dietas:	- 14 -
Gremios tróficos:	- 14 -
Análisis de diversidad	- 15 -
Análisis de las componentes principales (PCA)	- 15 -
Análisis estadísticos.	- 15 -
Capitulo II	- 16 -
Resultados	- 16 -
2.1 Comunidad de macroinvertebrados acuáticos y gremios tróficos	- 16 -
2.2 Gremios Troficos:	- 17 -
Capitulo III:	- 42 -
Discusiones	- 42 -

Riqueza de taxas y análisis de diversidad. - 42 -

Variación de dietas - 43 -

Riqueza, abundancia relativa y descripción gremios tróficos - 43 -

Comparación de la clasificación de gremios por taxón de este estudio vs. Otros estudios en la región. - 46 -

Distribución de Abundancia relativa de gremios tróficos - 48 -

Conclusiones: - 49 -

Referencias - 51 -

Anexos - 57 -

Índice de figuras

Figura 1. Mapa del área de estudio. - 12 -

Figura 2. Abundancia general de órdenes y familias. - 16 -

Figura 3. Abundancia de órdenes y familias, primera y segunda campaña - 17 -

Figura 4. Riqueza de órdenes, familias y géneros; por gremios tróficos, primera y segunda campaña. - 18 -

Figura 5. Abundancia relativa de gremios tróficos primera y segunda campaña. - 19 -

Figura 6. Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x. A: Cyphon, B: Limonicola, C: Andesiops y D: Archips; primera campaña - 24 -

Figura 7. Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x, A: Glossiphoniidae y B: Dugesia. - 25 -

Figura 8. Contenidos estomacales de materia orgánica fina, algas y materia vegetal, con un alcance de 10x. A: Leptohyphes, B: Farrodes y C: Claudioperla; primera campaña. - 25 -

Figura 9. Contenido estomacal de materia orgánica gruesa, Oligochaeta sp, alcance 10x; primera campaña. - 26 -

Figura 10. Contenidos estomacales de materia orgánica gruesa, con un alcance de 10x. A: Arhynchobdellida sp, B: Hyalella y C: Oligochaeta sp; segunda campaña. - 27 -

Figura 11. Contenidos estomacales de algas y materia vegetal, con un alcance de 10x. A: Hyalella y B: Baetodes; primera campaña. - 27 -

Figura 12. Contenidos estomacales de algas y materia vegetal, con un alcance de 10x. A: Hyalella y B: Gripopteryx; segunda campaña. - 28 -

Figura 13. Contenido estomacal de partes de insectos, Atopsyche, alcance 10x; primera campaña. - 28 -

Figura 14. Contenidos estomacales de partes de insectos, con un alcance de 10x. A: Smicridea, B: Atopsyche y C: Contulma; segunda campaña. - 29 -

Figura 15. Índice Shannon, por campaña de muestreo y por riachuelo. - 31 -

Figura 16. PCA de análisis de agrupación de comunidades de macroinvertebrados, por riachuelo y por campaña de muestreo. - 32 -

Figura 17. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Angas, primera y segunda campaña. - 33 -

Figura 18. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Chanlud, primera y segunda campaña. - 34 -

Figura 19. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Chorreras, primera y segunda campaña. - 35 -

Figura 20. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Miguir, primera y segunda campaña. - 36 -

Figura 21. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Patococha, primera y segunda campaña. - 37 -

Figura 22. Distribución de gremios tróficos riachuelo Patul, primera y segunda campaña. - 37 -

Figura 23. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Pucará, primera y segunda campaña. - 38 -

Figura 24. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Quinuas, primera y segunda campaña. - 39 -

Figura 25. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Yanuncay, primera y segunda campaña. - 40 -

Figura 26. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Vivar, primera campaña. - 41 -

Índice de tablas

Tabla 1. Coordenadas en UTM de los riachuelos estudiados. - 13 -

Tabla 2. Gremios tróficos por orden, familia y género; primera campaña. Las familias y géneros en blanco no fueron reportadas debido a su baja abundancia. - 20 -

Tabla 3. Gremios tróficos por orden, familia y género; segunda campaña. Las familias y géneros en blanco no fueron reportadas debido a su baja abundancia. - 21 -

Tabla 4. Contenidos estomacales de órdenes, géneros y familias, primera y segunda campaña. - 23 -

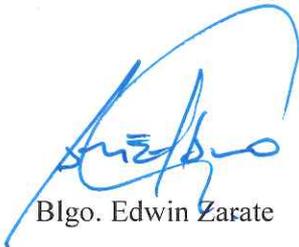
Tabla 5. Comparación de gremios tróficos que difieren entre estudios realizados en la región en ecosistemas de páramo. - 47 -

Determinación de gremios tróficos de macroinvertebrados en riachuelos del páramo del Macizo del Cajas, Azuay-Ecuador

Resumen

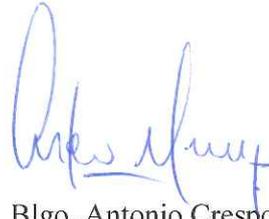
Los ecosistemas acuáticos para mantener su equilibrio involucran diferentes procesos ecológicos, que varían en una dinámica espaciotemporal. En este contexto, estudiamos los gremios tróficos de las comunidades de macroinvertebrados, en riachuelos altoandinos del Macizo del Cajas, partiendo del análisis de contenidos estomacales en dos campañas de muestreo. En la primera campaña reportamos un total de seis gremios tróficos: Colector, Colector-Raspador, Raspador, Fragmentador, Predador y Generalista; mientras que en la segunda campaña se reportaron cinco gremios, no se reportó el grupo Colector-Raspador. Se encontró variación en las dietas de algunas taxas (familias y géneros) y en las distribuciones de gremios tróficos, mismas que pueden estar relacionada con la estacionalidad y características del hábitat.

Palabras clave: Gremios tróficos, Macroinvertebrados, Estructura trófica, Riachuelos Altoandinos, Taxas.



Blgo. Edwin Zarate

Director de tesis



Blgo. Antonio Crespo. Ph.D

Coordinador de la Escuela de Biología Ecología y Gestión



Carlos Padrón Pesantez

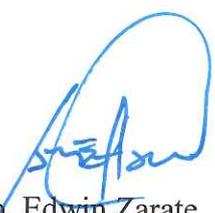
Autor

Determination of trophic guilds of macroinvertebrates in streams of the Páramo del Macizo del Cajas, Azuay-Ecuador

ABSTRACT

Aquatic ecosystems involve different ecological processes to maintain their equilibrium that vary in a space-time dynamic. In this context, the trophic guilds of the macroinvertebrate communities were studied in the high Andean rivulets of the Macizo del Cajas. The study started from the analysis of the stomach contents in two sampling campaigns. In the first campaign, a total of six trophic guilds were reported: Collector, Collector-Scraper, Scraper, Fragmenter, Predator and Generalist. In the second campaign, five guilds were reported, the Collector-Scraper group was not reported. Variations were found in the diets of some taxa (families and genera) and in the distributions of trophic guilds, which may be related to the seasonality and characteristics of the habitat.

Keywords: Trophic guilds, macroinvertebrates, trophic structure, high Andean streams, taxa.



Blgo. Edwin Zarate

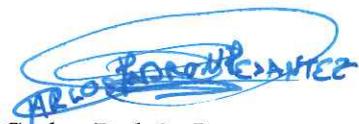
Thesis Director



Boris Tinoco. Miembro de la Junta Académica

Blgo. Antonio Crespo. Ph.D

**Biology, Ecology and Management Faculty
Coordinator**



Carlos Padrón Pesantez

Author



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by

Ing. Paúl Arpi

Capítulo I

Introducción

Los ecosistemas acuáticos para mantener su equilibrio involucran diferentes fenómenos físicos, químicos, biológicos y ecológicos; que varían en una dinámica de espacio y tiempo (Allan, 1995). En este contexto, es necesario entender las relaciones de los organismos con el medio; las relaciones tróficas de macroinvertebrados han sido ampliamente descritas en ecosistemas templados (Merritt & Cummins, 1996), mientras que en ecosistemas fluviales neotropicales aún se desconoce la diversidad y relaciones tróficas de la comunidad de macroinvertebrados, esto influenciado por la gran diversidad de especies que existen (Ramírez & Gutiérrez-Fonseca, 2014; Jackson & Sweeney, 1995; Tomanova et al. 2006 & Vinson & Hawkins, 2003). Aunque cabe mencionar, que actualmente existen estudios que permiten clasificar taxonómicamente a nivel de familias y de géneros la mayoría de macroinvertebrados (Rincón et al. 2017; Acosta et al. 2019).

Determinar la clasificación trófica de macroinvertebrados, mejoraría el entendimiento de las dinámicas que suceden en los ecosistemas acuáticos; debido a que la composición funcional de organismos depende de las características del medio y esta varía según los cambios, naturales o inducidos, que se podrían presentar (Kashian & Burton, 2000). Por las razones expuestas estudiamos la composición de roles tróficos en los ecosistemas acuáticos alto andinos del Macizo del Cajas.

Con respecto al análisis funcional de macroinvertebrados a nivel global los principales aportes constituyen los estudios de: Chará-Serna et al. (2010) y Merritt & Cummins (1996), que realizaron la clasificación trófica de macro fauna en ecosistemas tropicales y templados respectivamente. Por otra parte, en el Ecuador, los principales aportes son los de (Eguiguren-Burneo & Encalada, 2014 & Touma, Encalada, & Pratt, 2009). Si bien no existen estudios acerca de la clasificación trófica de macroinvertebrados acuáticos nivel local, algunos autores se han dedicado a entender desde una perspectiva funcional los invertebrados en ecosistemas terrestres (Padrón-Martínez, Romero, & Tixi, 2015). Otros estudios en el ámbito local han intentado inferir los roles tróficos de macroinvertebrados basados en trabajos realizados en otros países (Jiménez, Astudillo, & Barnuevo, 2018; Ayora & Samaniego, 2016).

Marco teórico

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos con tamaños comprendidos entre: 0.5 - 500 mm (Rosenberg & Resh, 1993). Esta fauna explota los recursos presentes en ecosistemas fluviales de formas distintas. Esta diferenciación en la forma de aprovechar un recurso, ayuda a entender la funcionalidad de cada organismo en el ecosistema (Guzmán-Soto & Tamarís-Turizo, 2014).

Un gremio trófico está conformado por especies que se benefician de un recurso en común de manera similar, los integrantes de los diferentes gremios tróficos muchas veces comparten requerimientos de nichos; por lo que el control de poblaciones de los diferentes gremios tróficos muchas veces está explicada por la competencia que existe entre gremios tróficos (Root, 1967). La distribución de gremios tróficos permite apreciar características relacionadas al ensamblaje de comunidades, desde una perspectiva funcional (Rivera, Pinilla, & Camacho, 2013)

La teoría de la continuidad en ecosistemas fluviales, estudia las relaciones tróficas y de hábitos de organismos; a lo largo del gradiente que atraviesan (Vannote, Minshall, Cummins, Senadell, & Cushing, 1980). La distribución de la red trófica, constituye un

proceso fundamental en el reciclaje, y circulación de la energía (nutrientes) de un ecosistema (Yule, 1996). La energía de un ecosistema se transfiere mediante los gremios tróficos existentes, la presencia o ausencia de grupos tróficos puede mostrar las diferentes capacidades de los organismos para consumir recursos orgánicos (Cummins, K., Merritt, R., & Berg, M., 2008; Merritt & Cummins, 1996; Cummins & Klug, 1979). La materia orgánica, conforma un recurso indispensable, para el ingreso de energía de los ecosistemas acuáticos, principalmente en las cabeceras de estos (Wallace, Hutchens, & Grubaugh, 2007) mientras que la producción secundaria se encuentra directamente influenciada por el recurso inicial de la cadena trófica (Benke & Wallace, 1997).

Alteraciones físico químicas de los ambientes causan alteraciones en las distribuciones de los gremios tróficos de los diferentes ecosistemas, y a la vez puede alterar el comportamiento de los organismos (especialistas-generalistas) (Kashian & Burton, 2000; Barbour, Gerritsen, Zinder, & Stribling, 1999). En este contexto comprender: ¿Cómo varía la distribución de gremios tróficos entre riachuelos y entre periodos de muestreo? permitirá inferir en el estado de conservación de los diferentes ecosistemas fluviales; por lo que la determinación de gremios tróficos dentro de la macro fauna bentónica, se convierte en una pieza fundamental al momento de analizar posibles impactos antropogénicos o naturales en fuentes hídricas.

OBJETIVOS

Objetivo general: Determinar los gremios tróficos de macroinvertebrados, en riachuelos de paramo del Macizo del Cajas.

Objetivos específicos:

- Clasificar los gremios tróficos de macroinvertebrados, en base del análisis de los contenidos estomacales.
- Análisis de variación de gremios tróficos, a nivel de riachuelos y por campaña de muestreo.

Capítulo II

Materiales y métodos

Área de estudio:

El Macizo del Cajas, localizado al sur del Ecuador, se caracteriza por la diversidad de flora y fauna, y sobre todo por la gran cantidad de cuerpos de agua (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2018). Los páramos dentro del Macizo del Cajas se encuentran ubicados principalmente en la provincia del Azuay, pero también se extienden a la provincia del Cañar (Fig. 1), y se ubican entre los 3200 y 4500 m s.n.m., la flora y fauna generalmente están adaptadas a alta radiación solar y bajas temperaturas; dentro de la flora, se encuentran principalmente el herbazal y herbazal inundable con 19 especies de flora endémica del lugar. Entre las familias más representativas están: Asteraceae, Poaceae, Scrophulariaceae, Melastomataceae, Gentianaceae, Ericaceae, Bromeliaceae, Rosaceae, Cyperaceae y Brassicaceae (MAE, 2017). La red hidrográfica dentro del Macizo del Cajas, está configurada por 30 microcuencas; que se encuentran divididas en dos vertientes oceánicas, 26,62% hacia el Atlántico y 73,38% hacia el Pacífico. Mientras que el suelo se encuentra dominado por suelos de los tipos Alfisol e Inceptisol (MAE, 2017).

La precipitación media anual varía entre 750 y 1562 mm (Galeas & Guevara, 2012). Por otra parte, la temperatura media anual varía de -2 a 24 °C (Camacho, 2013). A pesar de los servicios brindados por el páramo del Macizo del Cajas, del cual se benefician aproximadamente un millón de personas, por ser una importante zona de regulación climática y de recarga hídrica, alrededor del 49,42% ha sido afectado por actividades antrópicas (MAE, 2017).

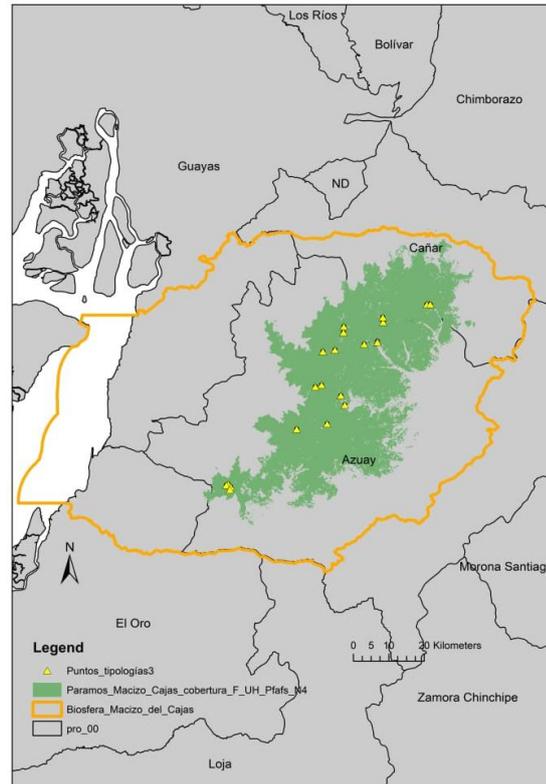


Figura 1. Mapa del área de estudio.

Materiales y métodos

Se estudiaron las comunidades tróficas de macroinvertebrados en riachuelos, ubicados en ecosistemas de páramos dentro del Macizo del Cajas; para esto, se muestrearon 10 riachuelos con 2 submuestras ubicadas en cada uno, con una separación que variaba entre uno a dos kilómetros (Tabla 1). Se realizaron dos campañas de muestreos, la primera se llevó a cabo en los meses de Abril y Mayo del 2018, en este periodo ocurrió mayor precipitación (216.15 mm); y el segundo muestreo se realizó entre Diciembre del 2018 y Enero del 2019 meses en donde se registraron menor frecuencia de precipitaciones (97.1 mm) (INAMHI, 2014).

Tabla 1. Coordenadas en UTM de los riachuelos estudiados.

Riachuelo	Subcuenca	Y	X
Zona: 17M			
Angas	Balao	9680103	686216.08
Chanlud	Machángara	9703508	718672
Chorreras	Tomebamba	9693019.9	703761.21
Miguir	Miguir	9690084.4	688344.32
Patococha	Cañar	9699827.7	705257.81
Patul	Patul	9697214.1	694261.07
Pucará	Tenguel	9652110.9	661122
Quinuas	Tomebamba	9692667.2	702045.6
Vivar	Vivar	9650837.6	662180.34
Yanuncay	Balao	9677490.2	693434.24

Muestreo macroinvertebrados:

Se realizó muestreos de tres minutos, con una red de mano de 25 x 40 cm, en transectos de 50 a 100 m (enfocados en muestrear en sustrato pedregoso) en todos los riachuelos (Darrigran, Vilches, & Damborenea, 2007). También se mantuvo una sola persona para tomar las muestras en todas las estaciones y se realizó la búsqueda de macroinvertebrados in situ, por tiempos de una hora; enfocados en evitar variaciones en el esfuerzo de muestreo según la metodología sugerida por: Maue & Springer (2008). Además las muestras fueron rotuladas y preservadas en etanol al 80% (Ramírez, 2010).

Análisis Taxonómico:

La identificación taxonómica se realizó utilizando guías especializadas: Rincón et al. 2017 y Dominguez & Fernandez, 2009. Cabe recalcar que algunos autores señalan que no es necesario profundizar taxonómicamente, cuando se busca analizar diversidad funcional; considerando el género como el nivel óptimo (Rincón & Granados, 2013; Gayraud et al. 2003 & Dolédec, Olivier, & Statzner, 2000). Sin embargo en algunos grupos solo fue posible identificar a nivel de familia e incluso orden.

