

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“DIETA DE LA TRUCHA ARCOÍRIS EN EL ÁREA DE ESTUDIO
DE TRES PROYECTOS MINEROS EN APURÍMAC,
CUZCO Y ANCASH”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

BIÓLOGA

VANESSA ANGÉLICA CHIPOLLINI ZAPATA

Lima – Perú

2023

**La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Document Information

Analyzed document	VANESSA CHIPOLLINI ZAPATA_____TSP0323_em.docx (D167935062)
Submitted	5/22/2023 10:42:00 PM
Submitted by	Mary Flor Césare Coral
Submitter email	mcesare@lamolina.edu.pe
Similarity	0%
Analysis address	mcesare.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

"DIETA DE LA TRUCHA ARCOÍRIS EN EL ÁREA DE ESTUDIO DE TRES PROYECTOS MINEROS EN APURÍMAC, CUZCO Y ANCASH"

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

BIÓLOGA

VANESSA CHIPOLLINI ZAPATA

Lima – Perú 2023

La UNALM es la titular de

los derechos patrimoniales de la presente investigación

(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)

Anti plagio

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

"DIETA DE LA TRUCHA ARCOÍRIS EN EL ÁREA DE ESTUDIO DE TRES PROYECTOS MINEROS EN APURÍMAC, CUZCO Y ANCASH"

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título Profesional de:

BIÓLOGA

Presentada por: VANESSA CHIPOLLINI ZAPATA

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

PRESIDENTE MIEMBRO

Mg. Sc. Mary Flor Césare Coral

MIEMBRO ASESORA

ACTA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL RESUMEN vi

ABSTRACT vii I. INTRODUCCIÓN 1 1.1. Problemática 1 1.2. Objetivos 4 II. REVISIÓN DE LITERATURA 5 2.1. Evaluación de los items alimentarios en peces 5 2.2 Aspectos biológicos de la trucha arcoiris 6 2.3. Peces endémicos en la región andina peruana 7 III.

DESARROLLO DEL TRABAJO 10 3.1. Áreas de estudio 10 3.1.1. Proyecto Las Bambas 10 3.1.2. Proyecto Antapaccay 11 3.1.3. Proyecto Magistral 12 3.2. Muestreo e identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos y peces

.....13 3.3. Análisis de datos 14 3.3.1. Descripción de macroinvertebrados bentónicos 14

3.3.2. Descripción de los peces 14 3.3.3. Descripción de items alimentarios de trucha arcoiris 14 IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 16 4.1.

Proyecto Las Bambas 16 4.1.1. Descripción de los macroinvertebrados bentónicos 16 4.1.2. Descripción de los peces 18 4.1.3.

Descripción de la dieta de la trucha arcoiris 20 4.2. Proyecto Antapaccay 26 4.2.1. Descripción de los macroinvertebrados bentónicos

26 4.2.2. Descripción de los peces 29 4.2.3. Descripción de la dieta de la trucha arcoiris 29 4.3. Proyecto Magistral 34 4.3.1.

Descripción de los macroinvertebrados bentónicos 34 4.3.2. Descripción de los peces 37 4.3.3. Descripción de la dieta de la trucha

arcoiris 37 V. CONCLUSIONES 45 VI. RECOMENDACIONES 46 VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47 VIII. ANEXOS 52

ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1: Composición general y abundancia relativa (%) de grupos principales de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica, Proyecto Las Bambas 17

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS

**“DIETA DE LA TRUCHA ARCOÍRIS EN EL ÁREA DE ESTUDIO
DE TRES PROYECTOS MINEROS EN APURÍMAC,
CUZCO Y ANCASH”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título Profesional de:

BIÓLOGA

Presentada por:

VANESSA ANGÉLICA CHIPOLLINI ZAPATA

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Mg. Sc. Patricia Angélica Moreno Díaz de Saco
PRESIDENTE

Biol. Juan Gabriel Juscamaita Morales
MIEMBRO

Mg. Sc. Ayling Wetzell Canales – Springett
MIEMBRO

Mtra. Quim. Mary Flor Césare Coral
ASESORA

DEDICATORIA

A mi padre

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Mtra. Quim. Mary Flor Césare Coral por su continuo apoyo durante la preparación del presente trabajo y a los miembros del jurado por sus observaciones y comentarios.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problemática.....	1
1.2. Objetivos	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Evaluación de los items alimentarios en peces	5
2.2 Aspectos biológicos de la trucha arcoíris	6
2.3. Peces endémicos en la región andina peruana	7
III. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	10
3.1. Áreas de estudio	10
3.1.1. Proyecto Bambas	10
3.1.2. Proyecto Antapaccay.....	11
3.1.3. Proyecto Magistral.....	12
3.2. Muestreo e identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos y peces.....	13
3.3. Análisis de datos.....	14
3.3.1. Descripción de macroinvertebrados bentónicos	14
3.3.2. Descripción de los peces	14
3.3.3. Descripción de ítems alimentarios de trucha arcoíris	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1. Proyecto Bambas	16
4.1.1. Descripción de los macroinvertebrados bentónicos.....	16
4.1.2. Descripción de los peces	18
4.1.3. Descripción de la dieta de la trucha arcoíris.....	20
4.2. Proyecto Antapaccay	26
4.2.1. Descripción de los macroinvertebrados bentónicos.....	26

4.2.2. Descripción de los peces.....	29
4.2.3. Descripción de la dieta de la trucha arcoíris	29
4.3. Proyecto Magistral	34
4.3.1. Descripción de los macroinvertebrados bentónicos	34
4.3.2. Descripción de los peces.....	37
4.3.3. Descripción de la dieta de la trucha arcoíris	37
V. CONCLUSIONES	46
VI. RECOMENDACIONES	47
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
VIII. ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición general y abundancia relativa (%) de grupos principales de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica, Proyecto Bambas	17
Tabla 2. Índice de Importancia Alimentaria (IA%) de los ítems alimentarios de la trucha arcoíris en el Proyecto Bambas	22
Tabla 3. Índices de Amplitud de Nicho Trófico para trucha arcoíris, Proyecto Bambas	23
Tabla 4. Composición general y abundancia relativa (%) de familias de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica, Proyecto Antapaccay	27
Tabla 5. Índice de Importancia Alimentaria (IA%) de los ítems alimentarios de la trucha arcoíris en el Proyecto Antapaccay	31
Tabla 6. Índices de Amplitud de Nicho Trófico para trucha arcoíris, Proyecto Antapaccay	32
Tabla 7. Composición general y abundancia relativa (%) de grupos principales de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica, Proyecto Magistral.....	35
Tabla 8. Índice de Importancia Alimentaria (IA%) de los ítems alimentarios de la trucha arcoíris en ambientes lóticos, Proyecto Magistral.....	39
Tabla 9. Índices de Amplitud de Nicho Trófico para trucha arcoíris en ambientes lóticos, Proyecto Magistral.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Abundancia relativa de peces por cuenca hidrográfica en el Proyecto Bambas, 2006-2012	19
Figura 2. Estadíos de madurez de los peces utilizados para análisis de estómagos, Proyecto Bambas	20
Figura 3. Comparación entre el IA% y la Abundancia Relativa (%) de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica, Proyecto Bambas	26
Figura 4. Abundancia relativa de Peces por Cuenca Hidrográfica en el Proyecto Antapaccay, 2009.....	29
Figura 5. Estadíos de madurez de los peces utilizados para análisis de estómagos, Proyecto Antapaccay.....	30
Figura 6. Comparación entre el IA% y la Abundancia Relativa (%) de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica, Proyecto Antapaccay	33
Figura 7. Abundancia relativa de peces por cuenca hidrográfica en el Proyecto Magistral, 2012.....	37
Figura 8. Estadíos de madurez de los peces colectados para análisis de estómagos en ambientes lóticos, Proyecto Magistral.....	38
Figura 9. Comparación entre el IA% y la Abundancia Relativa (%) de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica en ambientes lóticos, Proyecto Magistral.....	43
Figura 10. Comparación entre el IA% de la trucha arcoíris y el IA% de los bagres del género <i>Astroblepus</i> por cuenca hidrográfica en ambientes lóticos, Proyecto Magistral.....	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Estaciones con coordenadas (incluyendo su cuenca) y elevación para cada proyecto	54
Anexo 2: Estaciones de Muestreo del Proyecto Bambas - Región Apurímac.	59
Anexo 3: Estaciones de Muestreo del Proyecto Antapaccay - Región Cuzco.	60
Anexo 4: Estaciones de Muestreo del Proyecto Magistral - Región Ancash.	61
Anexo 5: Listado de Macroinvertebrados bentónicos registrados por proyecto y por cuenca con abundancia relativa (%).	62
Anexo 6: Listado de especies de peces por Proyecto y cuenca	70
Anexo 7: Listado de ítems alimentarios registrados en el contenido estomacal de trucha arcoíris en los tres proyectos mineros	73

RESUMEN

La trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* es considerada una de las 100 especies invasoras de preocupación mundial debido entre otros aspectos a la predación sobre peces endémicos. En el Perú fue introducida con fines comerciales en la década del 20 y ya es considerada una especie naturalizada por su amplia distribución en la región andina. Algunos especialistas indican que es una especie depredadora que se alimenta de peces endémicos y por lo tanto ha afectado dichas poblaciones en nuestro país. Por otro lado, la trucha arcoíris constituye un importante recurso acuícola para comercio interno y externo, así como fuente de proteínas para la población a nivel nacional. En este contexto y con el objetivo de identificar los ítems alimentarios principales de la trucha arcoíris, se analizó información de tres líneas base hidrobiológicas de estudios de impacto ambiental aprobados por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) en las regiones de Apurímac, Cuzco y Ancash. Se procedió a revisar los resultados de contenido estomacal de 224 ejemplares y se calcularon los índices de importancia alimentaria y amplitud trófica para describir su comportamiento alimentario. Como parte de los resultados se registraron principalmente insectos acuáticos de los órdenes Ephemeroptera, Diptera, Coleoptera, Trichoptera; crustáceos de la familia Amphipoda; y gastrópodos en menor porcentaje. También se registraron restos de peces y huevos en el contenido estomacal de 5 ejemplares, lo que demostraría que los peces no son un ítem alimentario principal. Debido que se registró la presencia de peces endémicos de los géneros *Astroblepus*, *Orestias* y *Trichomycterus*, con los que cohabita en las cuencas hidrográficas evaluadas y a que comparten algunos ítems alimentarios en común, se concluye que la relación trófica entre la trucha arcoíris y los peces endémicos es de competencia por el recurso alimentario. Se recomienda realizar una evaluación a nivel de todos los estadios de madurez de la trucha arcoíris para confirmar estos resultados. Finalmente, debido a la presión de la trucha arcoíris sobre los macroinvertebrados bentónicos, también es recomendable evaluar la posible afectación a esta comunidad biológica y las implicancias en el ciclo de nutrientes de los ambientes acuáticos.

Palabras clave: trucha arcoíris, ítem alimentario, peces endémicos

ABSTRACT

The rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, is considered one of the 100 invasive species of worldwide concern due to, among other aspects, predation on endemic fish. In Peru, it was introduced for commercial purposes in the 1920s and is already considered a naturalized species due to its wide distribution in the Andean region. Some specialists state that it is a predatory species that feeds on endemic fish and, therefore, has affected these populations in our country. On the other hand, the rainbow trout is an important aquaculture resource for domestic and foreign trade, and it is a protein source of protein for the population at the national level. In this context and aiming to identify the main dietary items of the rainbow trout, three hydrobiological baselines of environmental impact studies approved by the Ministry of Energy and Mines (MINEM) in the regions of Apurimac, Cuzco and Ancash were analyzed. The results of the stomach contents of 224 specimens were examined and the food importance and trophic breadth indexes were calculated to describe their feeding behavior. As part of the results, mainly aquatic insects of the orders Ephemeroptera, Diptera, Coleoptera, Trichoptera; Amphipoda crustaceans; and gastropods in smaller percentages were found.