Análisis de Dietas:

Se trató de analizar de 6 a 20 individuos por taxas (género o familia), según sugieren algunos autores; enfocados en la clasificación trófica de macro fauna para ecosistemas de páramo (Caleño et al. 2017; Rosi-Marshall et al. 2016; Tomanova, Goitia, & Helesic, 2006; Henriques-Oliveira et al. 2003). Para facilitar el análisis de contenidos estomacales de macroinvertebrados, se transparentó mediante el uso del “Líquido de Nesbitt”; que está compuesto por (40g Hidrato de cloral, 2.5ml Ácido clorhídrico, 25ml Agua destilada) (Entomopraxis, 2018). Luego se procedió a la identificación de cada contenido estomacal, con la ayuda de un microscopio LEICA DM 750; tomamos las recomendaciones realizadas por Chará-Serna et al. (2010) quienes manifiestan el uso de lente de alcance 10x. Se analizó la proporción de cada contenido estomacal creando áreas conocidas sobre la imagen proyectada, para así poder inferir en el porcentaje de los diferentes contenidos estomacales.

Gremios tróficos:

Para la clasificación de gremios tróficos, se partió de la identificación de contenidos estomacales y se clasificó de acuerdo a la propuesta de Chará-Serna et al. (2010), que sugieren clasificar: “Fragmentadores: materia orgánica particulada gruesa mayor o igual a 35%; Colectores: materia orgánica particulada fina mayor o igual a 65%; Depredadores: tejido animal mayor o igual a 35%; Raspadores: algas mayor o igual a 35%” (p. 29). También fueron clasificados dentro del gremio Raspador, a taxas que aprovechan los residuos de la materia vegetal (Merritt & Cummins, 1996). Además se clasificó como generalistas a taxas que no encajaban en la clasificación antes mencionada, e incluían más de 2 tipos de hábitos tróficos en sus dietas. Las dietas de los diferentes gremios tróficos fueron descritas para determinar la variación de gremios entre riachuelos y entre campañas de muestreo.

Análisis de diversidad

Diversidad alfa: esta se refiere a la biodiversidad propia de cada comunidad, esta es vital para identificar cuando una comunidad es más biodiversa que otra; esto bajo diferentes condiciones (Shannon & Weaver, 1949). Diferentes índices intentan explicar la diversidad alfa de un sitio o comunidad, el índice Shannon-Wiener es uno de los más utilizados (Mostacedo & Fredericksen, 2000) Este considera la riqueza de especies, y la abundancia de estas, y lo expresa en una escala logarítmica que varía de 0 (una sola especie) y $\ln S$ (Moreno et al. 2006).

Análisis de las componentes principales (PCA)

Se trata de un análisis que permite disminuir el número de variables originales a un número menor de variables conocidas como componentes principales (Baev & Penev, 1995). Esta técnica permite agrupar los datos y apreciar las correlaciones que existen entre los mismos (Maćkiewicz & Ratajczak, 1993).

Análisis estadísticos.

Los análisis estadísticos se los realizo mediante el programa RStudio Team (2015), a través de los paquetes Vegan desarrollado por OKsanen et al. (2019) que permite realizar los análisis de diversidad, y Ggplot2 desarrollado por Wickham (2009) para graficar los resultados.

Capítulo II

Resultados

2.1 Comunidad de macroinvertebrados acuáticos y gremios tróficos

Se colectó y analizó taxonómicamente un total de 5480 individuos, los generos, familias y ordenes más abundantes fueron: Chironomidae sp, Oligochaeta sp y *Hyallela*. (Fig. 2).

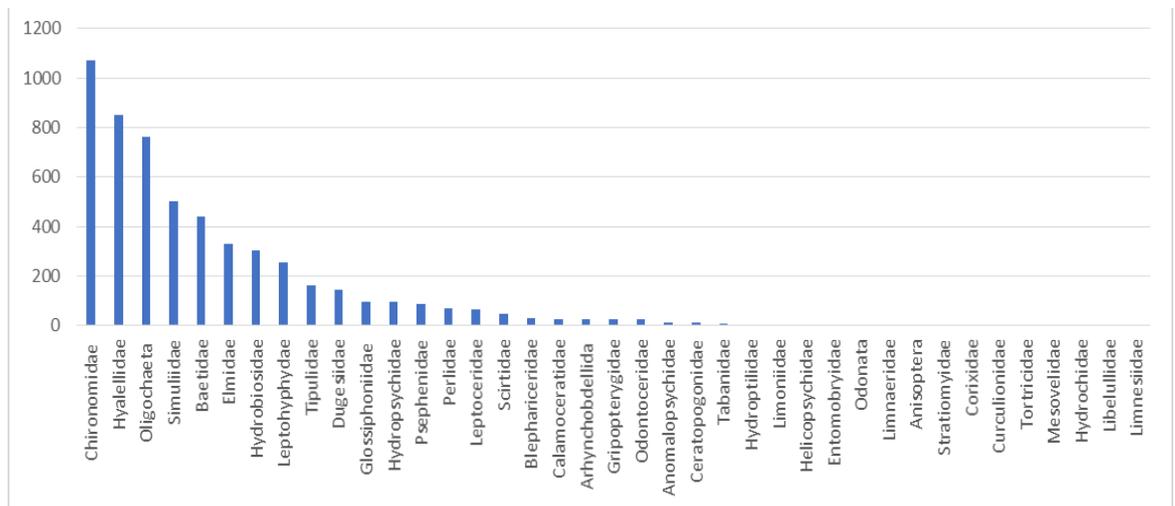


Figura 2. Abundancia general de órdenes y familias.

En la primera campaña se colectó 1683 individuos, predominando los taxas: Oligochaeta sp y Chironomidae sp; mientras que en la segunda la colecta fue de 3797, predominando Chironomidae sp y *Hyallela*. (Fig. 3).

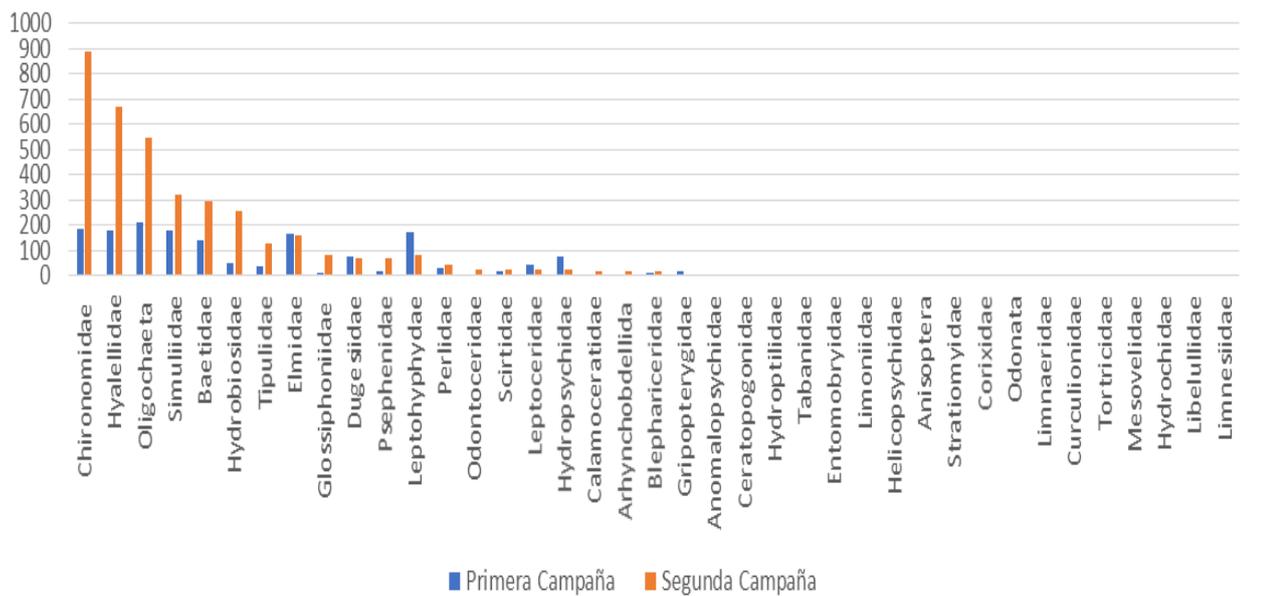


Figura 3. Abundancia de órdenes y familias, primera y segunda campaña

2.2 Gremios Tróficos:

Se realizó la identificación de contenidos estomacales de un total de 1184 individuos, esto basándonos en las recomendaciones citadas en la metodología, en las dos campañas muestreadas, 565 en la primera y 619 en la segunda. Chironomidae sp, *Gigantodax* y Oligochaeta sp fueron los taxas en los que se analizó un mayor número de individuos; aunque en algunos taxas no se logró completar el mínimo sugerido, debido a su rareza, dentro de los generos, familias y ordenes raras están: *Anisoptera*, *Anthonomus* y *Archips*. (Tabla 5).

2.2.1 Análisis de variación de gremios tróficos por campaña:

Riqueza de taxas

El gremio Colector obtuvo la mayor riqueza entre grupos tróficos, en las dos campañas de muestreo. Comparando las campañas, en la segunda campaña se incrementó la riqueza en este grupo. El gremio Colector-Raspador no fue reportado en la segunda campaña, el resto de gremios no reportaron mayores diferencias entre campañas. (Fig. 4).

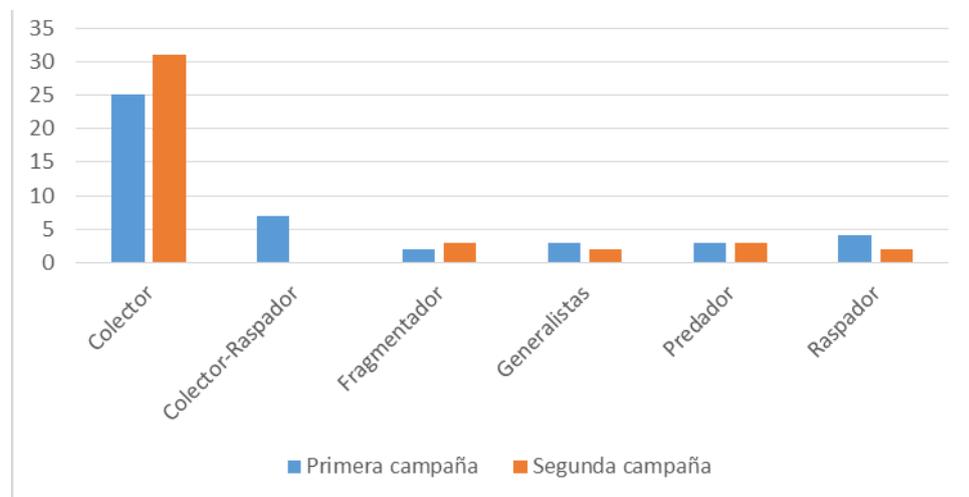


Figura 4. Riqueza de órdenes, familias y géneros; por gremios tróficos, primera y segunda campaña.

Abundancia relativa de gremios tróficos

Analizando la abundancia relativa de individuos en los gremios tróficos se observó que estas difieren entre campaña de muestreo. El gremio más abundante fueron los generalistas principalmente representados por la familia Chironomidae y el género *Gigantodax*, entre otros menos abundantes. Se reportó un aumento del 9.89% en el gremio Generalista para la segunda campaña, al igual que el gremio Fragmentador representado principalmente por el orden Oligochaeta; que incrementó en un 4.8% (Fig. 5).

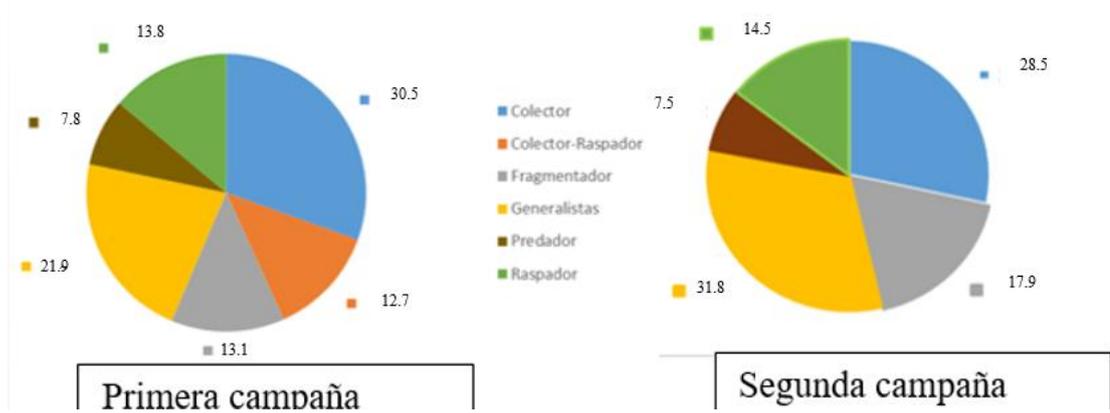


Figura 5. Abundancia relativa de gremios tróficos primera y segunda campaña.

En la primera campaña se reportó un total de 17 órdenes, 32 familias y 38 géneros que se clasificaron en seis gremios tróficos: Colector, Colector-Raspador, Raspador, Fragmentador, Predador y Generalista (Figura 4), en este punto cabe destacar que el orden Diptera presentó mayor riqueza de géneros y familias. Mientras que en la segunda campaña estuvieron presentes: 14 órdenes, 28 familias y 34 géneros. El orden dominante en cuanto a la riqueza en esta campaña fue Trichoptera. Se clasificó dentro de cinco gremios tróficos para la segunda campaña (Colector, Raspador, Fragmentador, Predador y Generalista), (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Gremios tróficos por orden, familia y género; primera campaña. Las familias y géneros en blanco no fueron reportadas debido a su baja abundancia.

Orden	Suborden / Familia	Género	Gremio
Arhynchobdellida			Fragmentador
Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella	Raspador
	Psephenidae	Pheneps	
		Heterelmis	Colector
		Noelmis	
	Elmidae	Neoelmis	
Coleoptera		Phaenonotum	
		Austrolimnius	Colector
	Curculionidae	Anthonomus	
	Hydrochidae	Hydrochus	
	Scirtidae	Prionocyphon	Colector
		Cyphon	
	Simuliidae	Gigantodax	
	Ceratopogonidae	Stilobezzia	Generalistas
	Chironomidae		
Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i>	
		<i>Hexatoma</i>	
	Limoniidae	<i>Limonia</i>	Colector
	Tabanidae	<i>Chrysops</i>	
	Blephariceridae	<i>Limonicola</i>	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Andesiops</i>	
		<i>Baetodes</i>	Raspador
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	Colector-Raspador
		<i>Farrodes</i>	
Hemiptera	Mesoveliidae	<i>Darwinivelia</i>	
Hydroptilidae	Hydropsychidae	<i>Smicridae</i>	Predador
Lepidoptera	Tortricidae	<i>Archips</i>	
Oligochaeta			Fragmentador
Odonata	Libellulidae	<i>Libellullinae</i>	
Plecoptera	Gripopterygidae	<i>Claudioperla</i>	Colector-Raspador
	Perlidae	<i>Gipopteryx</i>	
		<i>Anacroneuria</i>	Raspador
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae		Colector
	Leptoceridae	<i>Atanatolica</i>	
Trichoptera	Anomalopsychidae	<i>Contulma</i>	Predador
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	
Tricladida	Dugesiidae	<i>Dugesia</i>	Colector
	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	
Tricoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i>	Colector-Raspador
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	
Trombidiformes	Limnesiidae		
Gastropoda	Limnaeidae	<i>Lymnaea</i>	

Tabla 3. Gremios tróficos por orden, familia y género; segunda campaña. Las familias y géneros en blanco no fueron reportadas debido a su baja abundancia.

Orden	Suborden / Familia	Género	Gremio
Arhynchobdellida			Fragmentador
Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella</i>	Fragmentador
	Hyaellidae	<i>Hyaella</i>	Raspador
Colembola	Entomobryidae		
Coleoptera	Elmidae	<i>Austrolimnius</i>	Colector
		<i>Heterelmis</i>	
		<i>Noelmis</i>	
		<i>Pseudodisersus</i>	
	Scirtidae	<i>Cyphon</i>	
		<i>Prionocyphon</i>	
	Psephenidae	<i>Psephenus</i>	Colector
	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	
		<i>Tipula</i>	
	Diptera	Blephariceridae	<i>Limonicola</i>
Stratiomyidae		<i>Nemotelus</i>	
Ceratopogonidae		<i>Stilobezzia</i>	Colector
Tabanidae		<i>Chrysops</i>	
Chironomidae			Generalistas
Simuliidae		<i>Gigantodax</i>	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Andesiops</i>	Colector
		<i>Baetodes</i>	
	Leptohyphidae	<i>Farrodes</i>	
		<i>Leptohyphes</i>	
Hemiptera	Corixidae	<i>Ramphocorixa</i>	
Odonata	Anisoptera	<i>Heliocharis</i>	
Oligochaeta			Fragmentador
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	Colector
	Gripopterygidae	<i>Claudioperla</i>	Raspador
		<i>Gripopteryx</i>	
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae		Colector
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	Predador
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	
Tricladida	Dugesiidae	<i>Dugesia</i>	
Tricoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	Colector
	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	
	Odontoceridae	<i>Marilia</i>	
	Hydroptilidae	<i>Ochrotridia</i>	
		<i>Ochrotrichia</i>	
	Anomalopsyche	<i>Contulma</i>	Predador
Helicopsycheidae	<i>Helicopsyche</i>	Colector	

2.2.2 Variación de dietas entre primera y segunda campaña.

Se registró que algunos géneros experimentaron cambios en sus dietas, según la campaña de muestreo como es el caso de: *Anacroneuria*, *Baetodes*, *Phylloicus*, *Marilia* y *Hyaella*. (Tabla 4).

Tabla 4. Contenidos estomacales de órdenes, géneros y familias, primera y segunda campaña.

Taxón	Primera campaña			Segunda campaña				
	Algas-Materia vegetal	MOF	MOG	Partes Insectos	Algas-Materia vegetal	MOF	MOG	Partes Insectos
Anacroneuria	1	-	-	-	-	1	-	-
Andesiops	-	1	-	-	-	1	-	-
Anisoptera	-	1	-	-	-	-	-	-
Anthonomus	-	1	-	-	-	-	-	-
Archips	-	1	-	-	-	-	-	-
Arhynchobdellida sp.	-	-	1	-	-	-	1	-
Atanatolica	-	1	-	-	-	-	-	-
Atopsyche	-	-	-	1	-	-	-	1
Austrolimnius	-	1	-	-	-	1	-	-
Baetodes	1	-	-	-	-	1	-	-
Chrysops	-	1	-	-	-	-	-	-
Claudioperla	0.35	0.65	-	-	0.1	0.9	-	-
Chrysops	-	-	-	-	-	1	-	-
Contulma	-	-	-	1	-	0.2	-	0.8
Cyphon	-	1	-	-	-	1	-	-
Darwinivelia	1	-	-	-	-	-	-	-
Dugesia	-	1	-	-	-	1	-	-
Entomobryidae	-	-	-	-	-	1	-	-
Farrodes	0.35	0.65	-	-	-	1	-	-
Gipopteryx	0.35	0.65	-	-	1	-	-	-
Glossiphoniidae	-	1	-	-	-	1	-	-
Helicopsyche	-	1	-	-	-	1	-	-
Heliocharis	-	-	-	-	-	1	-	-
Heterelmis	-	1	-	-	-	1	-	-
Hexatoma	-	1	-	-	-	1	-	-
Hyaella	1	-	-	-	0.1 0.8	0.1 0.2	0.8 -	- -
Hydrochus	-	1	-	-	-	-	-	-
Leptohyphes	0.35	0.65	-	-	-	1	-	-
Libellulinae	-	1	-	-	-	-	-	-
Limnesiidae	-	1	-	-	-	-	-	-
Limonia	-	1	-	-	-	1	-	-
Limnicola	-	1	-	-	-	1	-	-
Lymnaea	-	1	-	-	-	-	-	-
Nectopsyche	0.35	0.65	-	-	-	1	-	-
Marilia	0.35	0.65	-	-	-	1	-	-
Neoelmis	-	1	-	-	-	-	-	-
Noelmis	-	1	-	-	-	1	-	-
Nemotelus	-	-	-	-	-	1	-	-
Ochrotrobia	-	-	-	-	-	1	-	-
Ochrotrichia	-	-	-	-	-	1	-	-
Oligochaeta	-	-	1	-	-	-	1	-
Phaenonotum	-	1	-	-	-	-	-	-
Psephenus	-	1	-	-	-	1	-	-
Phylloicus	0.35	0.65	-	-	-	1	-	-
Prionocyphon	-	1	-	-	-	1	-	-
Pseudodisersus	-	-	-	-	-	1	-	-
Ramphocorixa	-	-	-	-	-	1	-	-
Smicridae	-	-	-	1	-	-	-	1
Tipula	-	1	-	-	-	1	-	-
Stilobezzia	G	G	G	G	-	1	-	-

MOF: materia orgánica fina, MOG: materia orgánica gruesa, G: generalistas, “-”: no reportado; los géneros y familias en gris presentaron variación en sus dietas según la campaña de muestreo.

2.2.3 Descripción de gremios tróficos.

Colectores: Los géneros y familias más abundantes que se encontraron dentro de este grupo trófico fueron: *Andesiops*, *Dugesia* y Glossiphoniidae, en las dos campañas; sin embargo, en la segunda campaña se registra una mayor riqueza de taxas (Tabla 2 y 3 & Fig. 3). Las dietas dentro de este grupo están asociadas a la presencia de materia orgánica fina en los hábitats. (Fig. 6 y 7 & Anexo 1).

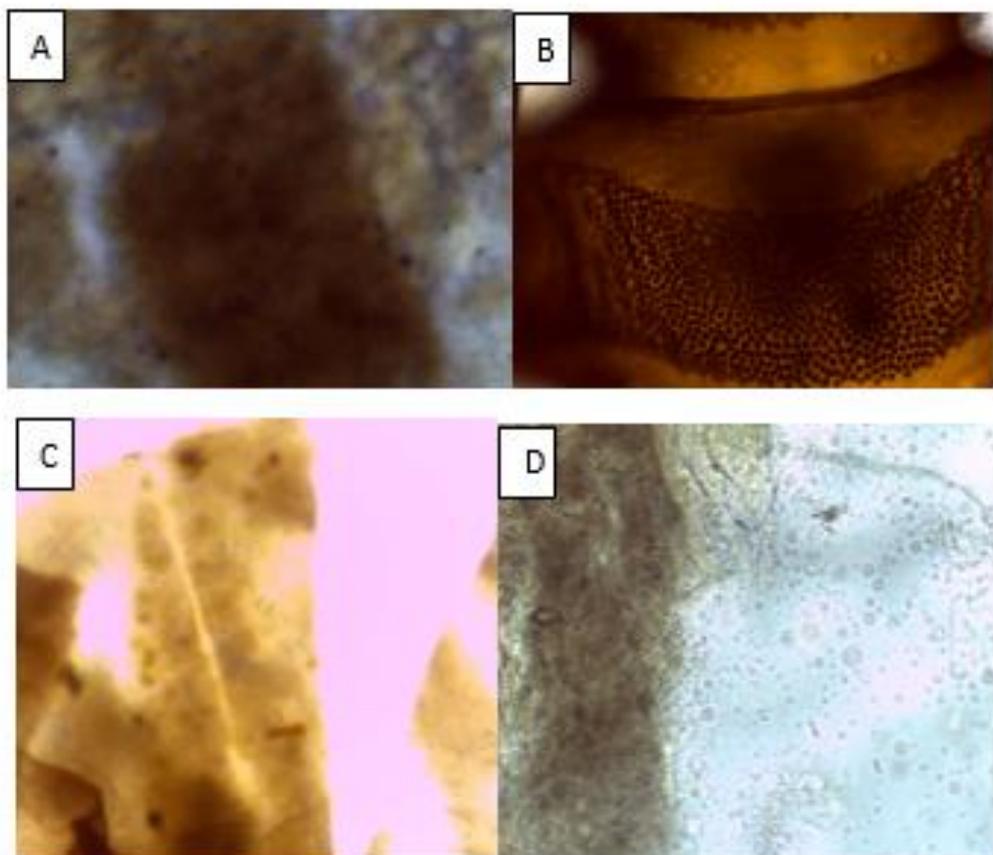


Figura 6. Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x. A: *Cyphon*, B: *Limonicola*, C: *Andesiops* y D: *Archips*; primera campaña

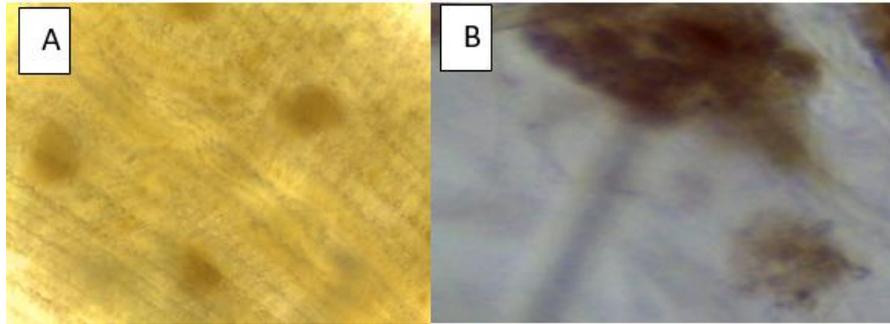


Figura 7. Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x, A: Glossiphoniidae y B: Dugesia.

Colector-Raspador: este gremio estuvo presente únicamente en la primera campaña de muestreo, y entre los géneros que mayor abundancia relativa presentaron se encuentran: *Claudioperla*, *Leptohyphes*, *Nectopsyche* y *Marilia*. (Tabla 2 y 3 & Fig. 3). La dieta de este grupo trófico se encuentra conformada por materia orgánica fina, hojarasca y algas. (Fig. 8).

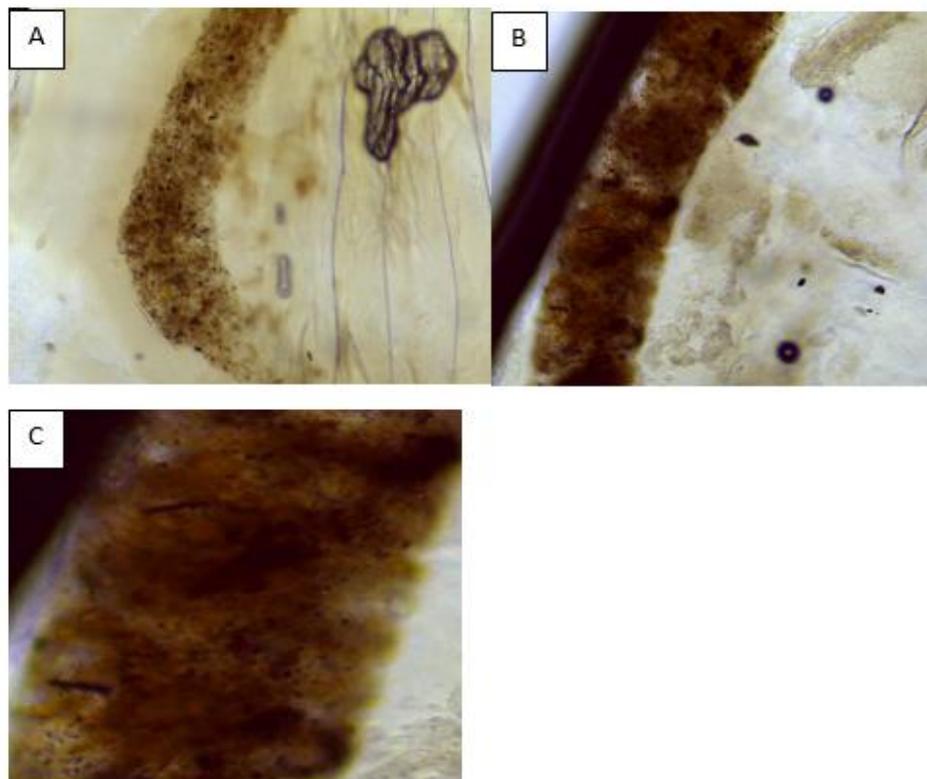


Figura 8. Contenidos estomacales de materia orgánica fina, algas y materia vegetal, con un alcance de 10x. A: Leptohyphes, B: Farrodes y C: Claudioperla; primera campaña.

Fragmentador: este grupo trófico, presentó una mayor abundancia relativa en la segunda campaña y estuvo representado principalmente por los órdenes: Arhynchobdellida sp y *Oligochaeta sp*; aunque el género *Hyalrella* se clasificó dentro de este grupo en la segunda campaña en el riachuelo Patul. (Tablas 2 y 3 & Fig. 3). La dieta de Fragmentadores, se basa en la materia orgánica gruesa. (Fig. 9 y 10).

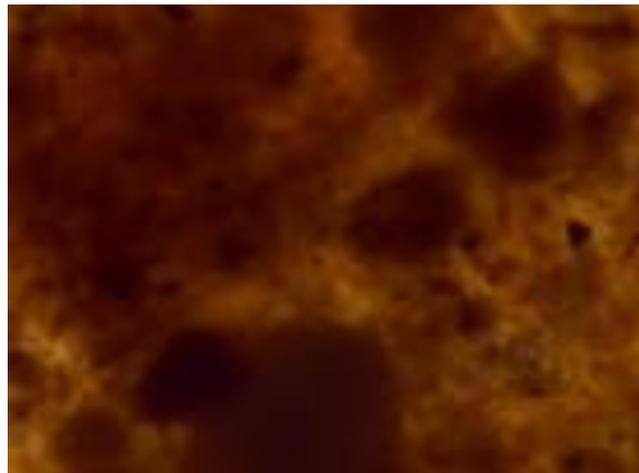


Figura 9. Contenido estomacal de materia orgánica gruesa, Oligochaeta sp, alcance 10x; primera campaña.

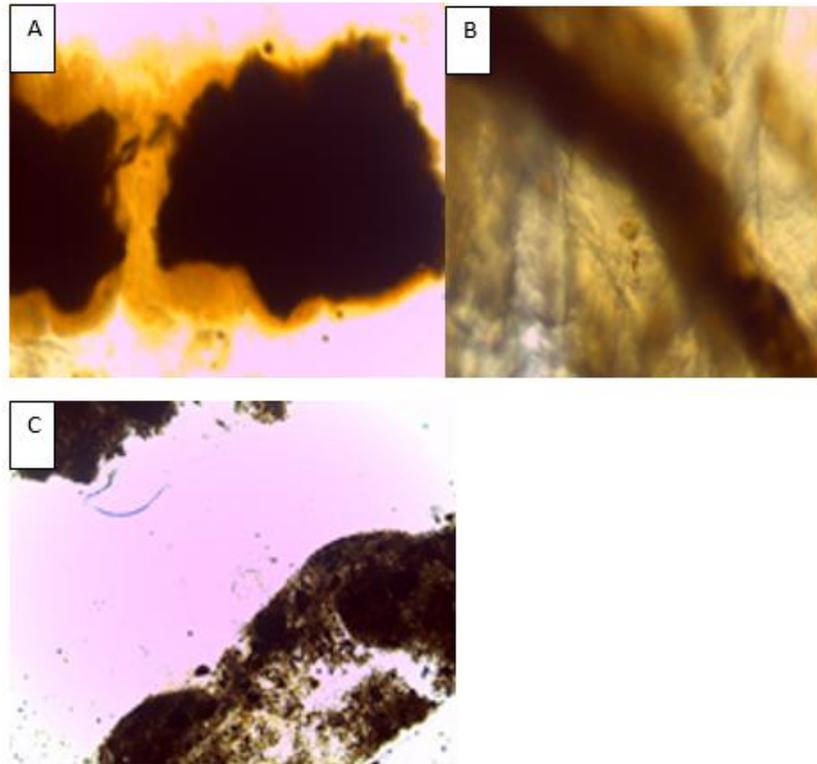


Figura 10. Contenidos estomacales de materia orgánica gruesa, con un alcance de 10x. A: Arhynchobdellida sp, B: Hyalella y C: Oligochaeta sp; segunda campaña.

Raspador: este gremio registró un pequeño incremento en la segunda campaña, los géneros más abundantes clasificados en este grupo fueron: *Baetodes* y *Hyalella*. (Tablas 2 y 3 & Fig. 3). La dieta de este grupo trófico es dependiente de algas y materia vegetal. (Fig. 11 y 12).

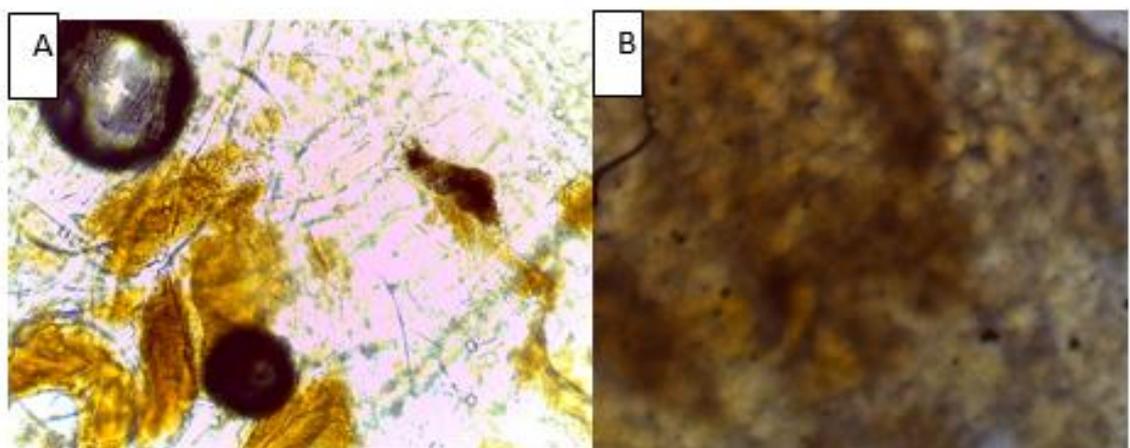


Figura 11. Contenidos estomacales de algas y materia vegetal, con un alcance de 10x. A: Hyalella y B: Baetodes; primera campaña.

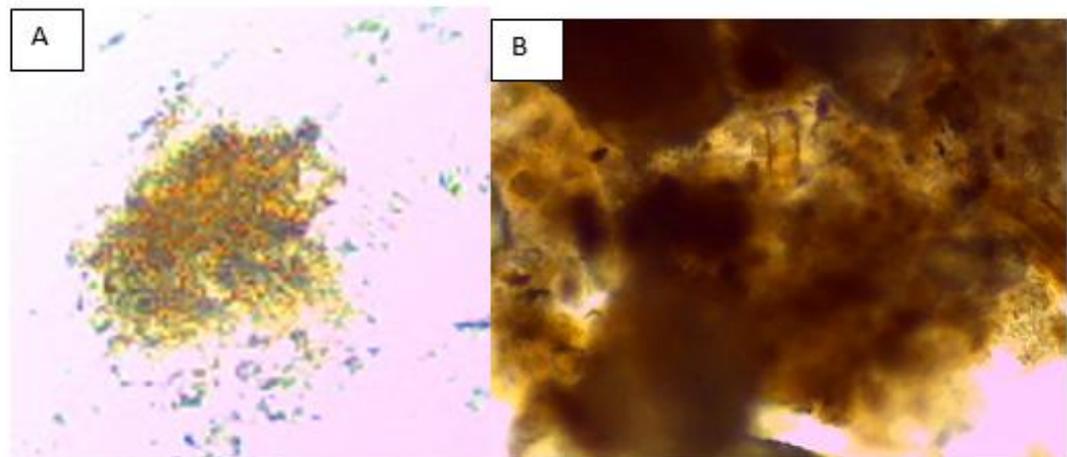


Figura 12. Contenidos estomacales de algas y materia vegetal, con un alcance de 10x. A: Hyalella y B: Gripteryx; segunda campaña.

Predador: este gremio trófico abarcó a tres géneros: *Atopsyche*, *Contulma* y *Smicridea*. (Tablas 2 y 3). La Abundancia relativa se mantuvo en valores similares en las dos campañas de muestreo (Fig. 3). La dieta asociada a este grupo son otros macroinvertebrados. (Fig. 13 y 14).

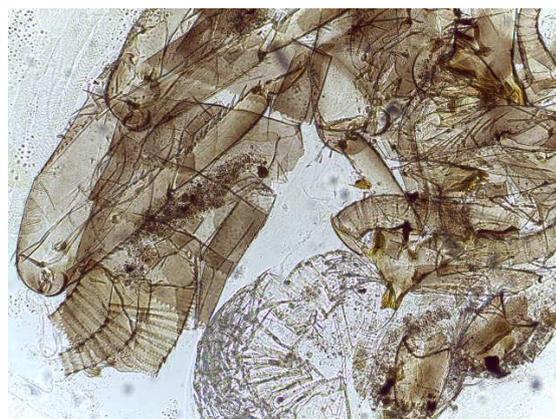


Figura 13. Contenido estomacal de partes de insectos, Atopsyche, alcance 10x; primera campaña.