Fish remains and eggs were also found in the stomach contents of 5 specimens, which would prove that fish are not a major food item. Due to the presence of endemic fishes of the genera *Astroblepus*, *Orestias*, and *Trichomycterus*, with which it cohabits in the tested watersheds and because they share some food items in common, it is concluded that the trophic relationship between the rainbow trout and endemic fishes requires full attention for the food resource. An evaluation is recommended at all maturity stages of the rainbow trout to confirm these results. Finally, due to the pressure of the trout rainbows on benthic macroinvertebrates, it is also advisable to evaluate the possible impact on this biological community and the implications for nutrient cycling of water environments.

Keywords: rainbow trout, food item, endemic fishes

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problemática

De acuerdo con la lista anotada de peces continentales del Perú se han identificado 1064 especies válidas, no obstante, los especialistas estiman que el número estaría alrededor de las 1300 especies. Adicionalmente, se han registrado 19 especies introducidas en los ambientes acuáticos de Costa, Sierra y Selva (Ortega *et al.* 2012). Dentro de estas especies se encuentra la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*, cuya distribución original corresponde a las cuencas que drenan al Océano Pacífico desde Alaska hasta México en Norteamérica. Fue introducida a nivel mundial principalmente con fines de producción acuícola y deportivos desde 1874 y con más intensidad en la década de 1950 (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] 2009), no obstante, actualmente es considerada una de las 100 especies invasoras de preocupación a nivel mundial y se encuentra registrada como especie invasora en 87 países debido a que se han reportado impactos negativos, asociados a su introducción sobre peces endémicos, anfibios e invertebrados acuáticos (Global Invasive Species Database [GISD], 2022).

Por otro lado, la FAO (2009) considera que las piscigranjas de trucha arcoíris en sistemas de flujo abierto impactan los ambientes acuáticos colindantes debido a la liberación accidental de ejemplares, que altera la comunidad de peces endémicos y el vertimiento de efluentes (químicos para tratamiento de enfermedades, restos de alimento y heces), que pueden alterar la calidad del agua y de los sedimentos.

En Estados Unidos, se han reportado impactos por hibridación, dispersión de enfermedades y predación de esta especie de trucha sobre otras especies nativas de trucha en áreas fuera de su distribución original (GISD, 2022).

En Nueva Zelanda, también se han identificado impactos por predación y competencia en áreas de alimentación (GISD, 2022).

Al sur de Chile, Soto *et al.* (2006) registró que la trucha arcoíris junto con otra especie de trucha (*Salmo trutta*) representaron más del 80% de la biomasa del total de especies registradas en 11 lagos y 105 quebradas y que en el 40% de las quebradas no se registraron especies nativas. Concluyó que las especies nativas habían sido desplazadas a ambientes más expuestos a perturbaciones humanas, mientras que las truchas ocupaban los ambientes con mejores condiciones, inclusive en áreas protegidas a nivel nacional.

En Argentina, Buria *et al.* (2007) realizó un estudio sobre el impacto de la introducción de la trucha arcoíris en tres quebradas en el Parque Nacional Nahuel Huapi en la Patagonia. Sus resultados mostraron que la trucha arcoíris seleccionaba presas de un tamaño específico modificando la estructura comunitaria de los macroinvertebrados bentónicos y afectando en mayor grado al grupo funcional de descomponedores. Eso a su vez, sugirió que la afectación del proceso de descomposición de hojarasca y el suministro de materia orgánica fina a los tramos de las quebradas ubicados aguas abajo del área de estudio.

En el Perú, la trucha arcoíris se introdujo en 1925 desde Norteamérica en piscigranjas de Junín. Actualmente es considerada como especie naturalizada, debido a su amplia distribución en el territorio nacional (Cossíos, 2010). Se encuentra presente en ríos, quebradas y lagos por encima de los 1000 m (Ortega *et al.*, 2007) desde Cajamarca hasta Puno (Ortega & Hidalgo, 2008).

La trucha arcoíris es una especie de importancia socioeconómica en áreas rurales y urbanas, por su consumo directo y por la actividad acuícola. Las piscigranjas dedicadas a su producción, para comercio local e internacional están ubicadas en toda la región andina peruana. Actualmente el Perú es reconocido por ser uno de los principales productores y exportadores de “trucha orgánica, ecológica o andina certificada”, preferentemente hacia el mercado europeo (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2015). La Región Puno cuenta con el 60% de las zonas de cultivo de trucha a nivel nacional (Ministerio de la Producción [PRODUCE], 2022).

Si bien la introducción de la trucha arcoíris genera beneficios sociales y económicos en el país, también se han identificado algunos impactos sobre las especies nativas debido a su introducción.

Para los ríos Mala y Cañete, en Lima, se indica que en la trucha incluye en su dieta a anfibios de los géneros *Bufo* y *Telmatobius* y peces endémicos como *Basilichthys archaicus* llamado comúnmente pejerrey de río, entre otros (Palomino, 1984 en Cossíos, 2010).

También se afirma que la llegada de las especies trucha y pejerrey de río habría traído consigo la introducción del parásito *Ichthyophthirius multifiliis*, que habría ocasionado varios eventos epidémicos entre los peces endémicos del Titicaca (Wurtsbaugh & Alfaro, 1988 en Cossíos, 2010).

Ortega *et al.* (2007) señala que la trucha arcoíris es una especie oportunista depredadora que se alimenta de peces endémicos, de acuerdo con registros de contenido estomacal en el Parque Nacional Abiseo. Asimismo, su introducción en el Lago Titicaca es considerada causante de la disminución de la población de los peces endémicos y la casi extinción de dos especies, *Orestias cuvieri* y *Trichomycterus rivulatus*.

MINAM (2015) refiere que en las regiones de Junín y Huánuco la trucha arcoíris naturalizada no ha producido impacto negativo en las especies locales y que convive con ellas sin afectar su población. No obstante, al encontrarse que el 60% de las piscigranjas visitadas en ambas regiones trabajan con truchas importadas, se incrementa el riesgo del escape de estos ejemplares a ambientes naturales. En este sentido, sostiene que se requiere un análisis de riesgo de organismos vivos modificados junto con la aplicación de medidas de bioseguridad y propuestas de políticas para el desarrollo sostenible aplicable a estas actividades. Asimismo, la mayoría de las piscigranjas que se han establecido al borde de los cauces de ríos no cuentan con un sistema de tratamiento para el agua que sale hacia los ríos, lo que podría generar su contaminación.

La presente monografía pretende hacer uso de los registros de las especies y los hallazgos en el contenido estomacal de trucha arcoíris, obtenidos a partir de tres de líneas base hidrobiológicas realizadas entre los años 2008 y 2012 en el contexto del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de tres proyectos mineros ubicados en Apurímac, Cuzco y Ancash. Los tres EIA fueron aprobados por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y son de acceso público a través de una solicitud virtual por la página web de dicha entidad.

Esta monografía será útil como información inicial de la dieta de la trucha arcoíris en el ambiente natural y su relación trófica con peces endémicos registrados en los mismos ambientes acuáticos.

1.2. Objetivos

Objetivo general

- Describir los principales ítems alimentarios de la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* mediante el análisis de la información de tres Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) aprobados y publicados de proyectos mineros ubicados en las regiones Apurímac, Cuzco y Ancash.

Objetivos específicos

- Conocer si la trucha arcoíris es una especie oportunista o tiene preferencias en su alimentación dentro del área de estudio.
- Caracterizar a los macroinvertebrados bentónicos y peces endémicos que cohabitan con la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* dentro del área de estudio, como potenciales ítems alimentarios.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EVALUACIÓN DE LOS ITEMS ALIMENTARIOS EN PECES

Cada ecosistema cuenta con tres componentes fundamentales: autótrofos, consumidores/descomponedores y materia abiótica, que intercambian materia y energía. La energía, que mantiene la vida en los ecosistemas, fluye a través de dichos componentes mediante una serie de transferencias energéticas llamadas cadenas tróficas, que a su vez forman complejas redes tróficas (Smith & Smith, 2001).

En los ecosistemas acuáticos, las interacciones tróficas de los peces son las que determinan en gran parte su estructura y su funcionamiento, debido a su mayor capacidad de desplazamiento y a que en algunos casos, son los depredadores (ubicados en el nivel trófico superior), sobre todo en los cuerpos de agua dulce. No obstante, dichas interacciones parecen también estar influenciadas por varios factores tales como el clima, habiéndose registrado diferencias entre el comportamiento de peces de ecosistemas ubicados en climas templados respecto a los tropicales (González, 2005).

En el caso de los ríos andinos, la transferencia de energía va desde las formas autótrofas, capaces de producir su alimento (plantas acuáticas y perifiton) hasta las consumidoras de otros organismos (macroinvertebrados bentónicos y peces) (Reinoso-Flórez et al., 2019, en Roldán y Restrepo, 2022).

Los hábitos alimenticios de los peces incluyen varias categorías: los planctófagos, carnívoros, omnívoros, herbívoros y detritívoros (Roldán y Restrepo, 2022). De acuerdo con Flores (2013), la ecología alimentaria de los peces se define mediante los siguientes cinco factores:

- Plasticidad trófica y disponibilidad de recursos, relacionado a la categorización de los peces en generalistas (sin preferencias marcadas en la fuente de alimento), especialistas (dieta estricta asociada con adaptaciones morfológicas) u oportunistas (que se alimenta de una fuente inusual o que abunda en el ambiente).

- Variación ontogénica, referido a la relación entre la fuente de alimento y las diferentes etapas de desarrollo de los peces.
- Variaciones individuales, referido a la relación entre la fuente de alimento y las variaciones morfológicas, conductuales y fisiológicas de los peces.
- Variaciones espaciales y temporales, referido a la relación entre la fuente de alimento y las alteraciones del hábitat y las condiciones ambientales en distintas épocas del año.
- Estrategias alimentarias, referidas a las maneras en las que los peces realizan la búsqueda, detección y captura de su alimento.

La evaluación de los ítems alimentarios de los peces permite el uso de los recursos disponibles, las preferencias alimenticias y las interacciones entre las diferentes especies. También permite identificar la importancia de cada nivel trófico y la relación con los factores abióticos en el medio acuático (Morales et al. 2016).

2.2. ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LA TRUCHA ARCOÍRIS

La trucha arcoíris tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Animal

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Actinopterygii

Orden: Salmoniformes

Familia: Salmonidae

Género: *Oncorhynchus*

Especie: *Oncorhynchus mykiss*

Nombre científico: *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)

Nombre común: trucha arcoíris

Tiene cuerpo alargado y comprimido lateralmente, presenta aleta anal y aleta caudal con forma homocerca y borde convexo. La coloración de la trucha arcoíris depende del hábitat, su tamaño y la condición sexual. Generalmente es plateada con una banda color rosado que recorre su cuerpo desde la cabeza a la base de la aleta caudal. El peso y tamaño máximo

reportados son de 25,4 kg y 122 cm, respectivamente (FAO, 2009; Froese, R. & D. Pauly, 2022).

Habita ambientes continentales de aguas frías y bien oxigenadas, usualmente puede vivir entre los 17 C y 20 °C de temperatura del agua; pero no más de los 29°C (Lee & Rinne 1980).