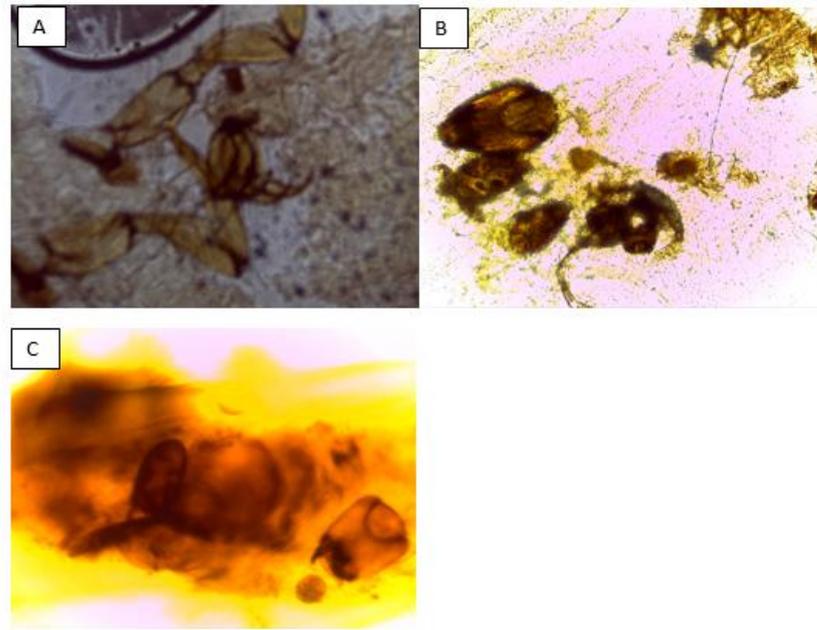


Figura 14. Contenidos estomacales de partes de insectos, con un alcance de 10x. A: Smicridea, B: Atopsyche y C: Contulma; segunda campaña.

Generalistas: en este grupo fueron clasificados los taxos cuyas dietas no coincidía con las mencionadas anteriormente, o no presentaban preferencia por un tipo de recurso en específico, por lo que se registró variación en sus dietas. Los más relevantes de este grupo fueron la familia Chironomidae y el género *Gigantodax*; aunque, el género *Stilobezzia* fue clasificado en este grupo en la primera campaña. (Tablas 2 y 3). Cabe recalcar que este grupo fue el más abundante dentro de la clasificación trófica y la mayor abundancia relativa se registró en la segunda campaña.

2.2.4 Análisis de diversidad Alfa y Beta.

2.2.4.1 Índices de diversidad Shannon-Wiener.

Se registraron valores más altos de este índice en los riachuelos: Angas, Pucará y Vivar; valores menores se registraron en los riachuelos: Yanuncay, Miguir, Patococha, Quinuas, Chorreras y Chanlud respectivamente. Por otra parte la mayoría de riachuelos registraron un incremento en el índice Shannon en la segunda campaña, a excepción de Angas y Quinuas. Además en los riachuelos Angas y Patococha se registraron mayores diferencias entre campañas de muestreo (Fig. 15). Las abundancias de familias y órdenes por riachuelo y por campaña es posible observarlos en los anexos 2 y 3.

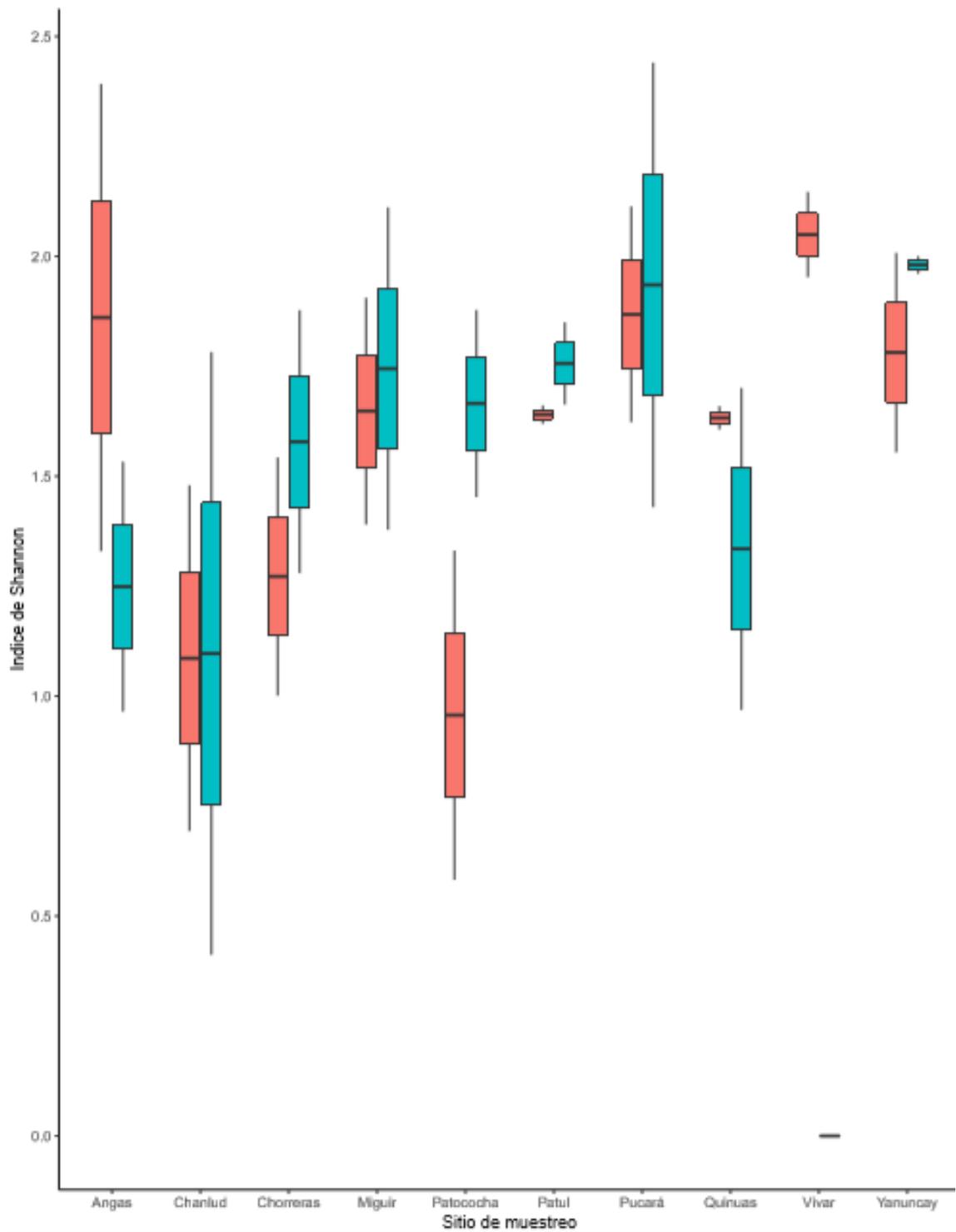


Figura 15. Índice Shannon, por campaña de muestreo y por riachuelo. Naranja: primera campaña; Azul: segunda campaña.

2.2.4.2 Análisis de diversidad Beta

Con respecto al análisis de diversidad Beta, se observó que las comunidades de macroinvertebrados en la mayoría de riachuelos; se agruparon de acuerdo a la campaña de muestreo. Se puede observar que la variación en la segunda campaña en los riachuelos Chanlud y Miguir, está asociada a la presencia de las familias Simuliidae, Baetidae y Chironomidae y a la presencia del orden Oligochaeta; por otra parte, la variación en Patococha y Patul en la segunda campaña a más de las taxas mencionadas anteriormente, se encuentra influenciada por la familia Hyalellidae (Fig. 16).

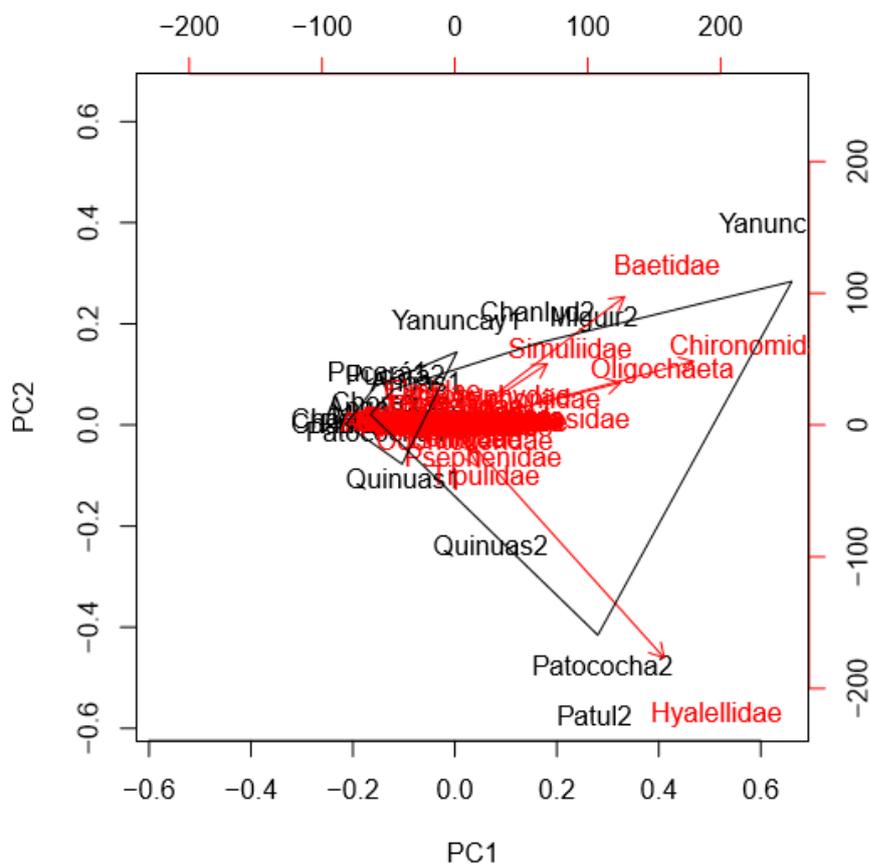


Figura 16. PCA de análisis de agrupación de comunidades de macroinvertebrados, por riachuelo y por campaña de muestreo.

2.2.5 Análisis de variación de la abundancia relativa de gremios tróficos, por riachuelo y por campaña de muestreo.

Los cambios entre campaña también son posibles observarlos en los diferentes riachuelos estudiados, en el riachuelo Angas se observó un incremento del 29.74% del gremio Generalista en la segunda campaña; por otra parte, se observó que los gremios Raspador y Fragmentador no estuvieron presentes en la segunda campaña. (Fig. 17). Las familias y géneros presentes en la primera campaña fueron: Colector (*Pheneps*, *Andesiops*, *Pheneps*, *Limonicola*, *Dugesia*, *Cyphon*, *Neoelmis*, *Andesiops*, *Cyphon*, *Glossiphoniidae* y *Austrolimnius*); Colector-Raspador (*Claudioperla*, *Leptohyphes* y *Farrodes*); Generalistas (*Chironomidae*, *Gigantodax* y *Stilobezzia*); Raspador (*Hyalella* y *Baetodes*) y Predador (*Atopsyche*); mientras que el gremio Fragmentador estuvo representado por *Oligochaeta*. Los géneros y familias que estuvieron asociados a los gremios tróficos en la segunda campaña fueron: Colector (*Tipula*, *Austrolimnius*, *Cyphon*, *Andesiops*, *Heterelmis*, *Stilobezzia* y *Farrodes*); Generalistas (*Gigantodax* y *Chironomidae*) y Predador (*Smicridea*).

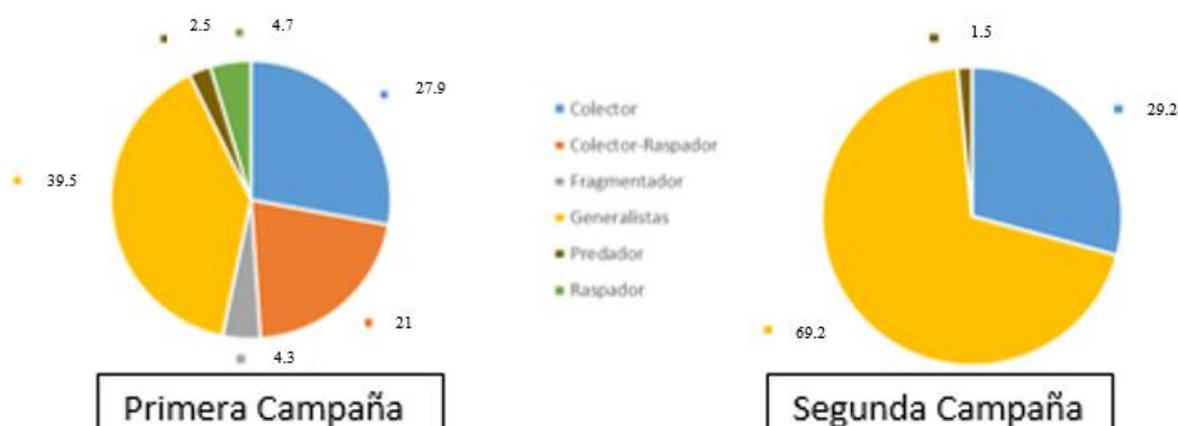


Figura 17. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Angas, primera y segunda campaña.

En el riachuelo Chanlud, se registró que el gremio Generalista incrementó el 25.17% en la segunda campaña, razón por la cual los demás gremios redujeron su abundancia relativa; además se destaca la presencia del gremio Fragmentador en la segunda campaña. (Fig. 18). Los géneros y familias que estuvieron vinculados a los gremios tróficos en la primera campaña fueron: Generalistas (*Gigantodax* y *Chironomidae*);

Raspador (*Baetodes*) y Predador (*Atopsyche* y *Contulma*). El orden Oligochaeta represento al gremio Fragmentador. Mientras que en la segunda campaña, Los géneros y familias se clasificaron en los siguientes grupos tróficos: Colector (*Hexatoma*, *Austrolimnius*, *Dugesia*, *Heterelmis*, *Anacroneuria*, *Farrodes*, *Nectopsyche*, *Cyphon*, *Andesiops* y *Leptohyphes*); Generalistas (*Gigantodax* y Chironomidae) y Predador (*Atopsyche*). El orden Oligochaeta fue clasificado como Fragmentador.

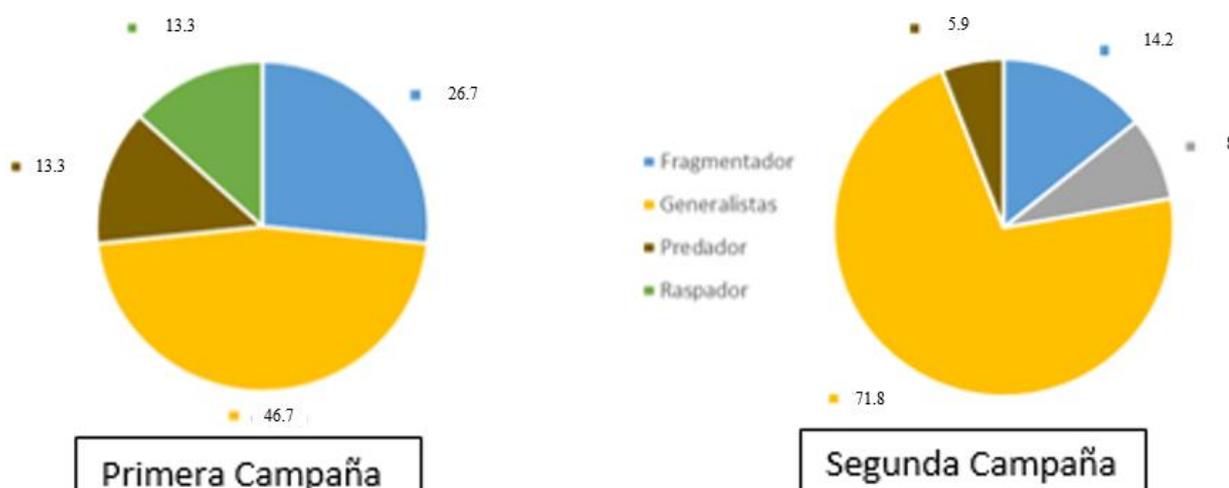


Figura 18. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Chanlud, primera y segunda campaña.

En lo que respecta al riachuelo Chorreras se observó una peculiar disminución del 20.26% del gremio Fragmentador, en la segunda campaña; razón por la cual los demás gremios reportados en este riachuelo incrementaron; además de desaparecer Colector-Raspador (Fig. 19). Los géneros y familias reportados se clasificaron de la siguiente manera en la primera campaña: Colector (*Limonicola*, *Chrysops* y *Andesiops*); Colector-Raspador (*Leptohyphes*); Generalistas (*Gigantodax* y Chironomidae); Predador (*Atopsyche*) y Raspador (*Baetodes*). El gremio Fragmentador estuvo representado por los órdenes Oligochaeta y Arhynchobdellida. En la segunda campaña, gremios tróficos se vincularon con géneros y familias de la siguiente manera: Colector (*Prionocyphon*, *Heterelmis*, *Farrodes*, *Hexatoma*, *Andesiops*, *Limonicola*, *Anacroneuria*, *Baetodes* y *Dugesia*), Generalistas (Chironomidae y *Gigantodax*) y Predador (*Atopsyche*). El orden Oligochaeta mostro hábitos fragmentadores.



Figura 19. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Chorreras, primera y segunda campaña.

En el riachuelo Miguir, se observó un incremento del 12.92% por parte del gremio Predador y del 16.71% por parte del gremio Fragmentador, en la segunda campaña; por otra parte el gremio Colector disminuyó el 10.9% para la segunda campaña (Fig. 20). Los gremios tróficos en la primera campaña estuvieron asociados a los siguientes géneros y familias: Colector (*Glossiphoniidae*, *Andesiops*, *Limonicola*, *Chrysops*, *Lymnaea* y *Neoelmis*); Colector-Raspador (*Farrodes*); Generalistas (*Gigantodax* y *Chironomidae*); Predador (*Atopsyche*) y Raspador (*Hyaella*). El orden Oligochaeta mostro hábitos fragmentadores. En la segunda campaña, géneros y familias se clasificaron de la siguiente manera: Colector (*Tipula*, *Phylloicus*, *Austrolimnius*, *Andesiops*, *Leptohyphes*, *Limonicola*, *Dugesia*, *Glossiphoniidae*, *Hexatoma*, *Baetodes*, *Stilobezzia* y *Farrodes*); Generalistas (*Gigantodax* y *Chironomidae*); Predador (*Atopsyche* y *Smicridea*) y Raspador (*Hyaella*). El gremio Fragmentador estuvo representado por los órdenes Oligochaeta y Arhynchobdellida.

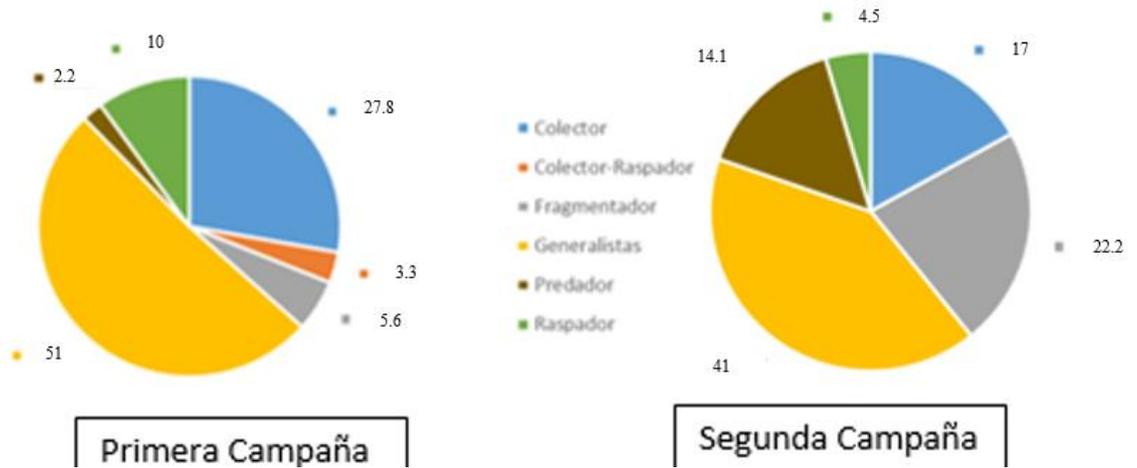


Figura 20. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Miguir, primera y segunda campaña.

En el riachuelo Patocha se reportó una disminución del 13.06% del gremio Generalista, el gremio Colector también disminuyó 11.52% y el gremio Raspador sufrió un incremento del 25.08% en la segunda campaña. (Fig. 21). Los géneros y familias asociados a los grupos tróficos fueron: Colector (*Heterelmis* y *Hexatoma*); Raspador (*Hyaella*); Generalistas (*Chironomidae* y *Stilobezzia*) y Predador (*Atopsyche*). El orden Oligochaeta reportó hábitos fragmentadores. En la segunda campaña, los géneros y familias se clasificaron de la siguiente manera: Colector (*Psephenus*, *Anacroneuria*, *Farrodes*, *Hexatoma*, *Marilia*, *Phylloicus*, *Dugesia*, *Austrolimnius*, *Heterelmis*, *Tipula*, *Claudioperla* y *Leptohyphes*); Generalistas (*Gigantodax* y *Chironomidae*); Predador (*Atopsyche* y *Smicridea*) y Raspador (*Hyaella*). Dentro del gremio Fragmentador se clasificó al orden Oligochaeta.

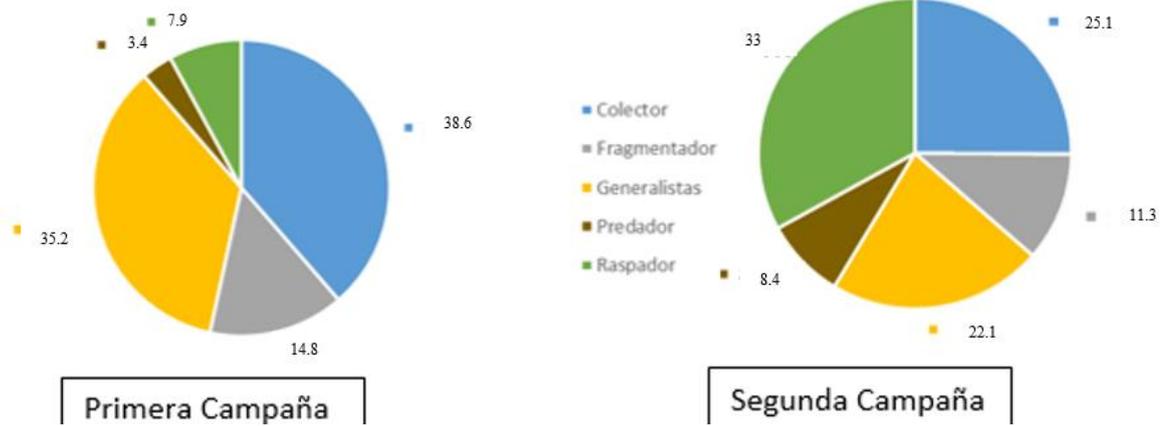


Figura 21. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Patococha, primera y segunda campaña.

En el riachuelo Patul se registró un incremento del 33.68% del gremio Fragmentador en la segunda campaña (Fig. 22). Los géneros y familias se clasificaron de la siguiente manera: Colector (*Dugesia*, *Heterelmis* y *Cyphon*); Colector-Raspador (*Farrodes* y *Leptohyphes*); Generalistas (*Chironomidae*); Predador (*Atopsyche* y *Smicridae*) y Raspador (*Hyalella* y *Baetodes*). El orden Oligochaeta fue clasificado como Fragmentador. En la segunda campaña, los generos y familias se clasificaron de la siguiente forma: Colector (*Tipula*, *Dugesia*, *Farrodes*, *Glossiphoniidae*, *Cyphon*, *Hexatoma*, *Andesiops*, *Chrysops*, *Nectopsyche*, *Farrodes*, *Heterelmis* y *Stilobezzia*); Generalistas (*Chironomidae*); Predador (*Atopsyche* y *Contulma*) y Raspador (*Hyalella*). Como Fragmentador se clasificó al orden Oligochaeta y al género *Hyallela*.

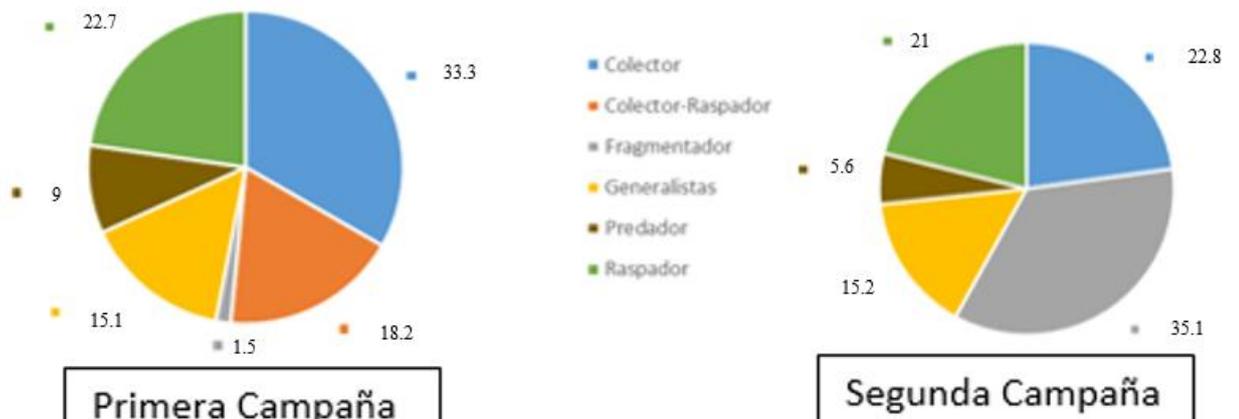


Figura 22. Distribución de gremios tróficos riachuelo Patul, primera y segunda campaña.

Analizando los datos del riachuelo Pucará, en esta incrementó el gremio Fragmentador en un 5.96%, por otra parte el gremio Generalista también incremento en un 7.88% (Fig. 23). La relación de gremios tróficos con géneros y familias fue la siguiente: Colector (*Anisoptera*, *Chrysops*, *Andesiops*, *Austrolimnius*, *Tipula*, *Cyphon*, *Prionocyphon*, *Heterelmis*, *Chrysops*, *Neoelmis* y *Dugesia*); Colector-Raspador (*Claudioperla*, *Farrodes*, *Phylloicus* y *Nectopsyche*); Generalistas (*Chironomidae* y *Gigantodax*); Predador (*Smicridae* y *Atopsyche*) y Raspador (*Anacroneuria*). El orden Oligochaeta respondió a una dieta fragmentadora. En tanto que en la segunda campaña, se vincularon gremios tróficos con géneros y familias de esta forma: Colector (*Andesiops*, *Heterelmis*, *Austrolimnius*, *Dugesia*, *Prionocyphon*, *Anacroneuria*, *Farrodes*, *Nectopsyche*, *Baetodes*, *Cyphon*, *Claudioperla*, *Phylloicus* y *Tipula*); Generalistas (*Chironomidae* y *Gigantodax*); Predador (*Atopsyche*) y Raspador (*Hyaella*). Dentro del gremio Fragmentador se clasificó al orden Oligochaeta.



Figura 23. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Pucará, primera y segunda campaña.

En el riachuelo identificado como: Quinuas se evidenció que el gremio Generalista incrementó el 22.90%, acompañado de una disminución del 21.18%, por parte del gremio Fragmentador (Fig. 24). La vinculación entre géneros y familias con gremios tróficos fue la siguiente en la primera campaña: Colector (*Heterelmis*, *Andesiops*, *Austrolimnius*, *Cyphon* y *Dugesia*); Colector-Raspador (*Leptohyphes* y *Farrodes*); Generalistas (*Gigantodax* y Chironomidae); Predador (*Smicridae* y *Atopsyche*) y Raspador (*Hyaella* y *Baetodes*). El orden Oligochaeta fue clasificado como Fragmentador. Mientras que en la segunda campaña, Se clasificó a géneros y familias de la siguiente manera: Colector (*Austrolimnius*, *Dugesia* y *Leptohyphes*); Generalistas (*Gigantodax* y Chironomidae); Predador (*Atopsyche*) y Raspador (*Hyaella*). El gremio Fragmentador estuvo representado por el orden Oligochaeta.

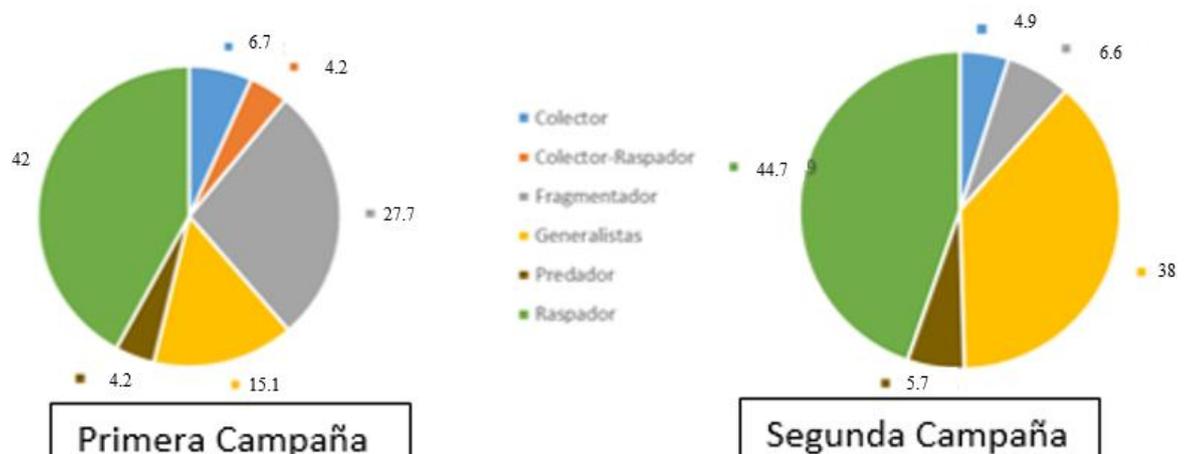


Figura 24. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Quinuas, primera y segunda campaña.

En lo que respecta al riachuelo Yanuncay, se reportó un incremento del 26.5% por parte del gremio Generalista, y una disminución del 11.99% del gremio Fragmentador (Fig. 25). La relación de gremios tróficos con géneros y familias fue la siguiente en la primera campaña: Colector (*Neoelmis*, *Andesiops*, Glossiphoniidae, *Austrolimnius* y *Cyphon*); Colector-Raspador (*Farrodes*); Generalista (*Gigantodax*, *Stilobezzia* y Chironomidae); Predador (*Atopsyche*) y Raspador (*Baetodes* y *Hyaella*). Al gremio Fragmentador pertenecieron los órdenes: Arhynchobdellida y Oligochaeta. En la segunda campaña, Se vinculó gremios tróficos con géneros y

familias de la siguiente forma: Colector (*Glossiphoniidae*, *Claudioperla*, *Farrodes*, *Andesiops*, *Nectopsyche*, *Phylloicus*, *Cyphon*, *Dugesia*, *Hexatoma*, *Psephenus*, *Stilobezzia*, *Heterelmis*, *Ochrotrichia*, *Austrolimnius*, *Baetodes* y *Leptohyphes*); Generalista (*Gigantodax* y Chironomidae); Predador (*Smicridae* y *Atopsyche*) y Raspador (*Hyaella* y *Gripopteryx*). El orden Oligochaeta se clasificó como Fragmentador.

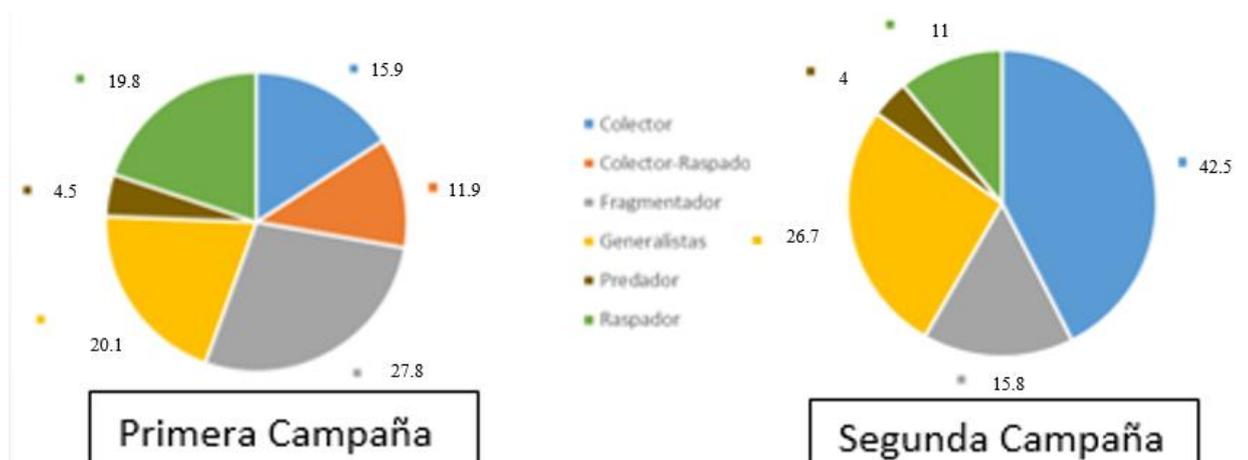


Figura 25. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Yanuncay, primera y segunda campaña.

Finalmente en el riachuelo Vivar, se encontró la siguiente Abundancia relativa de gremios tróficos: (Colector: 33.41%, Predador: 20%, Colector-Raspador: 14.99%, Raspador: 13.94%, Generalistas: 13.15% y Fragmentador: 4.47%). (Fig. 26). Los gremios tróficos se vincularon a los géneros y familias de la siguiente manera: Colector (*Glossiphoniidae*, *Austrolimnius*, *Heterelmis*, *Cyphon*, *Atanatolica*, *Andesiops*, *Dugesia*, *Neoelmis*, *Chrysops* y *Tipula*); Colector-Raspador (*Claudioperla*, *Farrodes*, *Nectopsyche* y *Marilia*); Generalistas (*Chironomidae* y *Gigantodax*); Predador (*Smicridae*, *Contulma* y *Atopsyche*) y Raspador (*Anacroneuria* y *Hyaella*), como Fragmentador se reportó al orden Oligochaeta. Cabe mencionar que en la segunda campaña este riachuelo mostró un lecho seco, debido a la estacionalidad; por lo que no se pudo realizar el monitoreo de macro fauna.

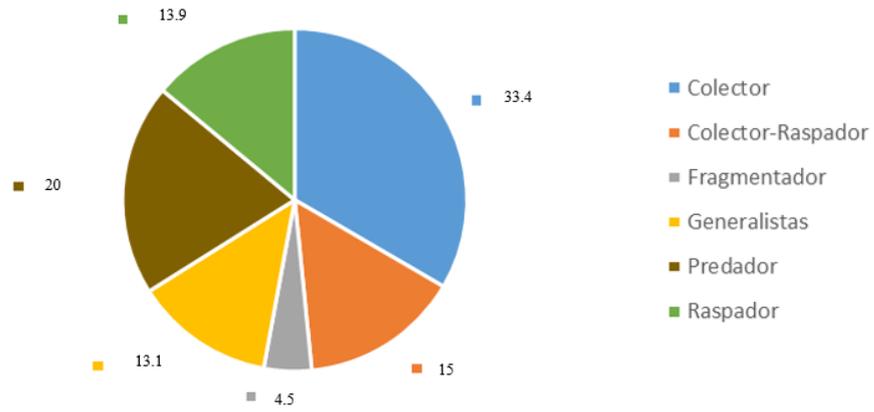


Figura 26. Abundancia relativa de gremios tróficos riachuelo Vivar, primera campaña.

Capítulo III:

Discusiones

Riqueza de taxás y análisis de diversidad.

En relación a la riqueza de familias, géneros y órdenes en este estudio reportamos 51 taxás en 10 riachuelos estudiados, ubicados en ecosistemas de paramo en alturas desde los 2800 msnm, hasta los 4200 msnm. En otros estudios desarrollados en ecosistemas de páramo, a alturas menores (2150msnm) como el realizado por Rincón & Granados (2013), reportan 50 familias y géneros, en la cuenca del río Gaira en Colombia. Por otra parte Chará-Serna et al. (2010) reportaron: 71 taxás entre familias y géneros. En 8 quebradas estudiadas; la diferencia con este estudio podría estar explicada debido a que las localidades están ubicadas a alturas inferiores a los 2000 msnm. Silva-Poma (2018) en un estudio realizado con altitudes similares al presente, reportó 30 taxás, entre familias órdenes y géneros, en dos quebradas analizadas.

Cabe mencionar a Jacobsen & Encalada (1998) quienes en un estudio realizado en los páramos Norte del Ecuador, reportan una riqueza de 27 taxás compuestas por: familias órdenes y géneros en 8 quebradas. Cabe señalar que la riqueza de taxás disminuyó en la estación seca, contrario de lo reportado por estos autores, en donde se incrementa el número de taxás en el periodo de menores precipitaciones. Además en un estudio realizado por: Londoño, Moreno, & Suarez (2017), analizaron tres riachuelos a una altitud superior a los 2500 msnm reportando un total de 61 familias y géneros. En otro estudio realizado sobre los 3500 msnm se reportaron 25 taxás entre géneros y familias en siete quebradas en Puna Argentina (Nieto et al. 2015).