En el Perú es considerada una especie naturalizada (Cossíos, 2010) y se encuentra presente en ríos, quebradas y lagos de la región andina por encima de los 1000 m (Ortega *et al.* 2007) desde Cajamarca por el norte hasta Puno por el Sur (Ortega & Hidalgo, 2008). Cuenta con un alto valor comercial en la industria acuícola con piscigranjas distribuidas en varias regiones del país: Amazonas, Cajamarca, La Libertad, San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, Lambayeque, Lima, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cuzco, Puno, Moquegua, Arequipa y Tacna (PRODUCE 2021).

La trucha es considerada una especie pelágica que habita ambientes rápidos, donde obtiene alimento y pozos donde permanece la mayor cantidad de tiempo (Oyague *et al.* 2021).

Respecto a sus hábitos alimenticios, se ha reportado que los ejemplares adultos se alimentan de insectos (acuáticos y terrestres), crustáceos, moluscos, huevos de peces y de pequeños peces; y los juveniles, predominantemente de zooplancton (GIDS 2022).

2.3 PECES ENDÉMICOS EN LA REGIÓN ANDINA PERUANA

De acuerdo con Ortega & Hidalgo (2008), por encima de los 1000 msnm, se han registrado aproximadamente 80 especies de peces en el Perú (Ortega *et al.* 1992); más de 50 de ellas son endémicas (Ortega *et al.* 2012) y pertenecen principalmente a los géneros *Orestias*, *Astroblepus* y *Trichomycterus*.

El género *Orestias* (familia Cyprinodontidae) se caracteriza por no tener aletas pélvicas y presenta poca escamación en la mayoría de las especies (Vila *et al.*,2007). Los peces de este género son conocidos comúnmente como challhua, carachi o labrinco.

De acuerdo con Froese & Pauly (2022) existen 45 especies válidas del género *Orestias*. Su distribución geográfica es restringida, principalmente de las áreas altoandinas de Perú y Bolivia, teniendo al Lago Titicaca como el centro de su distribución (Villwock 1983). Se distribuye desde el Lago Lacsha en Perú por el norte hasta el salar Ascotán en Chile por el sur (Guerrero *et al.* 2015).

En Perú, de acuerdo con Ortega *et al.* (2012) se cuenta con 38 especies registradas, de las cuales aproximadamente 23 especies fueron identificadas para el Lago Titicaca.

Vive cerca de las plantas acuáticas donde obtiene refugio, se alimenta y se reproduce (Flores, 2013). Se les puede encontrar en remansos, lagunas, pantanos, lugares quietos de lagos y ríos, pero no en las porciones torrentosas; no obstante, es posible registrarla en ambientes con diversos tipos de sustrato, velocidad de corriente, nivel de mineralización y temperatura extrema como aguas termales o que se congelan (De La Barra, 2020).

Se ha reportado que es oportunista y que se alimenta de zooplancton, algas y macroinvertebrados asociados a las plantas acuáticas (Guerrero *et al.* 2015).

En el caso de la especie *Orestias agassii*, la más ampliamente distribuida, se ha reportado que se alimenta principalmente de zooplancton y crustáceos, también dípteros, odonatos y algas por lo que se considera que es una especie omnívora (CIDAB 2002).

El género *Trichomycterus* (Familia Trichomycteridae) se caracteriza por poseer el cuerpo aplanado y sin escamas, cabeza comprimida provista de tres pares de barbillas y ojos pequeños. El nombre común de este género es suche o bagre.

De acuerdo con Froese & Pauly (2022) existen 167 especies válidas del género *Trichomycterus*. Su distribución geográfica va desde Costa Rica hasta la Patagonia (Andreoli *et al.*, 2021).

Según Ortega *et al.* (2012) en el Perú se han identificado 13 especies de *Trichomycterus* distribuidas entre costa, sierra y selva.

Trichomycterus es un género de hábitos nocturnos, se alimenta principalmente de insectos acuáticos (Vila *et al.*, 2007), vive asociado al sustrato y está adaptado a ambientes torrentosos (Oyague *et al.*, 2021).

Estudios en Bolivia, han registrado fitoplancton y zooplancton en el contenido estomacal de *Trichomycterus rivulatus*. En el caso de los alevines de otra especie, *Trichomycterus dispar*, también se registró plancton y en los adultos se registraron crustáceos, insectos acuáticos y algas (CIDAB 2002).

El género *Astroblepus* (familia Astroblepidae) se caracteriza por el cuerpo sin escamas, hocico en forma de ventosa, y una musculatura pélvica modificada, que lo hace capaz de moverse en contra de la corriente y hasta escalar superficies verticales (Ochoa *et al.*, 2020).

Según Froese & Pauly (2022) existen 71 especies válidas del género *Astroblepus*. Se distribuye en los flancos orientales y occidentales de la Andes de Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia (Schaefer, 2003).

En Perú hay por lo menos 19 especies registradas (Ortega *et al.*, 2012), no obstante, su taxonomía resulta compleja y se encuentra en revisión, debido a que presenta muchas variaciones morfológicas intraespecíficas que provienen de diferentes fuentes como la ontogenia, el dimorfismo sexual y la variación geográfica (Schaefer *et al.*, 2011).

Son peces bentónicos, encontrados usualmente en aguas poco profundas y torrentosas, utilizando espacios detrás de rocas y alimentándose de insectos acuáticos (Oyague *et al.*, 2021).

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

El presente trabajo ha tomado como principal fuente de información, las líneas base de hidrobiología del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) aprobado de tres proyectos mineros en Perú. La información se obtuvo a través de las siguientes fuentes:

- MINEM Ministerio de Energía y Minas. Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Magistral. Sistema de Evaluación en Línea (SEAL). Recuperado de <https://extranet.minem.gob.pe/>.
- MINEM Ministerio de Energía y Minas. Respuesta del 26 de mayo de 2022 a Solicitud de Acceso a la Información Pública - Expediente N° 3308879. Línea base biológica del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Bambas y del Proyecto Antapaccay.

3.1. ÁREAS DE ESTUDIO

3.1.1. Proyecto Bambas

a. Delimitación geográfica y temporal

El EIA del Proyecto Bambas fue aprobado en marzo de 2011, mediante Resolución Directoral (RD) N.º 073-2011-MEM/AAM.

La línea base de hidrobiológica se desarrolló en la Región Apurímac, en las provincias de Cotabambas y Grau; en un rango de elevación amplio, entre los 2 399 msnm y 4 265 msnm.

Para el estudio se establecieron dos áreas de estudio, una local (AEL) y la regional (AER). En el AEL se proyectó la ubicación de los componentes mineros y los posibles impactos directos del Proyecto sobre los cuerpos acuáticos; mientras que, en el AER, se podrían conocer las condiciones ambientales en un contexto regional y establecer áreas de control para seguimiento durante la vida del Proyecto.

El AEL incluyó ríos y quebradas que drenan hacia la cuenca del río Vilcabamba y a la cuenca del río Santo Tomás, ambas pertenecientes a la cuenca del río Apurímac. Mientras que el AER incluyó el río Vilcabamba y las partes bajas de los ríos Trapiche y Pamputa, y la cuenca del río Palcaro, partes bajas del río Record (o Challhuahuacho) y del río Pumamarca. Entre

los cuerpos de agua también se incluyeron las siguientes lagunas: Laguna Jalansiricocha, Laguna Charcascocha, Laguna Casanococha y Laguna Llullucha.

Entre el AEL y el AER se evaluaron las cuencas de los ríos Anchapillay, Ferrobamba, Pamputa, Pallca, Palcaro, Pumamarca, Récord, Tambo, Trapiche y Vilcabamba.

b. Estaciones de muestreo

Se establecieron 64 estaciones de muestreo de hidrobiología para el EIA distribuidas en 10 cuencas hidrográficas, incluyendo estaciones lóaticas (ríos y quebradas) y lénticas (lagunas). No obstante, para el presente trabajo solo se empleó la información de las 60 estaciones lóaticas, ya que no se colectaron muestras de contenido estomacal en las 4 estaciones lénticas.

Las evaluaciones se realizaron entre setiembre 2006 y julio 2008, incluyendo las variaciones entre la época lluviosa (enero), transición a seca (abril), seca (julio) y transición a seca (setiembre a octubre) en dos años hidrológicos. En total se realizaron 8 campañas de muestreo, sin embargo, el número de campañas en las estaciones fue variable.

La información del contenido estomacal de las truchas se obtuvo de 45 estaciones de muestreo en ambientes lóaticos. Para este análisis solo se consideraron las campañas de enero (18 al 27), abril (17 al 28) y julio (15 al 25) de 2008 debido a la disponibilidad de datos cuantitativos.

Las coordenadas de las estaciones de muestreo se presentan en el Anexo 1, mientras que el mapa con su ubicación se presenta en el Anexo 2. Los códigos de las estaciones incluyen las iniciales del nombre del río donde se ubican, seguido del número de kilómetro de la estación respecto a la naciente del río. En el caso de los tributarios se colocó las iniciales del tributario seguido de las iniciales del río.

3.1.2. Proyecto Antapaccay

a. Delimitación geográfica y temporal

El EIA del Proyecto Antapaccay fue aprobado en julio de 2010, mediante Resolución Directoral (RD) N° 225-2010-MEM/AAM.

La línea base de hidrobiología se desarrolló en la Región Cuzco, en la provincia de Espinar entre los 3 425 msnm y 4 069 msnm.

Para el estudio se establecieron dos áreas de estudio, una local acuática (AEL) y la regional (AER), considerando el mismo criterio de la línea base del Proyecto Bambas (ítem 3.1.1).

El AEL incluyó las cuencas de los ríos Cañipia y Salado, mientras que el AER incluyó la parte superior de la cuenca del río Apurímac hasta aguas abajo de la confluencia entre los ríos Salado y Apurímac.

b. Estaciones de muestreo

Se establecieron 27 estaciones de muestreo lólicas en las tres cuencas hidrográficas, Cañipia, Salado y Apurímac.

Las evaluaciones se realizaron en dos campañas, incluyendo la época lluviosa entre el 11 y 15 de febrero de 2009; y la época seca entre el 7 y 12 de julio de 2009. Para el análisis de contenido estomacal se consideró la información de ambas campañas. La información se obtuvo de 10 estaciones distribuidas entre las tres cuencas evaluadas.

Las coordenadas de las estaciones de muestreo se presentan en el Anexo 1, mientras que el mapa con su ubicación se presenta en el Anexo 3. Los códigos de las estaciones correspondieron al mismo criterio indicado en el ítem 3.1.1.

3.1.3. Proyecto Magistral

a. Delimitación geográfica y temporal

El EIA del Proyecto Magistral fue aprobado en setiembre de 2016 mediante la RD N° 278-2016-MEM/DGAAM.

La línea base de hidrobiología se desarrolló en la Región Ancash, en la provincia de Pallasca y el distrito de Conchucos, entre los 2 167 msnm y 4 303 msnm.

Para el estudio se estableció un Área de Estudio Acuática (AEa) incluyó ríos y quebradas en las cuencas las quebradas Magistral, Challhuacocha, Toldobamba, Colparacra y la parte alta del río Conchucos. También se evaluaron seis lagunas Blanca, Ancapata, Challhuacocha, Llamacocha, Labrascocha y Pelagatos. Adicionalmente se evaluaron estaciones fuera del AEa, ubicadas en los ríos Pampas, Tablachaca, Tauli y parte baja del río Conchucos.

b. Estaciones de muestreo

Se establecieron 26 estaciones de muestreo, 20 estaciones en ambientes lólicas y 6 estaciones en ambientes lénticos.