Con respecto al análisis del índice de diversidad Shannon, podemos mencionar que este fue mayor en la segunda campaña en la mayoría de riachuelos, coincidiendo con el estudio de Londoño, Moreno, & Suarez (2017), quienes reportan valores mayores del índice Shannon en la mayoría de estaciones analizadas, en la época de menores precipitaciones. Con respecto al análisis de la agrupación de las comunidades de macroinvertebrados, en el presente estudio observamos que la estacionalidad en la que se realice el muestreo juega un papel determinante mayor al efecto causado por la localidad, en la mayoría de riachuelos estudiados; en este aspecto coincidiendo con el estudio de: Londoño, Moreno, & Suarez (2017).

Variación de dietas

Se encontró que el consumo de materia orgánica fina fue el recurso con mayor afinidad por parte de los géneros y familias en el estudio, coincidiendo con el estudio de Eguiguren-Burneo & Encalada (2014), quienes analizan las dietas de las subespecies pertenecientes a los géneros *Anacroneuria*, *Baetodes*, *Leptohyphes* y *Smicridea*. El consumo de MOF aumento en la primera campaña; sin embargo, la riqueza de colectores fue mayor en la segunda campaña; Rincón & Granados (2013) señalan que: este fenomeno podria tratarse debido a que algunas taxas en los periodos de mayor precipitacion como fue la primera campaña, tienden a resguardarse del arrastre por el incremento de escorrentia y aprovechan otros recursos. Ademas esto explica porque el gremio Colector Raspador desaparecio en la segunda campaña de muestreo.

Por otra parte la variación en la dieta del genero *Hyaella* en el riachuelo Patul, Se puede entender debido a la falta de recursos, que obliga a los organismos a adaptarse y por lo tanto mostrar todas sus capacidades de explotar recursos (Merritt & Cummins, 1996; Cummins & Klug, 1979). Contrastando con otros estudios, mencionamos que la dietas de los órdenes Coleoptera, Diptera y Ephemeroptera, en su mayoría fue la materia orgánica fina coincidiendo con lo reportado por: Rivera, Pinilla, & Camacho, (2013) & Tomanova, Goitia & Helesic (2006) en estudios en paramos.

Riqueza, abundancia relativa y descripción gremios tróficos

Se registró que el gremio Colector, presentó mayor riqueza de géneros y familias, coincidiendo con el estudio de: Eguiguren-Burneo & Encalada (2014), quienes señalan que la gran riqueza de este gremio se debe a que organismos prefieren ahorrar energía y consumir los recursos arrastrados por la corriente. Además el gremio Colector presentó altos valores de abundancia relativa en la primera como en la segunda campaña, concordando con otros estudios reportados en ecosistemas alto andinos tropicales (Eguiguren-Burneo & Encalada, 2014; Rivera, Pinilla, & Camacho, 2013; Silva-Poma 2018).

El gremio Predador estuvo presente en tres taxas, valores similares al estudio de Rincón & Granados (2013) quienes presentan cuatro taxas como Predadores. Por otra parte lo reportado por Eguiguren-Burneo & Encalada (2014) coincide en que subespecies dentro del género *Smicridea*, presentan dietas en base a la materia animal. La abundancia relativa de gremios predadores, puede estar condicionada con la abundancia relativa de los demás gremios tróficos (Tomanova, Goitia & Helesic, 2006); razón por la cual no existe mayores variaciones en la distribución de la abundancia relativa según la campaña de muestreo.

Por otra el gremio Fragmentador presentó mayor abundancia relativa en la segunda campaña. Cabe mencionar, que el gremio trófico Fragmentador está asociado a hábitats con presencia de materia orgánica gruesa, lo que según: Rincón & Granados (2013) constituye un recurso fundamental en las cabeceras de ecosistemas fluviales en zonas de bosque montano tropical a alturas inferiores a los 2500 msnsm; Chará-Serna et al. (2010) señalan que: la importancia del gremio fragmentador radica en que estos son individuos de gran tamaño como el género *Tipula*; sin embargo en el estudio la principal familia vinculado al gremio fragmentador fue el orden Oligochaeta; la cual no presentó variaciones en su dieta ni entre campañas ni entre riachuelo; de este orden cual no existe información en la literatura consultada; aunque algunos autores consideran a este orden como indicador de mala calidad de agua (Londoño, Moreno, & Suarez, 2017).

El gremio Raspador, presentó una disminución de riqueza en la segunda campaña; aunque en general la riqueza reportada para este grupo fue baja de manera similar al estudio de Eguiguren-Burneo & Encalada (2014), quienes reportan una baja incidencia de algas en las dietas reportadas. En lo que respecta a la abundancia relativa, no se registraron variaciones fuertes, es importante mencionar que este grupo trófico está asociado al consumo de algas y restos vegetales, lo que se relaciona directamente con la presencia de vegetación ribereña de los diferentes hábitats fluviales y la producción autóctona de los distintos ecosistemas fluviales (Rincón & Granados, 2013).

El gremio Generalista presentó altos valores de abundancia relativa en el estudio; Eguiguren-Burneo & Encalada (2014) sugieren que las taxas generalistas pueden presentar mayor abundancia, debido a la plasticidad, que les aventaja de otras taxas. Respalda la información de algunos autores, quienes plantean que en las redes tróficas de ecosistemas fluviales tropicales, existe una dominancia de los grupos generalistas (Cheshire, Boyero, & Pearson, 2005). Lo que explica la abundancia de los generos, familias y ordenes Chironomidae sp y *Gigantodax*.

El gremio Colector- Raspador solo estuvo presente en la primera campaña, y presentó una importante riqueza; superado unicamente por el gremio Colector. Algunos estudios señalan que la aparición de este grupo trófico se debe a la estacionalidad, debido a que organismos colectores, aprovechan otros recursos por la disminución en la concentración de materia orgánica fina debido al aumento de precipitaciones; además de evitar exponerse a la escorrentía (Rincón & Granados, 2013); y a la vez organismos raspadores aprovechan otros recursos debido a que la escorrentía disminuye los recursos para este grupo trófico (Tamarís-Turizo, 2014).

Comparación de la clasificación de gremios por taxón de este estudio vs. Otros estudios en la región.

Géneros como: *Heterelmis* y *Hyaella*, presentaron una alta compatibilidad con lo reportado por: Rivera et al. (2013) (Tabla 5). Por otra parte los cambios en las dietas de los géneros, familias y ordenes, dejan ver la plasticidad de los organismos para adaptarse a los recursos que brindan los ecosistemas como lo sugiere Eguiguren-Burneo & Encalada (2014), quien manifiesta que los cambios en las dietas de los organismos, pueden variar por estacionalidad o por localidad.

Tabla 5. Comparación de gremios tróficos que difieren entre estudios realizados en la región en ecosistemas de páramo.

Taxas N./Autores	Silva-Poma (2018)	Eguiguren-Burneo & Encalada (2014)	Rivera et al. (2013)	Presente estudio Primera campaña	Segunda Campaña
<i>Atopsyche</i> (79)	-	-	-	P	P
<i>Anacroneuria</i> (29)	-	G	-	R	C
<i>Baetodes</i> (32)	-	G	-	R	C
<i>Andesiops</i> (56)	R	-	-	C	C
<i>Atanatolica</i> (9)	-	-	-	C	C
<i>Farrodes</i> (56)	-	-	-	C	C
<i>Hexatoma</i> (34)	-	-	-	C	C
Glossiphoniidae (31)	-	-	R	C	C
* <i>Claudioperla</i> (13)	-	-	-	C-R	C
<i>Marilia</i> (22)	-	-	-	C-R	C
<i>Nectopsyche</i> (20)	-	-	-	C-R	C
<i>Tipula</i> (20)	R	-	-	C	C
<i>Heterelmis</i> (37)	-	-	C-F	C	C
<i>Leptohyphes</i> (21)	-	G	-	C-R	C
<i>Psephenus</i> (11)	-	-	-	C	C
<i>Austrolimnius</i> (44)	-	-	-	C	C
* <i>Chrysops</i> (11)	-	-	-	C	C
<i>Cyphon</i> (24)	-	-	-	C	C
<i>Dugesia</i> (42)	-	-	-	C	C
<i>Limnicola</i> (32)	-	-	-	C	C
* <i>Neoelmis</i> (20)	-	-	-	C	C
* <i>Arhynchobdellida</i> (7)	-	-	-	F	F
* <i>Oligochaeta</i> (96)	-	-	-	F	F
<i>Hyalella</i> (78)	-	-	C-R	R	R/F
<i>Smicridae</i> (28)	-	G	-	P	P
<i>Contulma</i> (12)	-	-	-	P	P
* <i>Gipopteryx</i> (6)	-	-	-	C-R	R
<i>Chironomidae</i> (122)	-	-	C-R	G	G
<i>Gigantodax</i> (88)	C	-	-	G	G
<i>Prionocyphon</i> (7)	-	-	-	C	C
<i>Stilobezzia</i> (10)	-	-	-	G	C
<i>Phylloicus</i> (18)	-	-	-	C-R	C
<i>Helicopsyche</i> (3)	-	-	-	-	-
<i>Pseudodisersus</i> (3)	-	-	-	-	-
<i>Ochrotrichia</i> (4)	-	-	-	-	-
<i>Hydrochus</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Archips</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Anthonomus</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Lymnaea</i> (2)	-	-	-	-	-
<i>Anisoptera</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Limonia</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Limnesiidae</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Phaenonotum</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Ramphocorixa</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Entomobryidae</i> (2)	-	-	-	-	-
<i>Ochrotrichia</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Heliocharis</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Libellullinae</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Darwinivelia</i> (1)	-	-	-	-	-
<i>Noelmis</i> (4)	-	-	-	-	-
<i>Nemotelus</i> (1)	-	-	-	-	-

P: Predador, C: Colectores, F: Fragmentador, R: Raspador, C-R: Colector-Raspador, G: Generalista, R/F: Raspador y Fragmentador, N.: número de individuos analizados, “-”: no reportado y *: nuevos reportes. Los géneros y familias en gris no completaron el mínimo sugerido en la metodología debido a su rareza, por lo que no se reportó su gremio trófico.

Distribución de Abundancia relativa de gremios tróficos.

En cuanto a la variación de gremios tróficos dentro de los diferentes riachuelos y según la estacionalidad, existen autores que señalan que la variación en la abundancia relativa del gremio Raspador, puede estar condicionada a la presencia del gremio Fragmentador (Rincón & Granados, 2013); esto se pudo observar en los riachuelos Miguir, Chanlud y Pucará. Además fue posible observar que el gremio Fragmentador aumentó en la segunda campaña, en este sentido, se coincidió con el estudio de: Touma, Encalada, & Pratt (2009) & Londoño, Moreno, & Suarez (2017), quienes reportan que la disponibilidad de materia orgánica gruesa aumenta en la temporada de menores precipitaciones. Cabe señalar, que la baja abundancia registrada en algunas taxas dentro del gremio Colector, junto a la alta riqueza reportada para este grupo, podría estar explicada por la competencia por el recurso en común la materia orgánica fina como lo explica: Root (1967). En este contexto Encalada (1997), sostiene que el gremio Colector en riachuelos alto andinos son abundantes; sin embargo, no llegan a ser dominantes; coincidiendo con lo reportado en este estudio.

Por otra parte, Nieto et al. (2015) señala que los fragmentadores, son escasos en riachuelos alto andinos, debido a la baja tasa de descomposición de materia orgánica por la temperatura en los páramos. Mientras que Rivera, Pinilla, & Camacho (2013) sugieren: que el gremio Fragmentador aumenta en aguas de baja calidad (Parámetros físico-químicos), en el estudio realizado en el humedal de la cuenca del río Jubones, Colombia.

Es importante recalcar, que las diferencias registradas en la abundancia relativa de gremios tróficos de macroinvertebrados entre riachuelos y entre campañas, pueden estar íntimamente relacionadas con parámetros físicos y químicos, y con características a cerca del estado de conservación de las riberas, de los diferentes riachuelos analizados (Kashian & Burton, 2000 & Barbour et al. 1999).

Conclusiones:

En relación a la riqueza encontrada podemos concluir que: los colectores reportaron un mayor número de taxas en la primera como en la segunda campaña. Por otra parte el gremio Colector-Raspador, presento la segunda riqueza más alta en la primera campaña; sin embargo no estuvo presente en la segunda campaña. El gremio Raspador presentó mayor abundancia en la primera campaña. Mientras que los gremios: Predador, Generalistas y Fragmentador abarcaron un reducido número de taxas. En cuanto a la abundancia relativa de gremios tróficos, en general podemos mencionar que los gremios Colector y Generalista presentaron mayor abundancia. Mientras que la abundancia relativa de individuos que preferían consumir materia orgánica gruesa (Fragmentadores), se mantuvo en rangos similares a individuos que consumían algas y materia vegetal (Raspadores); el consumo de materia animal (Predadores), presento menores valores de abundancia relativa, y se mantuvo constante en las dos campañas de muestreo. Cabe recalcar, que la dieta más representativa fue materia orgánica fina (Colectores), debido a la importancia que esta representa para la mayoría de taxas reportadas.

Es importante recalcar que debido a la variación presentada en la dieta de la familia Chironomidae, junto a la complejidad para resolver los problemas taxonómicos de este grupo; ha motivado a que autores determinen los grupos tróficos únicamente para esta familia; por lo que ha futuro son indispensables estudios para aclarar la funcionalidad de los distintos géneros que pueda abarcar esta familia.

Mencionando la clasificación de gremios tróficos, señalamos que el gremio colector estuvo predominado por las familias: Psephenidae, Elmidae, Hydrochidae, Scirtidae, Tipulidae, Limoniidae, Tabanidae, Blephariceridae, Baetidae, Glossiphoniidae, Leptoceridae y Dugesiidae; en la primera campaña. Mientras que en la segunda campaña a este grupo trófico estuvieron asociadas las familias: Elmidae, Scirtidae, Psephenidae, Tipulidae, Ceratopogonidae, Blephariceridae, Tabanidae, Baetidae, Leptohiphidae, Perlidae, Gripopterygidae, Glossiphoniidae, Dugesidae, Leptoceridae, Calamoceratidae y Odontoceridae.

En el gremio Raspador fueron clasificados las siguientes familias en la primera campaña: Hyalellidae, Baetidae y Perlidae, en la segunda campaña las familias que reportaron dietas raspadoras fueron: Hyalellidae y Gripopteryx. En lo que respecta al gremio Fragmentador, estuvo representado por los órdenes Oligochaeta y Arhynchobdellida, en la primera y en la segunda campaña, no obstante en la segunda campaña a este grupo trófico se sumó la familia Hyalellidae.

El gremio Predador estuvo asociado a las familias: Hydropsychidae, Hydrobiosidae y Anomalopsyche en las dos campañas de muestreo. Mientras que el gremio Colector-Raspador estuvo presente solo en la primera campaña y se vinculó a las familias: Leptohyphidae, Gripopterygidae, Perlidae, Calamoceratidae, Odontoceridae y Leptoceridae. En este contexto se encontró que algunos géneros y familias coincidían con las dietas anteriormente reportadas, mientras que otras taxas mostraban una realidad diferente.

En cuanto a la distribución de gremios tróficos, se observó que existían grandes variaciones entre riachuelos y entre campañas de muestreo. Según la bibliografía consultada estas variaciones están directamente relacionadas con cambios en el hábitat (características físicas y químicas y calidad de las riberas) de los macroinvertebrados. Por lo que a futuro se considera indispensable integrar el análisis del consumo de recursos por parte de los gremios tróficos de macroinvertebrados, a la evaluación de ecosistemas fluviales, ya que se podría lograr obtener un panorama más claro a cerca de las condiciones que podrían estar experimentando las diferentes microcuencas hídricas.

Referencias

- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 35–64.
- Allan, J. (1995). *Stream ecology: structure and function of running waters*. Londres: Chapman & hall.
- Ayora, M., & Samaniego, N. (2016). Caracterización De Las Comunidades De Macroinvertebrados Bentónicos En Arroyos De Microcuencas Intervenidas Y De Referencia Del Cantón Loja. Universidad Nacional De Loja, 68pp.
- Baev, P., & Penev, L. (1995). Biodiversity: Program for calculator biological diversity. *Pensov*, 57.
- Barbour, M., Gerritsen, J., Zinder, D., & Stribling, J. (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. EPA, 841 – B41-99-002.
- Benke, C., & Wallace, J. (1997). Trophic basis of production among riverine caddis flies: implications for food web analysis. *Ecology*, 78:1132-1145.
- Bott, R. (2014). Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S). *Igarss*, 87-93.
- Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., & Hofstede, R. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 53-72.
- Caleño, Y., Rivera-Rondon, C., & H, O. (2017). Hábitos alimentarios de quironómidos (Diptera: Chironomidae). *Revista de Biología Tropical*, 29-33.
- Camacho, M. (2013). Los páramos ecuatorianos: Caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sustentable. *ANALES*, 77-91.

- Chara-Serna, A., Chara, J., Zuniga, M., Pearson, R., & Boyero, L. (2010). Diets of leaf litter-associated invertebrates in three tropical streams. Cali: CIPAV.
- Chará-Serna, A., Chará, J., Zúñiga, M., Pedraza, G., & Lina, G. (2010). Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. *SCIENTIARUM*, 27-36.
- Cheshire, K., Boyero, L., & Pearson, R. (2005). Food webs in tropical Australian streams: shredders are not scarce. *Freshwaters. Biology*, 748-769.
- Cotler, H., Galindo Alcantar, A., González-Mora, I., Pineda-López, R., & Ríos-Patrón, E. (2013). Cuencas Hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Semarnat, 36pp.
- Cummins, K., & Klug, M. (1979). Feeding ecology of stream invertebrates. *Annu Rev Ecol Syst*, 10:147-172.
- Cummins, K., Merrit, R., & Berg, M. (2008). Ecology and Distribution Of Aquatic Insects. Kendall, 105-122.
- Darrigran, G., Vilches, A., & Damborenea, C. (2007). Guía para el estudio de macroinvertebrados "métodos de colecta". La Plata, Argentina: FCNyM; UNLP; ProBiota.
- Dolédec, S., Olivier, J., & Statzner, B. (2000). Macroinvertebrate assemblages and detritus processing in Kenyan Highlands streams. *Freshwater Biology*, 909-919.
- Domínguez, E., & Fernández, R. (2009). MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS SUDAMERICANOS. Tucumán- Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Eguiguren-Burneo, A., & Encalada, A. (2014). Trophic variability of stream macroinvertebrates along an altitudinal gradient and among size groups in the Oyacachi River Basin. Universidad San Francisco de Quito, 62pp.
- Encalada, A. (1997). Diversidad y abundancia de macroinvertebrados en relación a factores físicoquímicos y de fuentes de alimento en dos tipo de ríos de paramo del Ecuador. PUCE, 88pp.