Las evaluaciones se realizaron en dos campañas, incluyendo la época lluviosa (mayo 2012) y seca (agosto 2012). Para el análisis el contenido estomacal se consideró la información de ambas campañas. La información se obtuvo de 14 estaciones en ambientes lóticos y 3 estaciones en ambientes lénticos. Los resultados en los ambientes lénticos, solo se incluyó de manera informativa en el Anexo 7 y no se utilizó en el análisis.

Las coordenadas de las estaciones de muestreo se presentan en el Anexo 1, mientras que el mapa, con la ubicación de las estaciones de muestreo, se presenta en el Anexo 4. A los códigos de las estaciones se les asignaron las siglas HB de hidrobiología seguido de las iniciales del río o quebrada y luego con el número del kilómetro aproximado donde se ubica la estación desde la naciente del río. En el caso de las lagunas solo se incluyó la letra L de laguna junto con las tres primeras letras del nombre de dicha laguna.

3.2. MUESTREO E IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y PECES

Para la colecta de macroinvertebrados bentónicos en los cuerpos de agua lóticos, se empleó una red Surber (0,09 m² de área con malla de 500 micras) que fue colocada en el sustrato y a contracorriente, con la finalidad de remover el sustrato en el área y que los organismos sean arrastrados al interior de la red.

La identificación taxonómica se realizó en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) para el Proyecto Bambas y en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MHN-UNMSM) para los proyectos Antapaccay y Magistral empleando un microscopio estereoscópico y claves especializadas (Fernández & Domínguez 2002, Roldán 1988, Merrit & Cummins 1996).

Para la colecta de peces en los cuerpos de agua lóticos, se empleó un equipo de electropesca marca Smith Root - Modelo LR24, que inmoviliza temporalmente a los peces, facilitando su captura con una red de mano o cal cal.

Los peces capturados se contabilizaron, pesaron, midieron y luego fueron liberados en los mismos ambientes donde fueron capturados. Los peces que no pudieron ser identificados en campo, se preservaron en formol al 10%, para su posterior identificación taxonómica en el Departamento de Ictiología del MHN-UNMSM.

Para el análisis de contenido estomacal, se seleccionaron algunos ejemplares de trucha arcoíris y se preservaron en formol al 10% para su posterior identificación taxonómica.

Las muestras de contenido estomacal se analizaron empleando un microscopio estereoscópico y claves taxonómicas especializadas. La identificación taxonómica se realizó al nivel de orden o familia, y se calculó el número total de individuos para cada nivel taxonómico.

Para calcular el volumen del contenido estomacal y de cada ítem alimentario se empleó una placa Petri sobre papel milimetrado y se le comprimió con placas portaobjetos de 1 mm de espesor para calcular el volumen en mm³.

3.3. ANÁLISIS DE DATOS

3.3.1. Descripción de macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos se describieron considerando su composición general y la abundancia relativa para cada uno de los tres proyectos mineros. En el caso de los ambientes lénticos, se realizó la descripción a nivel de laguna. Adicionalmente, se verificó la taxonomía de los macroinvertebrados bentónicos utilizando la base disponible de Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

3.3.2. Descripción de los peces

Los peces se describieron considerando su abundancia relativa y su distribución a lo largo de las cuencas hidrográficas evaluadas en el área de estudio para cada uno de los tres proyectos mineros.

3.3.3. Descripción de ítems alimentarios de trucha arcoíris

Para describir los ítems alimentarios de la trucha arcoíris, se calcularon los siguientes índices a nivel de cuenca hidrográfica:

a. Índice Alimentario (IA_i) (Kawakami & Vazzoler, 1980)

Calculado para identificar el ítem alimentario de mayor importancia y se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$IA_i = FO_i * FV_i / \sum FO_i * FV_i$$

Donde:

- Frecuencia de ocurrencia (FO_i) (Hyslop, 1980): Corresponde al porcentaje de peces en el que fue encontrado el ítem alimentario i.

- Frecuencia volumétrica (FVi) (Hyslop, 1980): Corresponde al porcentaje del ítem alimentario *i* en el volumen total.

b. Amplitud del nicho trófico

Para describir la amplitud de nicho trófico de la trucha arcoíris, se calcularon los siguientes índices:

c. Índice de Shannon-Weaver y de Pielou (Morales y García-Alzate, 2016)

Calculado a partir del Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H'), mediante la ecuación $H' = -\sum p_i \ln p_i$ donde, p_i es el número de individuos del *i*ésimo componente trófico por el total de organismos de la muestra. Luego este valor se comparó con el valor máximo esperado por medio del índice de equidad de Pielou (J) $J' = H'/H \text{ máx}$; donde, $H \text{ máx}$ es el logaritmo natural del número de componentes tróficos por muestra, cuyos valores estarán en el rango entre cero (0) y uno (1).

Para establecer las categorías a partir de los valores, se consideró especialista a la trucha cuando los valores fueron menores a 0,6, mientras que se consideró generalista cuando los valores fueron mayores de 0,6 y cercanos a 1.

d. Índice de Levins estandarizado (Levins, 1968, tomado de Krebs, 1999):

Calculado para estimar la amplitud de nicho midiendo la uniformidad de la distribución de los ítems entre el estado de los recursos. La escala de valores resultantes va entre 0 (mínima amplitud), y 1 (máxima amplitud), cuando fueron menores a 0,6 se asumió una estrecha amplitud.

En la fórmula de Levins, la máxima amplitud de nicho depende de la cantidad de recursos utilizados. Por eso se utiliza el índice de Levins estandarizado:

$$BA = (B-1)/(n-1)$$

Donde $B = 1/\sum p_i^2$, p_i es la proporción de uso del estado del recurso *i* y n es el número de recursos utilizados.

e. Selectividad de presas

Para describir la selectividad de la trucha arcoíris, se compararon los índices de importancia alimentaria (IA%) de los ítems principales, respecto a la abundancia relativa de los macroinvertebrados bentónicos disponibles en los ambientes acuáticos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para mejor entendimiento la presentación de los resultados se organizó por proyecto y cuenca hidrográfica en los ambientes lóticos. En el Proyecto Magistral, se presentan adicionalmente resultados de los ambientes lénticos de manera informativa en el Anexo 7.

4.1. PROYECTO BAMBAS

Para caracterizar las condiciones de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y peces endémicos se empleó la información obtenida de los ambientes lóticos, ya que no se contó con muestras de contenido estomacal en ambientes lénticos.

4.1.1. Descripción de los macroinvertebrados bentónicos

Se identificaron en total 131 morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos, distribuidas en 55 familias, 19 órdenes y 8 clases (Anexo 5).

El 87% del total de morfoespecies registradas perteneció a los insectos (Clase Insecta), que estuvo representado por los órdenes Díptera con 12 familias y 56 morfoespecies, Coleoptera con 9 familias y 23 morfoespecies y Trichoptera con 9 familias y 17 morfoespecies, Ephemeroptera con 3 familias y 11 morfoespecies. El resto de ordenes fueron Plecoptera, Odonata, Hemiptera y Megaloptera.

El 8% de morfoespecies perteneció a las clases Arachnida (3 familias y 3 morfoespecies), Bivalvia y Gastropoda con 2 familias y 2 morfoespecies respectivamente; y Clase Clitellata (Subclase Hirudinea), Malacostraca (Subclase Crustacea) y Turbellaria, con una familia y morfoespecie cada una.

El 5% de las morfoespecies restantes perteneció a los gusanos segmentados (Clase Clitellata y Subclase Oligochaeta) con 6 familias y 7 morfoespecies.

La familia Baetidae perteneciente a la orden Ephemeroptera fue la predominante en todas las cuencas evaluadas (Tabla 1).

Tabla 1: Composición general y abundancia relativa (%) de grupos principales de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica, Proyecto Bambas

Clase	Orden	Familia	Anc	Fer	Pam	Pall	Pal	Pum	Rec	Tam	Tra	Vil	TOTAL AR%
Turbellaria	Tricladida	Dugesiidae	1,22	0,72	0,78	0,93	0,86	0,65	1,60	0,88	0,90	0,26	0,88
Clitellata (Hirudinea ^a)	No determinado	No determinado	0,21	0,02	0,82	0,29	0,09	0,39	0,28	0,04	0,23	0,15	0,25
Clitellata (Oligochaeta ^a)	Varios	Varios	4,37	4,49	4,71	4,99	3,41	3,60	6,62	4,29	5,11	3,11	4,47
Gastropoda	Varios	Varios	0,01	-	0,01	0,02	0,01	0,01	0,06	0,07	0,01	0,01	0,02
Arachnida	Varios	No determinado	0,49	1,36	0,79	0,68	0,69	0,95	0,62	1,01	0,71	0,31	0,76
Malacostraca (Crustacea ^a)	Amphipoda	Hyaellidae	0,12	0,48	0,41	0,20	0,07	0,64	0,49	0,05	0,33	0,05	0,28
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	23,76	33,62	23,58	18,54	41,29	27,13	29,67	23,18	32,17	27,08	28,00
Insecta	Ephemeroptera	Varios	13,47	6,23	5,50	14,51	1,99	5,40	8,04	9,90	3,84	18,19	8,71
Insecta	Plecoptera	Varios	4,73	2,53	0,71	2,45	2,18	2,65	1,07	0,44	1,25	3,13	2,11
Insecta	Trichoptera	Varios	5,82	5,91	6,08	10,58	16,39	6,56	8,99	5,69	8,95	11,04	8,60
Insecta	Diptera	Chironomidae	14,21	25,44	15,13	19,97	17,94	18,93	14,74	22,76	24,82	19,06	19,30
Insecta	Diptera	Varios	11,03	6,38	8,15	13,36	7,46	9,29	11,74	12,36	11,83	8,68	10,03
Insecta	Coleoptera	Elmidae	19,51	11,92	29,89	12,74	7,02	23,34	15,23	17,11	8,69	6,66	15,21
Insecta	Coleoptera	Varios	0,07	0,57	0,36	0,33	0,25	0,05	0,23	0,28	0,51	1,29	0,39
Insecta	Varios	Varios	0,98	0,33	3,08	0,40	0,34	0,41	0,61	1,95	0,65	0,97	0,97

En negritas valores más altos de abundancia relativa por familia y cuenca hidrográfica

Anc=Anchapillay, Fer=Ferrobamba, Pal=Palcaro, Pall=Palca, Pum=Pumamarca, Rec=Record, Tam=Tambo, Tra=Trapiche, Vil=Vilcamba

^a Subclase, ^b Subphylum

Su nombre refleja su corta vida ya que su estadio larvario dura meses, pero su estadio adulto solo pocas horas, en las que debe lograr reproducirse. Generalmente habitan ambientes lóticos, limpios y bien oxigenados, no obstante, hay algunas especies que pueden tolerar ambientes con altas concentraciones de materia orgánica (Roldán y Restrepo 2022).

La familia Chironomidae, perteneciente al orden Diptera también tuvo un registro importante. Los quironómidos son considerados una familia altamente diversa, compleja y generalmente se les asocia con presencia de materia orgánica y tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno (Roldán y Restrepo 2022). Son clasificados en la red trófica como detritívoros oportunistas, recolectores, filtradores y también hay predadores; son considerados resistentes a ambientes alterados y deteriorados, por lo que se les asignan valores de baja calidad de agua en el cálculo de índices bióticos de calidad de agua (Figueroa et al., 2007, Oscoz et al., 2006, Roldán 2008, Ramírez & Gutiérrez-Fonseca, 2014).

También destacó la familia Elmidae perteneciente al orden Coleoptera. Se presenta en estadio larval y adulto en los ambientes acuáticos, son clasificados como herbívoros, recolectores y fragmentadores, considerados de gran importancia en la descomposición de material vegetal en el agua (Ramírez & Gutiérrez-Fonseca, 2014).

A nivel de cuenca, la del río Tambo presentó el mayor número de familias de macroinvertebrados bentónicos.