- ENTOMOPRAXIS. (25 de Julio de 2018). ENTOMOPRAXIS.COM. Obtenido de Líquido de Nesbitt: <http://entomopraxis.com/tienda/es/aclarado-de-piezas-de-pequenos-artropodos/299-liquido-de-nesbitt-17-ml.html>
- Fuentes, J. (2004). Análisis morfométrico de cuencas: Caso de estudio del Parque Nacional Pico de Tancítaro. Instituto Nacional de Ecología. Retrieved from, 1–47.
- Galeas, R., & Guevara, J. (2012). Metodología para la representación cartográfica de los ecosistemas del Ecuador continental. Quito: MAE.
- Gayraud, S., Stanzner, B., Bady, P., Haybachp, F., Scholl, P., Usseg, P., & Bacchi, M. (2003). Invertebrate's traits for the biomonitoring of large European rivers. *Freshwater Biology*, 1-20.
- Greathouse, E., & Pringle, C. (2006). Greathouse EA, Pringle CM. Does the river continuum concept apply on a tropical island? Longitudinal variation in a Puerto Rican stream. *Can J Fish Aquat Sci*, 134-152.
- Guzmán-Soto, C., & Tamarís-Turizo, C. (2014). Hábitos alimentarios de organismos inmaduros de Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera de la parte media de un río tropical de montaña. *Revista de Biología Tropical*, Vol. 62 (Supl. 2), 167-176.
- Henriques-Oliveira, A., Nessimian, J., & Dorvillé, L. (2003). Feeding habits of chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 269-281.
- INAMHI. (2014). Anuario meteorológico. Quito: INAMHI.
- Jackson, J., & Sweeney, J. (1995). Research in tropical streams and rivers: introduction to a series of papers. *Journal of the North American Benthological Society*, 14, 2-4.
- Jacobsen, D., & Encalada, A. (1998). The macroinvertebrate fauna, of Ecuadorian highland streams in the wet and dry season. *Arch. Hidrobiol*, 53-70.
- Jiménez, R., Astudillo, P., & Barnuevo, E. (2018). Grupos tróficos de macroinvertebrados acuáticos en ecosistemas altoandinos del sur de Ecuador. Salinas: XXXVI Jornadas Nacionales de Biología. Kashian, D., & Burton, T.

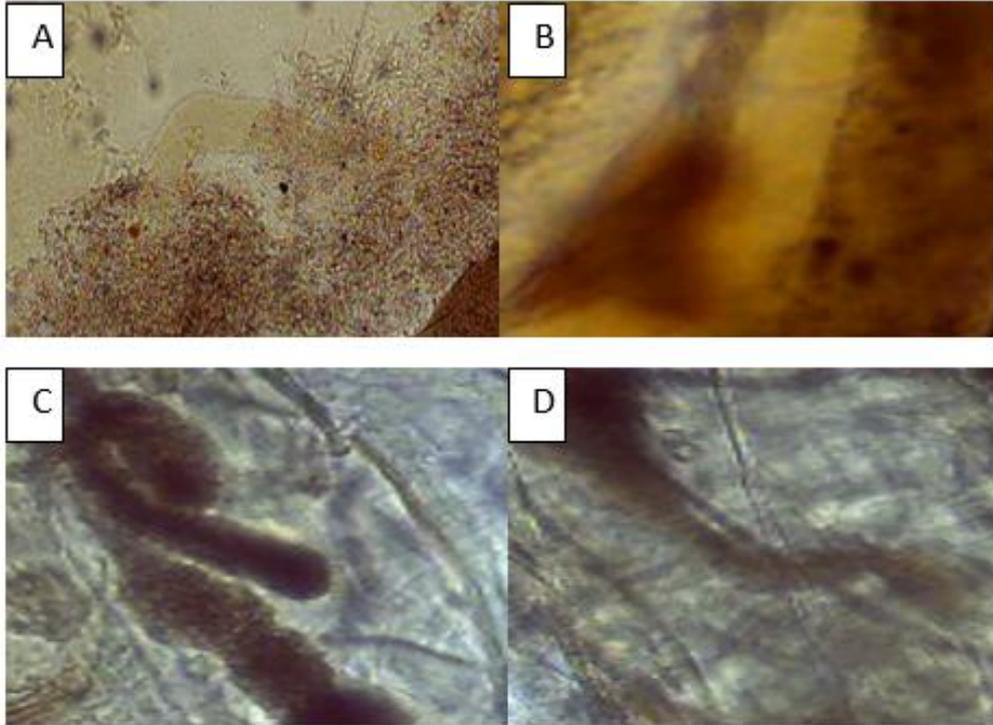
- (2000). Comparison of macroinvertebrates of two Great Lakes coastal wetlands: Testing potential metrics for an Index of Ecological Integrity. *J Great Lakes Res*, 26(4):460-481.
- Llambí, L., & Lindemann, T. (2003). Enfoque de Cuencas Hidrograficas. *RBL*, 7-11.
- Londoño, Y., Moreno, D., & Suarez, O. (2017). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad de agua en tres quebradas de alta monta de Antioquia Colombia. *Universidad Pontificia Bolivariana*, 109pp.
- Maćkiewicz, A., & Ratajczak, W. (1993). PCA: Principal Components Analysis. *Computers and Geosciences*, 303-342.
- Madriñán, S., Cortés, A., & Richardson, J. (2013). Páramo is the world's fastest evolving and coolest biodiversity hotspot. *Frontiers in Genetics*, 1-7.
- Maue, T., & Springer, M. (2008). Effect of methodology and sampling time on the taxa richness of aquatic macroinvertebrates and subsequent changes in the water quality index from three tropical rivers, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56, (Suppl 4): 257-271.
- Merritt, R., & Cummins, K. (1996). An introduction to the aquatic insects of North America. Dubuque: Kendall/Hunt.
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (23 de 07 de 2018). [areasprotegidas.ambiente.gob.ec](http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/sites/default/files/GUIA_PARQUES_37-2014.pdf). Obtenido de Parque Nacional "El Cajas": http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/sites/default/files/GUIA_PARQUES_37-2014.pdf
- Moreno, C., Zuri, M., Garcia, G., Sánchez, L., Castellanos, I., Martínez, M., & Rojas, A. (2006). Cambios en las medidas de Biodiversidad en las dos décadas pasadas. *Intirencia*, 67-71.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR.
- Nieto, C., Malizia, A., Carrilla, J., Izquierdo, A., Rodriguez, J. C., & Grau, H. (2015). Patrones espaciales en comunidades de macroinvertebrados acuáticos de la Puna Argentina. *Biología Tropical*, 747-763.

- OKsanen, J., Guillaume, F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Wagner, H. (2019). Community Ecology Package. Package Vegan. Obtenido de <https://cran.r-project.org>
- Padrón-Martínez, P., Romero, G., & Tixi, D. (2015). Composición y estructura de la comunidad de insectos en dos zonas de la estación científica “El Gullán”, Azuay-Ecuador. Universidad del Azuay, 81.
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2008). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. LYSD, 34-45.
- Ramírez, A. (2010). Métodos de recolección. Rev.biol. trop, 11.
- Ramírez, A., & Gutiérrez-Fonseca, P. (2014). Estudios sobre macroinvertebrados acuáticos en América Latina: avances recientes y direcciones futuras. Universidad de Puerto Rico, 12pp.
- Rincón, J., & Granados, C. (2013). Análisis de La Dieta de Macroinvertebrados Bentónicos en una Gradiente Altitudinal de la Cuenca del Rio Gaira. Universidad del Zulia, 70pp.
- Rincón, J., Merchán, D., Rojas, D., Sparer, A., & Zarate, E. (2017). Macroinvertebrados de los Ríos del Parque Nacional Cajas. Cuenca: Don Bosco.
- Rivadeneira, J., & Calvache, E. (2017). Dieta y Morfología del tracto digestivo de seis especies de peces (Characiformes) abundantes en la cuenca del río Esmeraldas, depositadas en el Instituto de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional. PUCE, 86pp.
- Rivera, J., Pinilla, G., & Camacho, D. (2013). Grupos Tróficos De Macroinvertebrados Acuáticos En Un Humedal Urbano Andino De Colombia. Redalyc, 279-292.
- Root, R. (1967). The niche exploitation pattern of the blue-grey. Ecol Monogr, 37:317-350.
- Rosenberg, D., & Resh, V. (1993). Freshwater Biomonitoring and Benthic. Chapman Hall, 483-495.

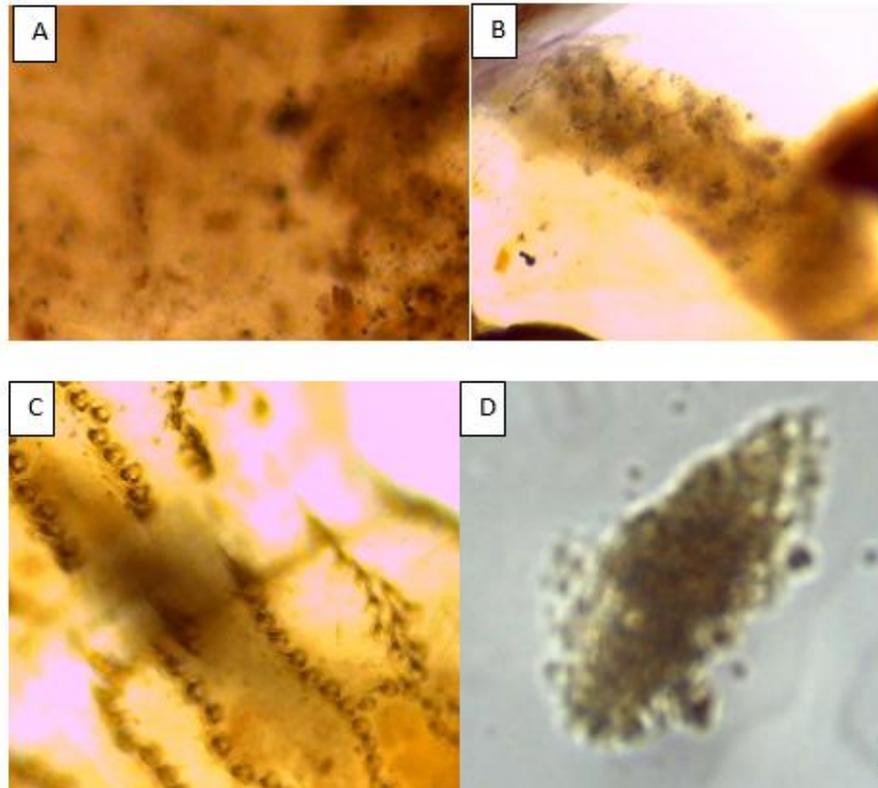
- Rosi-Marshall, E., Wellard, H., Hall, & Vallis, K. (2016). Methods for quantifying aquatic macroinvertebrate diets. *Freshwater Science*, 229-236.
- Shannon, C., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Illinois: University of Illinois Press, Urbana, IL.
- Silva-Poma, M. (2018). *Caracterización Ecológica de la Fauna de Macroinvertebrados, en dos Quebradas Altoandinas*. Universidad Mayor Nacional de "San Marcos", 153pp.
- Silva-Poma, M. (2018). *Caracterización Ecológica de la Fauna de Macroinvertebrados, en dos Quebradas Altoandinas*. Universidad Mayor Nacional de "San Marcos", 153pp.
- Tomanova, S., Goitia, E., & Helesic, J. (2006). Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. *Hydrobiologia*, 556:251-264.
- Touma, B., Encalada, A., & Pratt, N. (2009). Leaf Litter Dynamics and Its Use by Invertebrates. *Freshwaters. Biology*, 357-371.
- Vannote, R., Minshall, G., Cummins, K., Sedell, J., & Cushing, C. (1980). The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci*, 130-137.
- Vinson, M., & Hawkins, C. (2003). Broad-scale geographical patterns in local stream insect genera richness. *Ecography*, 26, 751-767.
- Wallace, J., Hutchens, J., & Grubaugh, J. (2007). Transport and storage of MOPF. *Ecology*, 249-272.
- Wickham, H. (2009). *Ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. New York: Springer.
- Yule, C. (1996). Trophic relationships and food webs of the benthic invertebrate fauna of two aseasonal tropical streams in Bougainville Island, Papua New Guinea. *Journal of Tropical Ecology*, 12: 517-534.

Anexos

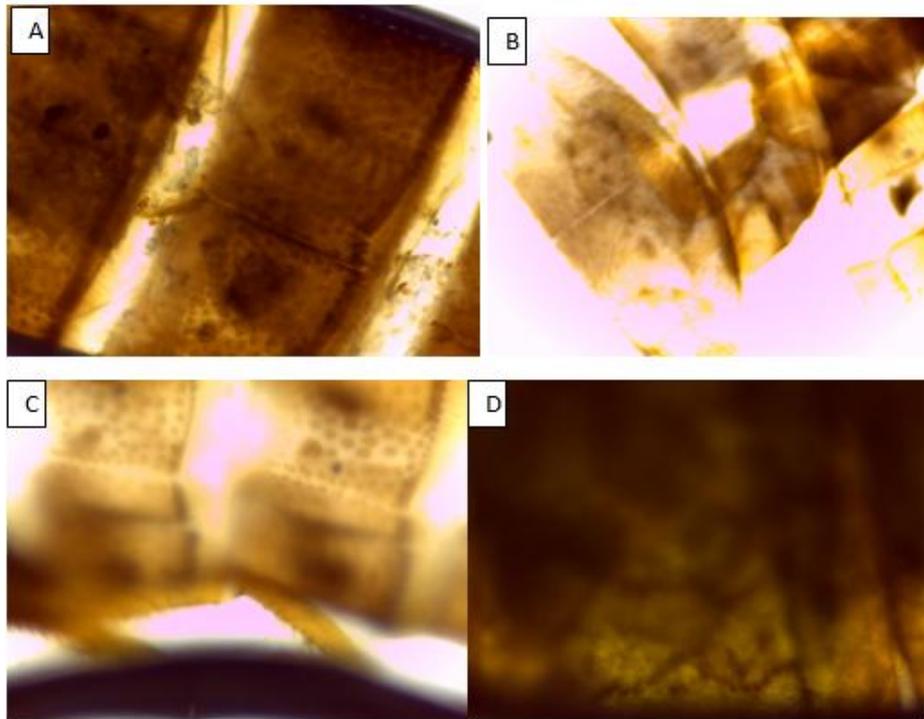
Anexo 1 Contenidos estomacales, con un alcance de 10x.



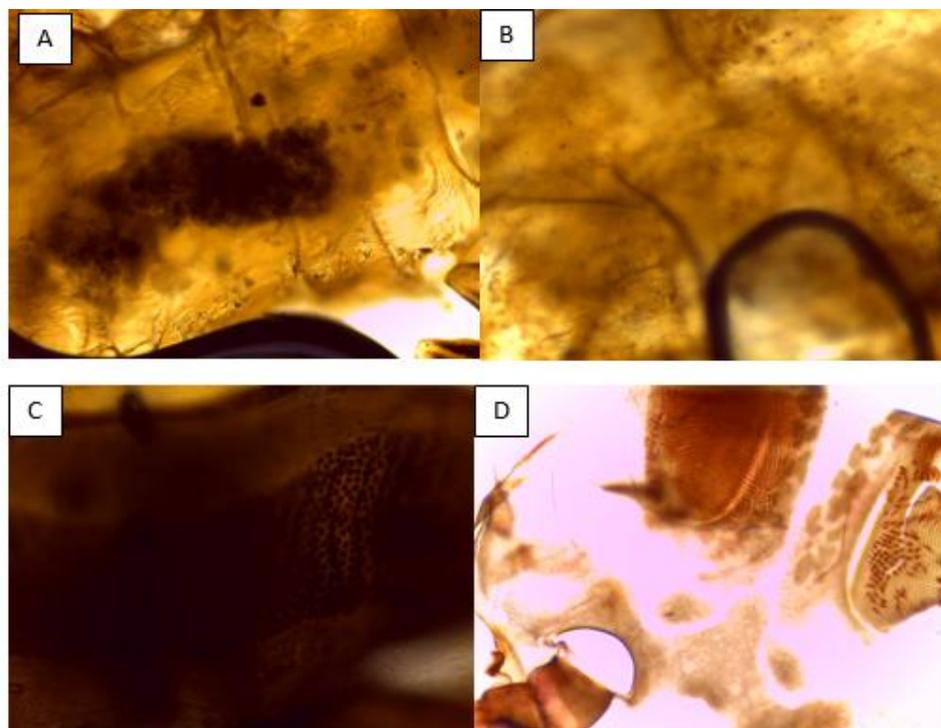
Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x. A: Phenepe, B: Neelmis, C: Phaenonotum y D: Austrolimnius; primera campaña



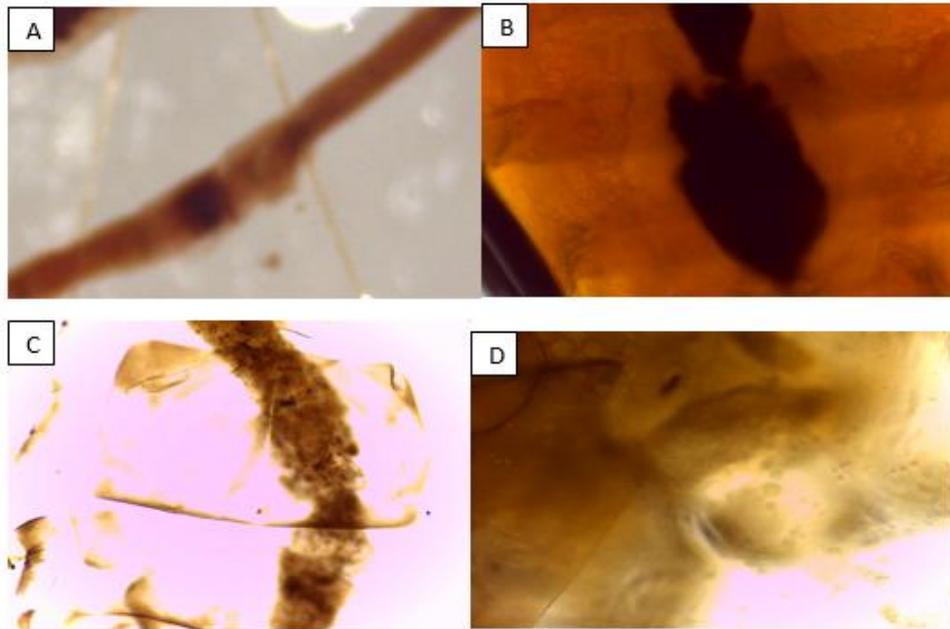
Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x. A: Entomobryidae sp, B: Austrolimnius, C: Heterelmis, D: Noelmis; segunda campaña