4.1.2. Descripción de los peces

En total se registraron 13 especies de peces pertenecientes a 6 familias y 3 órdenes (Anexo 6).

La trucha arcoíris se registró en todas las cuencas evaluadas a diferencia de los peces endémicos de los géneros *Orestias* y *Astroblepus*, que tuvieron una distribución restringida a algunas cuencas (Figura 1).

La cuenca Vilcabamba, ubicada aguas abajo respecto al resto de cuencas evaluadas, registró la mayor riqueza de peces incluyendo a la trucha arcoíris y al género *Astroblepus*.

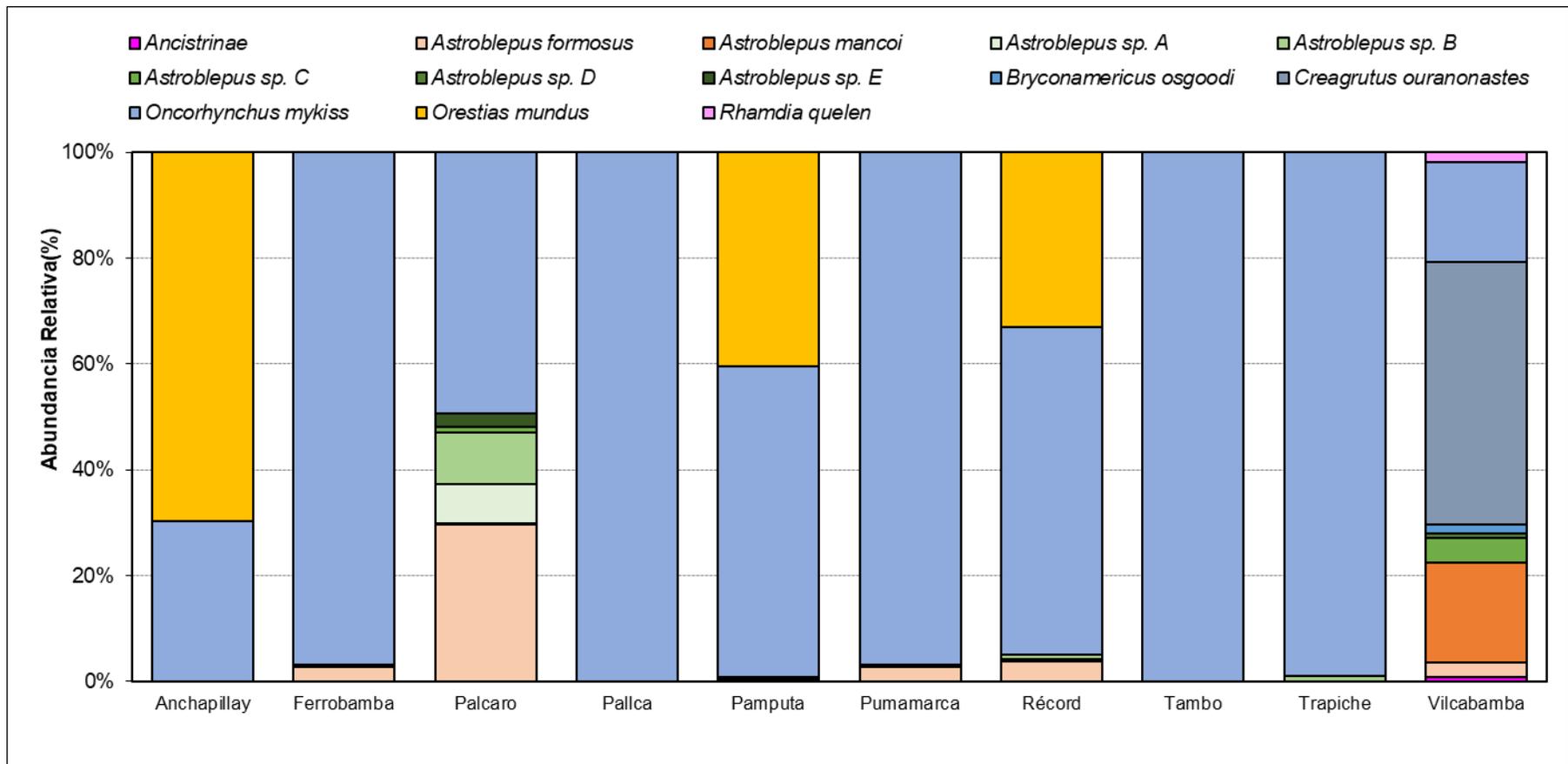


Figura 1. Abundancia relativa de peces por cuenca hidrográfica en el Proyecto Bambas, 2006-2012

En las cuencas donde se registraron truchas y peces endémicos, la abundancia relativa de las truchas fue mayor, salvo en dos cuencas, Anchapillay y Palcaro.

En ninguna cuenca se registraron juntos ejemplares de los géneros *Orestias* y *Astroblepus*, probablemente porque viven en distintos tipos de hábitats. El género *Astroblepus* tiene adaptaciones morfológicas para vivir en zonas con fuertes corrientes, mientras que *Orestias* vive en áreas de remanso.

Se registraron dos especies del género *Astroblepus* y otras 5 morfoespecies que no pudieron ser identificadas a nivel de especie debido a su compleja taxonomía.

4.1.3. Descripción de la dieta de la trucha arcoíris

a. Descripción general de los ítems alimentarios

Se analizaron 172 contenidos estomacales de trucha arcoíris distribuidas en las nueve cuencas evaluadas en el área de estudio del Proyecto Bambas. Las truchas de dónde se obtuvieron las muestras midieron entre 67 mm y 298 mm de tamaño; y fueron en su mayoría juveniles y adultos (Figura 2).

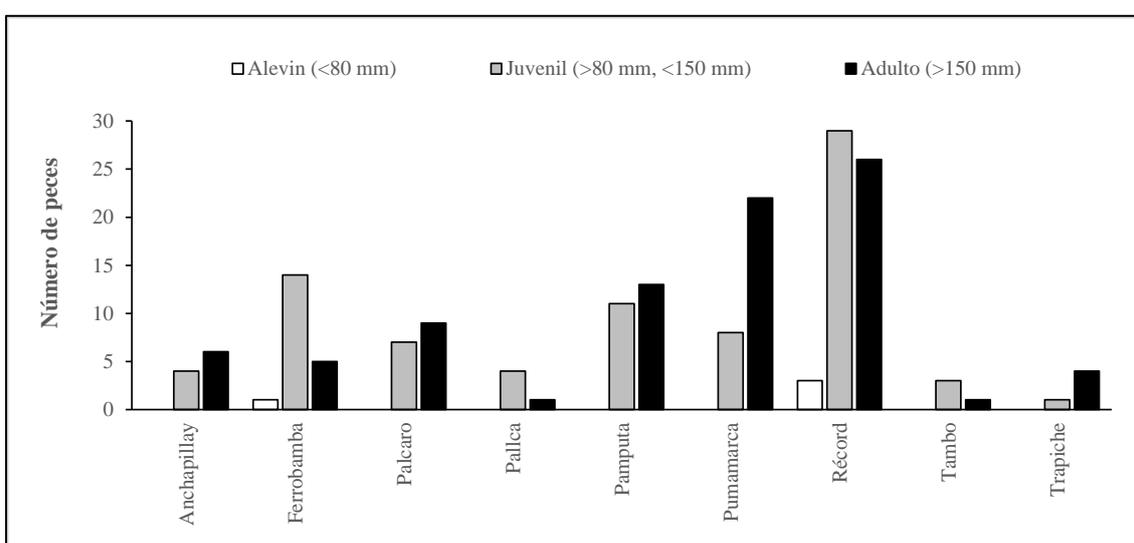


Figura 2. Estadíos de madurez de los peces utilizados para análisis de estómagos, Proyecto Bambas

En total, se identificaron 21 ítems alimentarios distribuidos entre invertebrados, restos vegetales y restos de peces (Tabla 1). Entre los invertebrados se identificaron 6 clases: Arachnida, Collembola, Diplopoda, Insecta, Malacostraca (Crustacea) y Clitellata (Oligochaeta). El 50% de los ítems alimentarios pertenecieron a la Clase Insecta (Tabla 2).

El orden Ephemeroptera registró el mayor IA% en todas las cuencas y en Anchapillay, Palcaro, Pallca, Pamputa y Trapiche, el IA% fue mayor de 90%, por lo que resultó evidente la importancia de este ítem en la alimentación para esas cuencas.

Los restos vegetales y de peces tuvieron bajo IA% y solo se registraron en algunas cuencas, al igual que otros restos que no pudieron ser identificados (indeterminados). No se cuenta con mayor detalle de los restos vegetales, no obstante, podría tratarse de macrófitas o vegetación ribereña, consumida de manera accidental al alimentarse de otros ítems, como ha sido reportado por Baltazar (2010).

En el caso de los peces no se logró identificar la especie, pero este ítem se registró en las cuencas Anchapillay, Pamputa y Pumamarca, donde se registraron peces endémicos de los géneros *Orestias* y *Astroblepus*, por lo que es posible que se trate de una de estas especies.

En el contenido estomacal se presentaron ítems alimentarios que no fueron registrados como parte de los macroinvertebrados bentónicos, tales como, el orden Aranae, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera, un indeterminado de la clase Diplopoda y otro de la clase Collembola, algunos de los cuales podrían representar fuentes alóctonas (presas terrestres) o ítems de otras áreas por las que la trucha arcoíris puede haberse desplazado.

De manera similar, se registraron macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo, que no fueron registrados como parte de los ítems alimentarios encontrados en el contenido estomacal de la trucha arcoíris, lo que podría reflejar cierta selectividad en el consumo de sus presas o la mayor accesibilidad a otros ítems alimentarios en el lugar.

Tabla 2. Índice de Importancia Alimentaria (IA%) de los ítems alimentarios de la trucha arcoíris en el Proyecto Bambas

Clase	Orden	Familia	Anc n=10	Fer n=20	Pal n=16	Pall n=5	Pam n=24	Pum n=30	Rec n=58	Tam n=4	Tra n=5
Arachnida	No determinado (Acari)	No determinado	-	-	-	-	<0,01	-	<0,01	-	-
Arachnida	Aranae	No determinado	-	0,01	-	-	<0,01	<0,01	-	-	-
Malacostraca (Crustacea ^a)	Amphipoda	No determinado	-	-	-	-	<0,01	<0,01	-	-	-
Collembola	No determinado	No determinado	-	<0,01	-	-	-	-	-	-	-
Diplopoda	No determinado	No determinado	-	<0,01	-	-	-	-	-	-	-
Insecta	Coleoptera	No determinado	1,62	9,03	<0,01	0,03	3,38	3,40	0,45	6,07	0,13
Insecta	Diptera	Chironomidae	0,41	13,36	0,05	0,08	0,56	4,63	14,42	11,70	0,29
Insecta	Diptera	Otros	0,51	3,80	0,37	0,20	0,59	2,11	2,29	<0,01	1,22
Insecta	Ephemeroptera	No determinado	93,89	70,68	99,51	95,96	94,99	83,73	77,00	74,15	96,23
Insecta	Hemiptera	No determinado	-	0,16	-	-	<0,01	0,04	0,01	-	-
Insecta	Hymenoptera	No determinado	0,07	0,58	<0,01	-	<0,01	0,02	<0,01	-	0,01
Insecta	Lepidoptera	No determinado	-	0,09	-	-	<0,01	-	-	-	-
Insecta	Odonata	No determinado	-	0,04	-	-	0,01	0,14	-	-	-
Insecta	Plecoptera	No determinado	0,01	0,14	0,01	1,01	<0,01	0,09	<0,01	1,01	-
Insecta	Trichoptera	No determinado	-	0,13	-	-	0,01	3,20	4,63	0,45	1,00
Clitellata (Oligochaeta ^b)	Indeterminado	No determinado	-	0,12	-	-	-	<0,01	-	-	-
Insecta (Pterygota ^c)	Orthoptera	No determinado	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-
Restos de peces	Indeterminado	No determinado	1,49	-	-	-	<0,01	0,08	-	-	-
Restos digeridos	Indeterminado	No determinado	2,00	1,86	0,05	2,72	0,44	2,35	1,19	6,61	1,12
Restos vegetales	Indeterminado	No determinado	-	0,01	<0,01	-	<0,01	0,14	<0,01	-	0,01
Otros	Indeterminado	No determinado	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Número de Ítems Alimentarios			8	16	8	6	17	17	12	7	8

En negritas los valores más altos de IA (%) por ítem y por cuenca (Anc=Anchapillay, Fer=Ferrobamba, Pal=Palcaro, Pall=Pallca, Pum=Pumamarca, Rec=Record, Tam=Tambo, Tra=Trapiche).

a Subphyllum b Subclase c Subclase de insectos (no macroinvertebrados bentónicos).

b. Amplitud de nicho trófico

La amplitud de nicho trófico según el cálculo de Pielou indicó que la trucha arcoíris, en los ambientes lóticos del Proyecto Bambas, se comporta como una especie especialista ($J < 0,6$) en todas las cuencas, a excepción de las cuencas Pallca y Tambo, donde se comporta como generalista ($J > 0,6$) (Tabla 3).

Tabla 3. Índices de amplitud de nicho trófico para trucha arcoíris, Proyecto Bambas

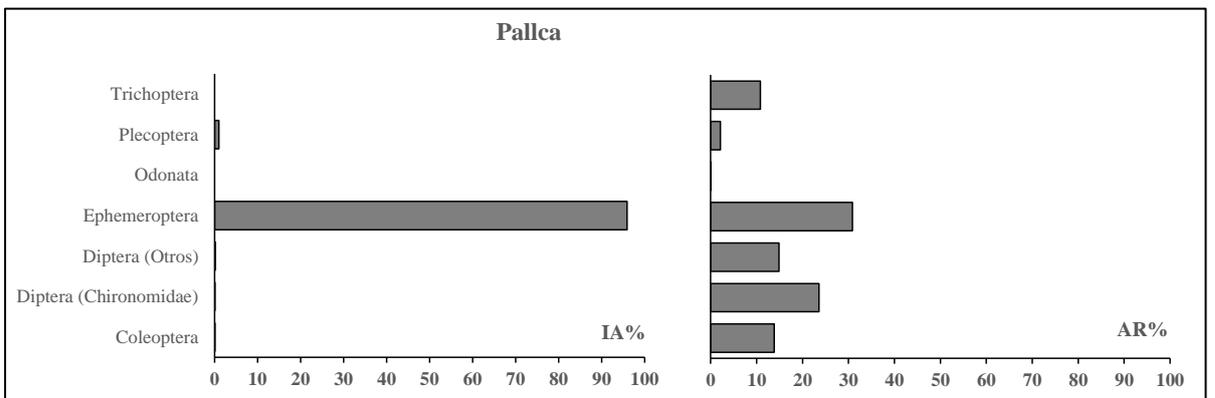
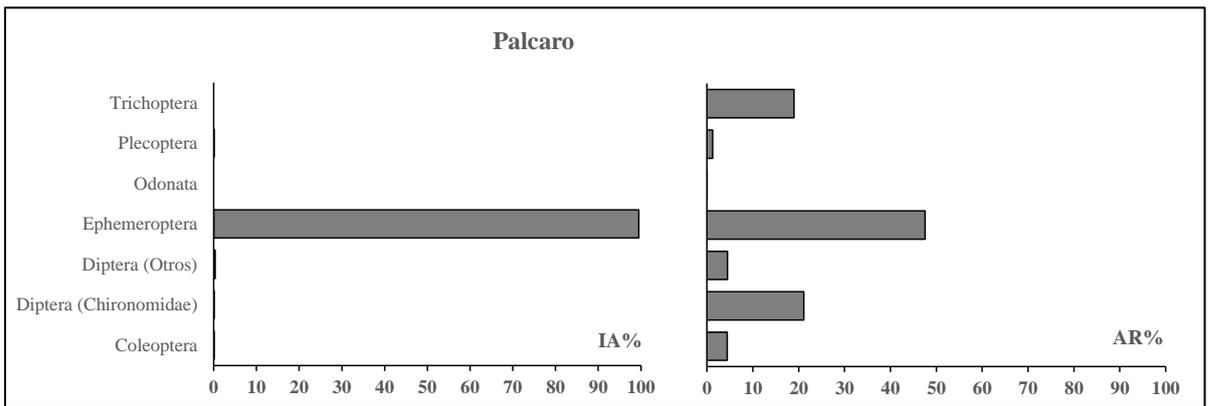
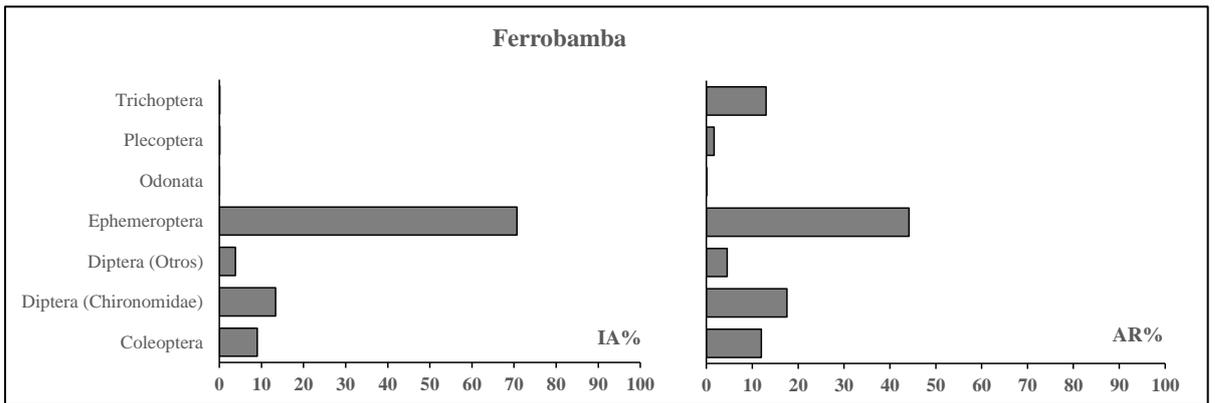
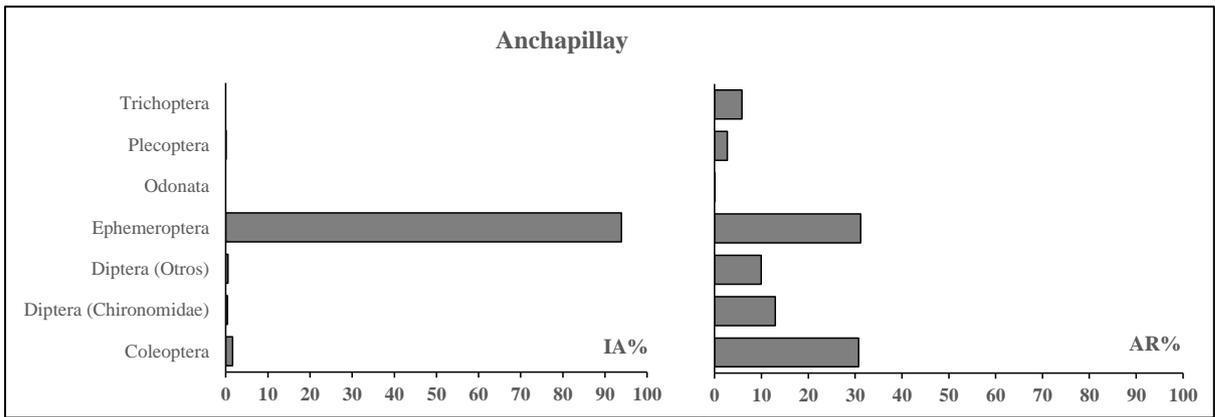
Índice	Anc	Fer	Pal	Pall	Pam	Pum	Rec	Tam	Tra
Equidad de Pielou (J)	0,54	0,56	0,13	0,65	0,44	0,59	0,52	0,79	0,47
Levins estandarizado (B_A)	0,05	0,13	0,01	0,06	0,07	0,16	0,10	0,11	0,04

Anc=Anchapillay, Fer=Ferrobamba, Pal=Palcaro, Pall=Pallca, Pum=Pumamarca, Rec=Record, Tam=Tambo, Tra=Trapiche.