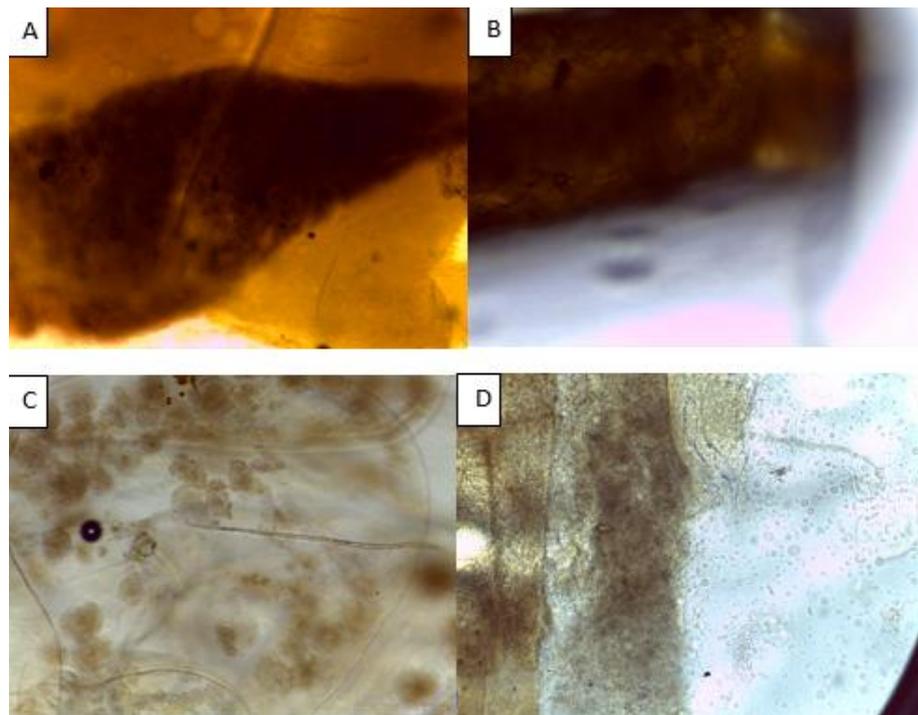
Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x. A: Pseudodisersus, B: Cyphon, C: Prionocyphon y D: Psephenus; segunda campaña.



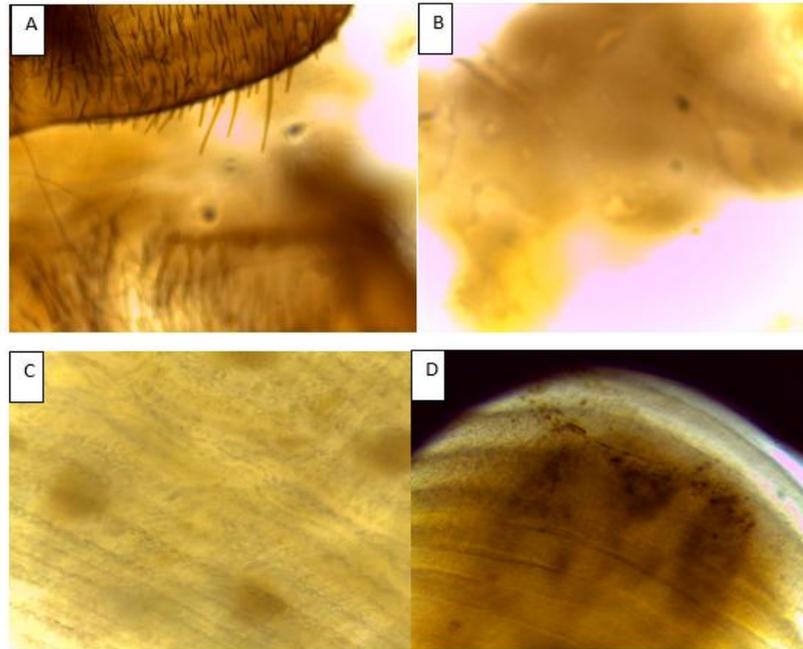
Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x. A: Hexatoma, B: Tipula, C: Limonicola y D: Nemotelus; segunda campaña.



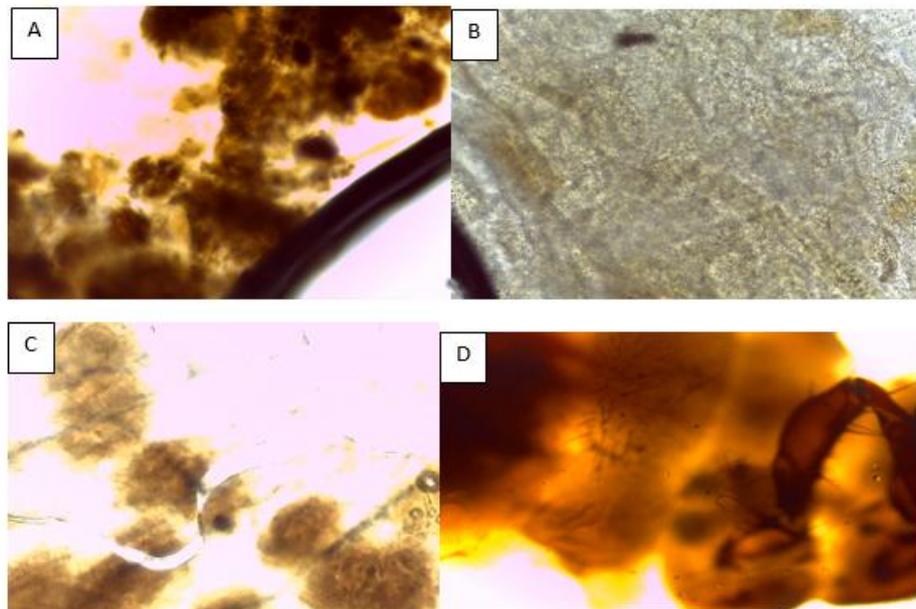
Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x. A: Stilobezzia, B: Chrysops, C: Andesiops y D: Baetodes; segunda campaña.



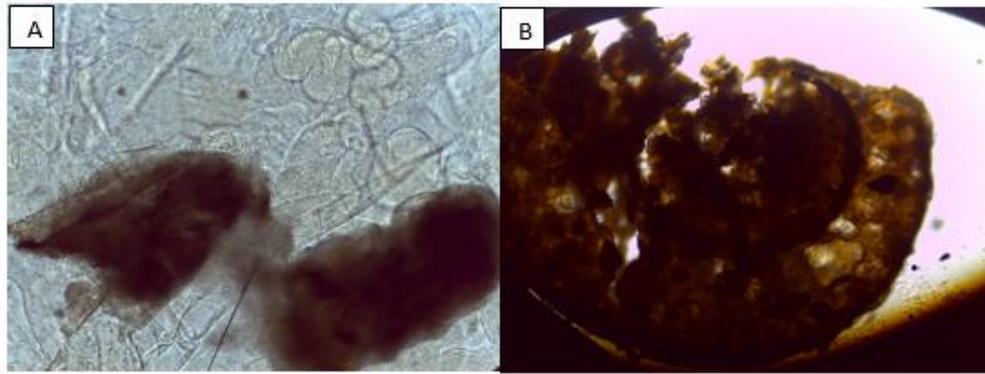
Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x. A: Farrodes, B: Leptohyphes, C: Ramphocorixa y D: Heliocharis; segunda campaña.



Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x. A: Anacroneuria, B: Claudioperla, C: Glossiphoniidae sp y D: Dugesia; segunda campaña.



Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x. A: Nectopsyche, B: Phylloicus, C: Ochrotridia y D: Marilia; segunda campaña.



Contenidos estomacales de materia orgánica fina, con un alcance de 10x. A: Ochrotrichia y B: Helicopsyche; segunda campaña.

Anexo 2 Distribuciones de familias y órdenes, por riachuelos; primera campaña.

Sitio	Familia/Orden	Abundancia
Chorreras	Simuliidae	2
Chorreras	Oligochaeta	28
Chorreras	Hydrobiosidae	3
Chorreras	Arhynchobdellida	4
Chorreras	Blephariceridae	4
Chorreras	Chironomidae	1
Chorreras	Tabanidae	1
Chorreras	Baetidae	2
Chorreras	Leptohyphidae	1
Yanuncay	Baetidae	51
Yanuncay	Hyalellidae	63
Yanuncay	Simuliidae	39
Yanuncay	Archynchobdellida	3
Yanuncay	Elmidae	3
Yanuncay	Oligochaeta	95
Yanuncay	Leptohyphidae	42
Yanuncay	Chironomidae	31
Yanuncay	Hydrobiosidae	15
Yanuncay	Hydropsychidae	1
Yanuncay	Glossiphoniidae	4
Yanuncay	Hydrochidae	1
Yanuncay	Scirtidae	4
Yanuncay	Ceratopogonidae	1
Angas	Psephenidae	19
Angas	Hyalellidae	11
Angas	Oligochaeta	12
Angas	Hydrobiosidae	7
Angas	Baetidae	15
Angas	Simuliidae	68
Angas	Ceratopogonidae	2
Angas	Elmidae	7
Angas	Blephariceridae	4
Angas	Dugesiidae	27
Angas	Gripopterygidae	12
Angas	Scirtidae	4
Angas	Leptohyphidae	46
Angas	Chironomidae	39
Angas	Tortricidae	1
Angas	Glossiphoniidae	1
Miguir	Simuliidae	23
Miguir	Oligochaeta	5
Miguir	Glossiphoniidae	7
Miguir	Hyalellidae	9
Miguir	Hydrobiosidae	2
Miguir	Chironomidae	23
Miguir	Blephariceridae	6
Miguir	Tabanidae	1
Miguir	Limnaeidae	2
Miguir	Elmidae	5
Miguir	Libellulidae	1
Miguir	Leptohyphidae	3
Miguir	Baetidae	3
Pucará	Chironomidae	22
Pucará	Dugesiidae	15
Pucará	Elmidae	4
Pucará	Baetidae	38
Pucará	Curculionidae	1
Pucará	Libellulidae	2
Pucará	Limoniidae	2
Pucará	Tabanidae	3
Pucará	Mesoveliidae	1
Pucará	Oligochaeta	6
Pucará	Calamoceratidae	6
Pucará	Elmidae	81
Pucará	Helicopsychidae	2

Anexo 2 (Cont.)

Sitio	Familia/Orden	Abundancia
Pucará	Scirtidae	8
Pucará	Tipulidae	3
Pucará	Simuliidae	2
Pucará	Hydropsychidae	11
Pucará	Hydrobiosidae	1
Pucará	Leptohyphidae	12
Pucará	Leptoceridae	14
Pucará	Perlidae	12
Pucará	Gripopterygidae	4
Chanlud	Oligochaeta	19
Chanlud	Simuliidae	6
Chanlud	Chironomidae	5
Chanlud	Hydrobiosidae	1
Chanlud	Baetidae	2
Chanlud	Oligochaeta	1
Chanlud	Anomalopsyche	1
Quinuas	Hyalellidae	48
Quinuas	Dugesidae	1
Quinuas	Chironomidae	14
Quinuas	Baetidae	4
Quinuas	Elmidae	4
Quinuas	Perlidae	1
Quinuas	Scirtidae	1
Quinuas	Hydropsychidae	1
Quinuas	Hydrobiosidae	4
Quinuas	Oligochaeta	17
Quinuas	Leptohyphidae	4
Patul	Baetidae	9
Patul	Elmidae	2
Patul	Scirtidae	3
Patul	Leptohyphidae	12
Patul	Hydrobiosidae	1
Patul	Chironomidae	10
Patul	Hyalellidae	6
Patul	Limnesiidae	1
Patul	Dugesidae	16
Patul	Oligochaeta	1
Patul	Hydropsychidae	5
Patococha	Oligochaeta	13
Patococha	Chironomidae	39
Patococha	Hydrobiosidae	3
Patococha	Ceratopogonidae	2
Patococha	Tipulidae	32
Patococha	Elmidae	2
Patococha	Hyalellidae	7
Vivar	Tipulidae	1
Vivar	Oligochaeta	17
Vivar	Tabanidae	1
Vivar	Chironomidae	10
Vivar	Scirtidae	3
Vivar	Elmidae	59
Vivar	Hydrobiosidae	13
Vivar	Gripopterygidae	2
Vivar	Perlidae	11
Vivar	Hyalellidae	37
Vivar	Dugesidae	17
Vivar	Hydropsychidae	57
Vivar	Baetidae	17
Vivar	Leptoceridae	30
Vivar	Anomalopsychidae	6
Vivar	Leptohyphidae	51
Vivar	Simuliidae	40
Vivar	Perlidae	5
Vivar	Glossiphoniidae	2
Vivar	Odonoceridae	1

Anexo 3. Distribuciones de familias y órdenes, por riachuelos; segunda campaña.

Sitio	Familia/Orden	Abundancia
Angas	Simuliidae	8
Angas	Chironomidae	37
Angas	Tipulidae	7
Angas	Elmidae	6
Angas	Scirtidae	1
Angas	Baetidae	3
Angas	Ceratopogonidae	1
Angas	Corixidae	1
Angas	Leptophlebiidae	1
Angas	Hydropsychidae	1
Chanlud	Hydrobiosidae	22
Chanlud	Tipulidae	8
Chanlud	Simuliidae	48
Chanlud	Chironomidae	220
Chanlud	Elmidae	34
Chanlud	Dugesiidae	1
Chanlud	Perlidae	2
Chanlud	Leptohiphidae	2
Chanlud	Tipulidae	2
Chanlud	Entomobryidae	1
Chanlud	Leptoceridae	1
Chanlud	Scirtidae	1
Chanlud	Baetidae	1
Chanlud	Oligochaeta	30
Chorreras	Tipulidae	8
Chorreras	Chironomidae	19
Chorreras	Scirtidae	1
Chorreras	Elmidae	2
Chorreras	Oligochaeta	69
Chorreras	Leptophlebiidae	3
Chorreras	Hydrobiosidae	16
Chorreras	Tipulidae	9
Chorreras	Baetidae	3
Chorreras	Blephariceridae	2
Chorreras	Perlidae	1
Chorreras	Simuliidae	5
Chorreras	Dugesiidae	2
Miguir	Tipulidae	2
Miguir	Calamoceratidae	16
Miguir	Oligochaeta	128
Miguir	Hyalellidae	30
Miguir	Scirtidae	11
Miguir	Baetidae	8
Miguir	Leptohiphidae	3
Miguir	Stratiomyidae	1
Miguir	Hydrobiosidae	84
Miguir	Arhynchobdellida	19
Miguir	Blephariceridae	16
Miguir	Dugesiidae	17
Miguir	Glossiphoniidae	35
Miguir	Chironomidae	136
Miguir	Simuliidae	5
Miguir	Tipulidae	2
Miguir	Hydropsychidae	16
Miguir	Chironomidae	35
Miguir	Ceratopogonidae	1
Patocochoa	Hyalellidae	201
Patocochoa	Oligochaeta	69
Patocochoa	Psephenidae	61
Patocochoa	Perlidae	24
Patocochoa	Hydrobiosidae	47
Patocochoa	Simuliidae	46
Patocochoa	Tipulidae	3
Patocochoa	Odontoceridae	19
Patocochoa	Calamoceratidae	1
Patocochoa	Hydropsychidae	4
Patocochoa	Dugesiidae	3
Patocochoa	Scirtidae	9
Patocochoa	Elmidae	2
Patocochoa	Odontoceridae	5

Anexo 3 (Cont.)

Sitio	Familia/Orden	Abundancia
Patococha	Tipulidae	15
Patococha	Chironomidae	87
Patococha	Gripopterygidae	1
Patococha	Leptohiphidae	14
Patul	Tipulidae	65
Patul	Dugesiidae	3
Patul	Hydrobiosidae	23
Patul	Hyalellidae	226
Patul	Oligochaeta	67
Patul	Chironomidae	79
Patul	Glossiphoniidae	10
Patul	Scirtidae	18
Patul	Baetidae	8
Patul	Tabanidae	3
Patul	Anomalopsyche	6
Patul	Leptoceridae	1
Patul	Leptohiphidae	6
Patul	Elmidae	3
Patul	Ceratopogonidae	1
Pucará	Chironomidae	35
Pucará	Hyalellidae	3
Pucará	Simuliidae	11
Pucará	Baetidae	25
Pucará	Hydroptilidae	1
Pucará	Elmidae	72
Pucará	Oligochaeta	22
Pucará	Scirtidae	6
Pucará	Dugesiidae	30
Pucará	Hydrobiosidae	12
Pucará	Perlidae	16
Pucará	Helicopsychidae	1
Pucará	Leptohiphidae	4
Pucará	Leptoceridae	17
Pucará	Entomobryidae	1
Pucará	Gripopterygidae	1
Pucará	Anisoptera	1
Pucará	Calamoceratidae	3
Pucará	Tipulidae	2
Quinuas	Hyalellidae	109
Quinuas	Oligochaeta	16
Quinuas	Chironomidae	90
Quinuas	Simuliidae	3
Quinuas	Elmidae	1
Quinuas	Hydroptilidae	2
Quinuas	Hydrobiosidae	14
Quinuas	Scirtidae	5
Quinuas	Dugesiidae	1
Quinuas	Leptohiphidae	3
Vivar		0
Vivar		0
Yanuncay	Hyalellidae	100
Yanuncay	Simuliidae	63
Yanuncay	Glossiphoniidae	38
Yanuncay	Chironomidae	184
Yanuncay	Gripopterygidae	6
Yanuncay	Baetidae	252
Yanuncay	Oligochaeta	146
Yanuncay	Hydropsychidae	1
Yanuncay	Calamoceratidae	1
Yanuncay	Hydrobiosidae	36
Yanuncay	Scirtidae	3
Yanuncay	Dugesiidae	12
Yanuncay	Tipulidae	8
Yanuncay	Psephenidae	6
Yanuncay	Ceratopogonidae	3
Yanuncay	Leptoceridae	4
Yanuncay	Elmidae	11
Yanuncay	Hydroptilidae	2
Yanuncay	Leptohiphidae	50