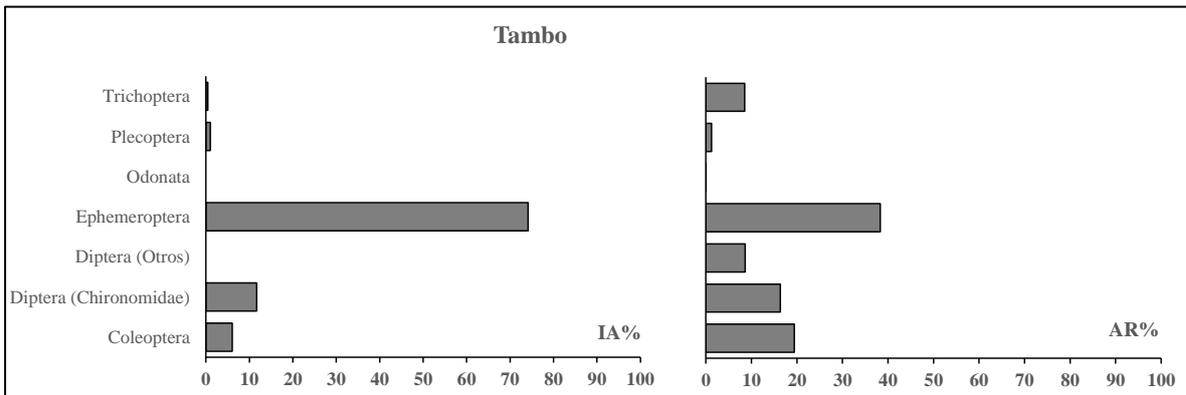
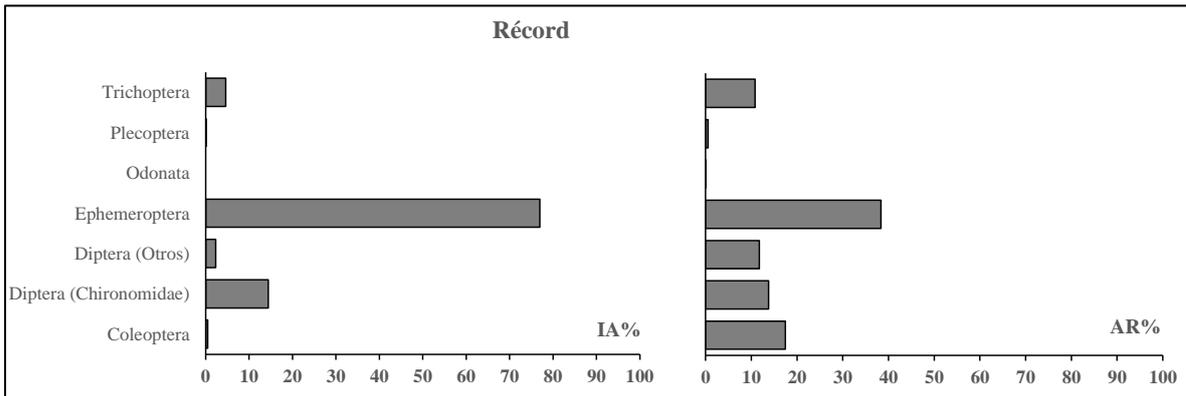
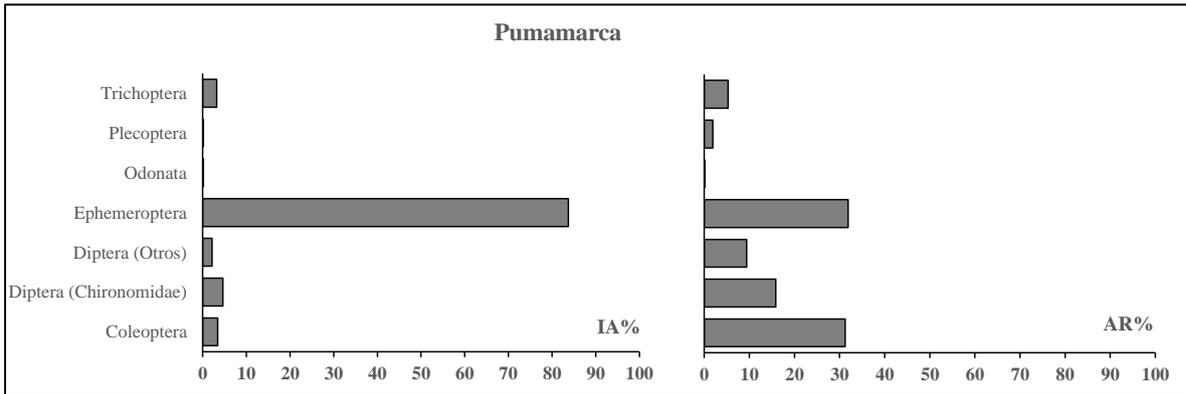
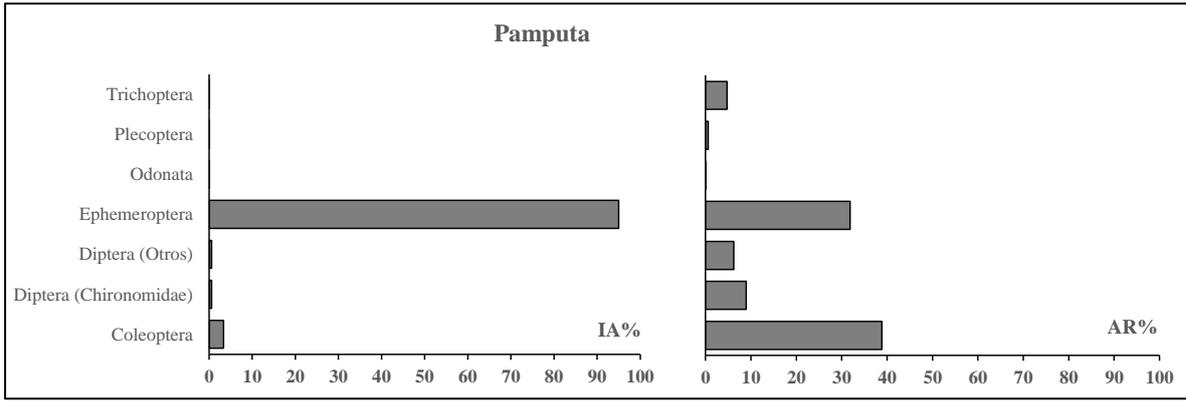
Según el índice de Levins, que considera el número de recursos utilizados, la trucha arcoíris presentó un comportamiento especialista en todas las cuencas evaluadas ($BA < 0,6$).

c. Selectividad de presas

Al relacionar la importancia alimentaria de los principales ítems registrados con la abundancia relativa de los macroinvertebrados bentónicos, se evidenció la preferencia de la trucha arcoíris por el orden Ephemeroptera en todas las cuencas, a pesar de la disponibilidad de otros ítems disponibles como los órdenes Trichoptera, Diptera y Coleoptera, entre otros (Figura 3).



Continuación ...



Continuación ...

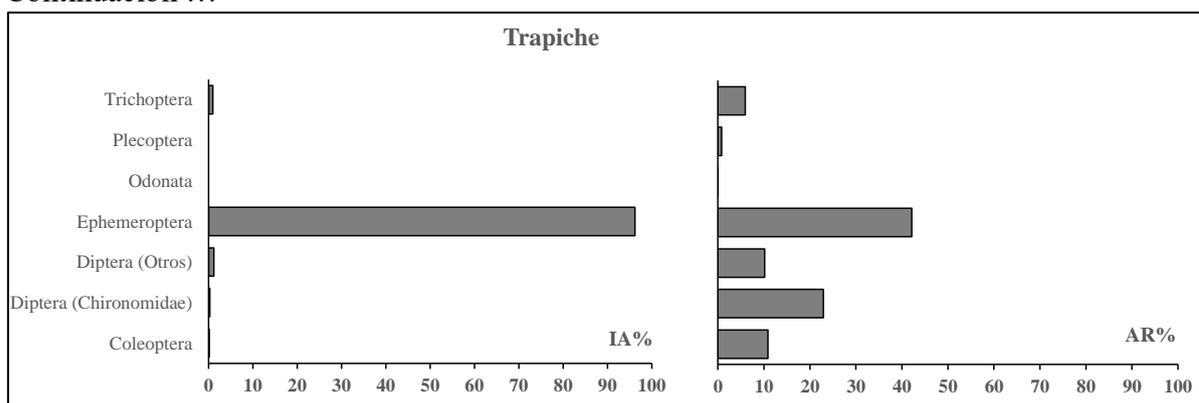


Figura 3. Comparación entre el IA% y la Abundancia Relativa (%) de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica, Proyecto Bambas

4.2. PROYECTO ANTAPACCAI

4.2.1. Descripción de los macroinvertebrados bentónicos

En este proyecto, la identificación taxonómica fue hasta el nivel de familia. Se identificaron en total 38 familias, 16 órdenes y 7 clases (Anexo 5).

El 73% del total de familias correspondió a la clase Insecta, distribuidas en 9 órdenes: Diptera (8 familias), Coleoptera (7 familias), Trichoptera (5 familias), Ephemeroptera (2 familias), Odonata (2 familias), Plecoptera (1 familia), Collembola (1 familia), Lepidoptera (1 familia) y Hemiptera (1 familia).

El 27% restante correspondió a la clase Gastropoda con una orden y 4 familias; y a las clases de Turbellaria, Clitellata (Subclase Hirudinea), Clitellata (Subclase Oligocaheta), Bivalvia, Arachnida y Malacostraca (Crustacea) con un orden y una familia cada una.

De manera general, los tres grupos principales registrados fueron el Hydroptilidae (orden Trichoptera), Chironomidae (orden Diptera) e Hyaellidae (orden Amphipoda) (Tabla 4). No obstante, la cuenca Cañipia tuvo como grupo predominante a la familia Hydroptilidae, mientras que en la cuenca Salado y Subcuenca Apurímac, fue la familia Chironomidae.

La familia Hydroptilidae está conformado por larvas de tricópteros, forman parte del grupo funcional de perforadores herbívoros que consumen el fluido de plantas acuáticas o algas y ejercen efectos importantes en estas comunidades (Ramírez & Fonseca, 2014).

Tabla 4. Composición general y abundancia relativa (%) de familias de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica, Proyecto Antapaccay

Clase	Orden	Familia	Cañipia	Salado	Apurímac	TOTAL AR%
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	2,10	1,13	0,72	1,32
Clitellata (Hirudinea)	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	0,05	0,79		0,42
Clitellata (Oligochaeta)	No determinado	No determinado	0,86	1,58	0,09	0,84
Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	0,01	1,02		0,51
Gastropoda	-	Ancylidae	-	0,31		0,16
Gastropoda	-	Lymnaeidae	0,30	0,73		0,52
Gastropoda	-	Planorbiidae	1,61	0,28	0,90	0,93
Gastropoda	-	Physidae	3,53	8,16	1,53	4,41
Arachnida	Trombidiformes	Lymnessiidae	0,33	0,31	1,98	0,87
Malacostraca (Crustacea)	Amphipoda	Hyalellidae	8,26	22,69	3,78	11,58
Insecta	Collembola	Entomobryidae	0,04	0,82		0,43
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	0,01	0,00		0,00
Insecta	Coleoptera	Elmidae	19,53	11,23	8,01	12,92
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	0,32	0,82	0,09	0,41
Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	-	0,25		0,13
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	0,40	1,10	1,80	1,10
Insecta	Coleoptera	Hydraenidae	0,46	-		0,23
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	2,02	0,31	0,81	1,05
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	0,01	0,06		0,03
Insecta	Diptera	Chironomidae	20,26	30,23	50,14	33,54
Insecta	Diptera	Ephydriidae	0,33	1,61	0,36	0,77
Insecta	Diptera	Empididae	0,13	0,06	0,63	0,27
Insecta	Diptera	Muscidae	0,22	0,40	0,54	0,38
Insecta	Diptera	Simuliidae	0,56	-	0,45	0,34
Insecta	Diptera	Tabanidae	0,06	0,03		0,05
Insecta	Diptera	Tipulidae	0,18	1,38	0,45	0,67
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	9,10	2,91	3,78	5,26

Continuación ...

Clase	Orden	Familia	Cañipia	Salado	Apurímac	TOTAL AR%
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	0,01	-		0,01
Insecta	Hemiptera	Corixidae	0,75	5,70		3,23
Insecta	Odonata	Aeshnidae	0,04	0,11		0,08
Insecta	Odonata	Coenagrionidae	0,06	0,23		0,14
Insecta	Lepidoptera	Pyralidae	0,02	-		0,01
Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	0,70	0,31	3,96	1,66
Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	0,36	-	0,27	0,21
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	0,01	-		0,01
Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	0,22	-	0,18	0,13
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	27,11	5,45	19,53	17,36
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	0,03	-		0,01

En negritas los valores más altos de abundancia relativa por familia y cuenca hidrográfica

^a Subphyllum

Por su parte, la familia Hyalellidae (orden Amphipoda) está conformada por crustáceos de tamaño pequeño (<10mm), que se caracterizan por la ausencia de un caparazón externo, viven asociados a las plantas acuáticas y muchas forman parte esencial de la dieta de otros animales como aves, peces e invertebrados. La familia Hyalellidae fue el segundo grupo de mayor abundancia relativa en la cuenca Salado.

La cuenca Cañipia presentó el mayor número de familias de macroinvertebrados bentónicos.

4.2.2. Descripción de los peces

En total se registraron 6 especies de peces pertenecientes a 3 familias y 3 órdenes. Las especies fueron la trucha arcoíris, 3 especies del género *Orestias* y dos del género *Trichomycterus* (Anexo 6).

En todas las cuencas se registraron los tres grupos de especies, no obstante, la abundancia relativa de las especies fue variable (Figura 4). En Cañipia, se registró mayor presencia de *Orestias* y *Trichomycterus*, respecto a la trucha arcoíris; mientras que en las cuencas Salado y Apurímac, se registró mayor proporción de trucha arcoíris.

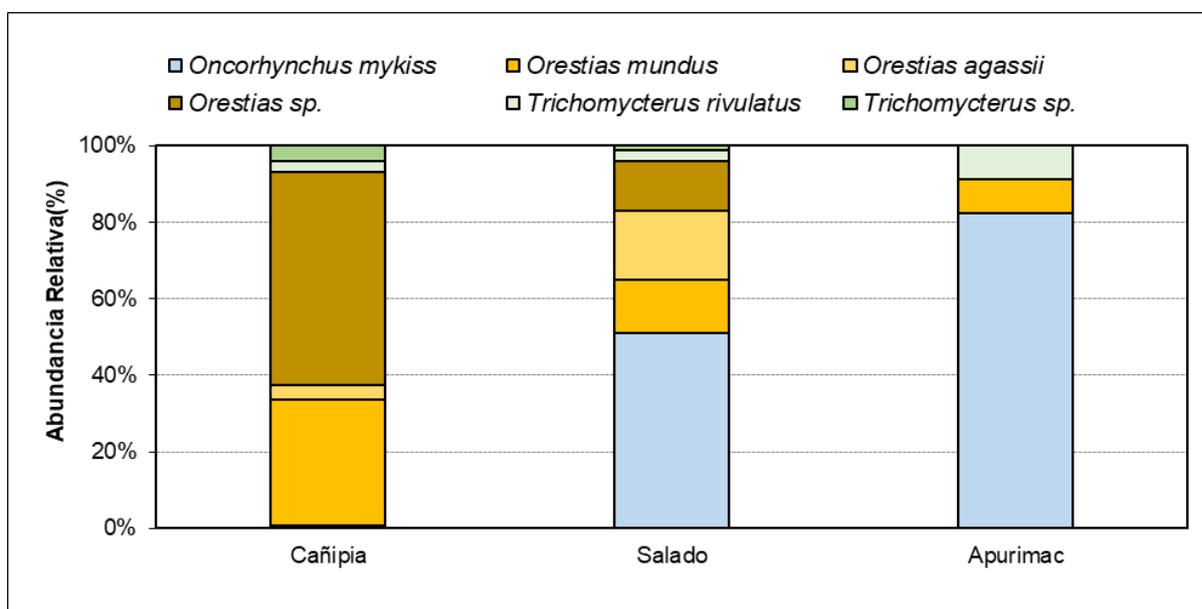


Figura 4. Abundancia relativa de Peces por Cuenca Hidrográfica en el Proyecto Antapaccay, 2009

4.2.3. Descripción de la dieta de la trucha arcoíris

a. Descripción general de los ítems alimentarios

Se analizaron 10 contenidos estomacales de trucha arcoíris en las 3 cuencas evaluadas en el área de estudio. Las truchas de donde se obtuvieron las muestras midieron entre 118 cm y 223 cm, juveniles y adultos (Figura 5).

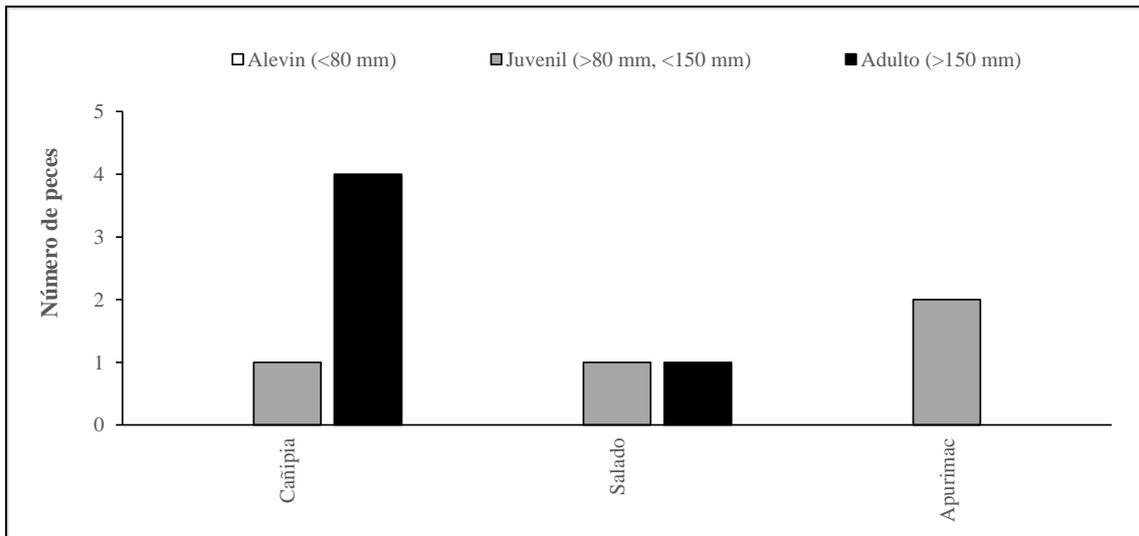


Figura 5. Estadíos de madurez de los peces utilizados para análisis de estómagos, Proyecto Antapaccay

En total se identificaron 19 ítems alimentarios distribuidos invertebrados, peces y restos digeridos (indeterminados). Los invertebrados pertenecieron a 4 clases, 11 órdenes, 17 familias (Tabla 5). Las clases de los invertebrados fueron Clitellata (Subclase Oligochaeta), Gastropoda, Insecta y Malacostraca (Crustacea). El 68% de los ítems alimentarios pertenecieron a la Clase Insecta.

La Clase Gastropoda registró el mayor IA% en la cuenca Cañipia, mientras que en la cuenca Salado y Apurímac, el IA% más alto lo registró la familia Hyalellidae.

En la cuenca Cañipia se registró evidencia de consumo de peces de la familia Cyprinodontidae, posiblemente del género *Orestias*, debido a que también se registraron esos peces en esa cuenca. Se trató un ejemplar dentro del contenido estomacal de una trucha arcoíris.

En el contenido estomacal se presentaron ítems alimentarios que no fueron registrados como parte de los macroinvertebrados bentónicos, tales como la familia Perlidae (Plecoptera), Notonectidae (Hemiptera), Dolichopodidae (Diptera) y el orden Hymenoptera.

Por otra parte, entre los macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones de muestreo, hay algunos no registrados como parte de los ítems alimentarios, tales como las clases Arachnida, Bivalvia, Clitellata (Hirudinea) y las familias Curculionidae (Coleoptera), Hydraenidae (Coleoptera) y otros del orden Diptera.

Tabla 5. Índice de Importancia Alimentaria (IA%) de los ítems alimentarios de la trucha arcoíris en el Proyecto Antapaccay

Clase	Orden	Familia	Cañipia n=5	Salado n=2	Apurímac n=3
Malacostraca (Crustacea ^a)	Amphipoda	Hyaellidae	7,57	96,96	46,56
Gastropoda	-	Indeterminada	39,73	-	34,75
Gastropoda	-	Physidae	-	-	0,31
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	2,56	-	-
Insecta	Coleoptera	Elmidae	0,11	1,07	2,24
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	15,19	-	0,62
Insecta	Diptera	Chironomidae	0,68	0,1	1,85
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	0,01	-	-
Insecta	Diptera	Ephydriidae	-	-	0,08
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	-	0,51	-
Insecta	Hemiptera	Corixidae	8,55	-	-
Insecta	Hemiptera	Notonectidae	0,21	-	-
Insecta	Hymenoptera	No determinado	-	-	0,23
Insecta	Lepidoptera	Pyralidae	0,15	-	-
Insecta	Plecoptera	Perlodidae	-	-	5,56
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	-	0,08	7,8
Clitellata (Oligochaeta)	Indeterminado	Indeterminado	<0,01	-	-
Restos de peces	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	25,23	-	-
Restos digeridos	No determinado	No determinado	-	1,28	-
Número de Ítems Alimentarios			12	6	10

En negrita los valores más altos de IA (%) por ítem y por cuenca.

a Subphyllum

b. Amplitud de nicho trófico

La amplitud de nicho trófico, según el cálculo de Pielou indica que la trucha arcoíris en los ambientes lóticos del Proyecto Antapaccay, se comporta como una especie generalista para las cuencas Cañipia y Apurímac ($J > 0,6$) y como especialista para el río Salado ($J < 0,6$) (Tabla 6).

Tabla 6. Índices de amplitud de nicho trófico para trucha arcoíris, Proyecto Antapaccay

Índice	Cañipia	Salado	Apurímac
Equidad de Pielou (J)	0,77	0,48	0,66
Levins estandarizado (B_A)	0,44	0,10	0,34

Según el índice de Levins, se evidencia un comportamiento especialista de la trucha arcoíris en las tres cuencas ($B_A < 0,6$).

c. Selectividad de presas

La trucha arcoíris presentó mayor preferencia por la clase Gastropoda (Basommatophora) y por la familia Hyalellidae (orden Amphipoda) a pesar de contar con otros ítems alimentarios disponibles (Figura 6).

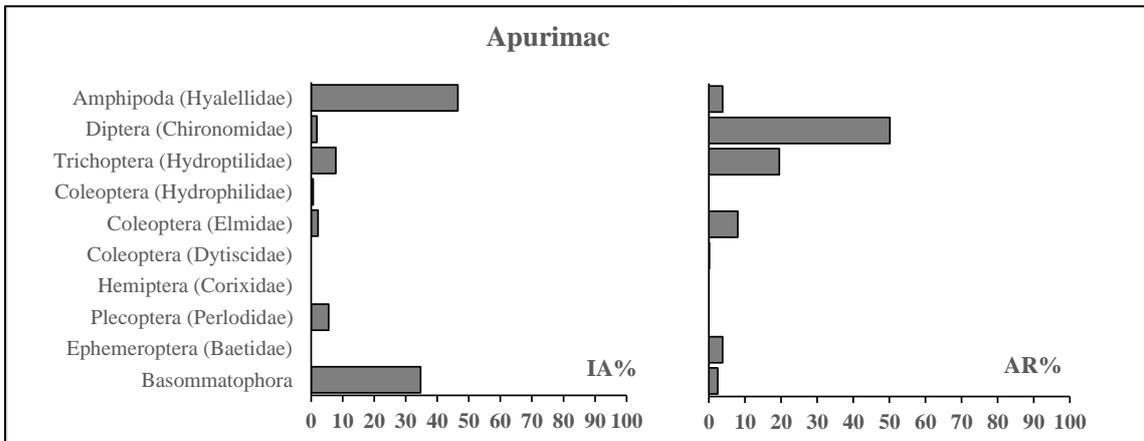
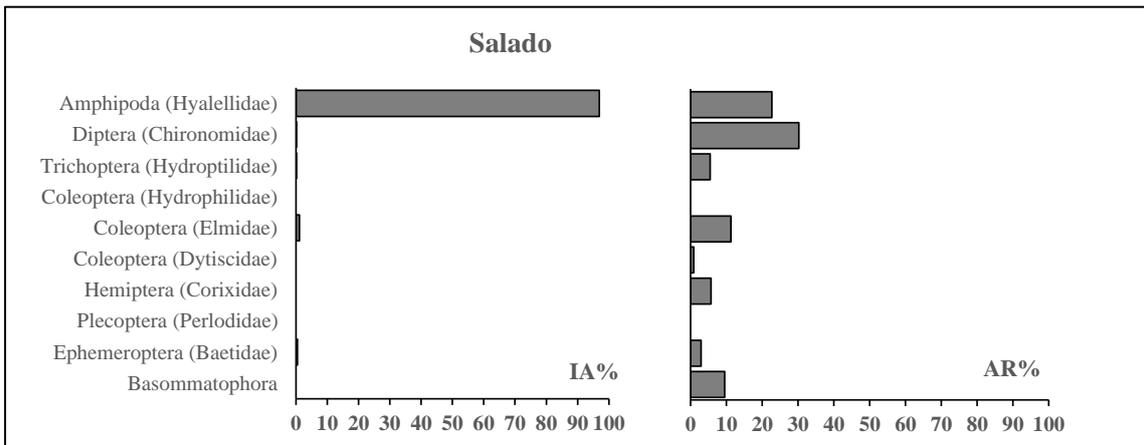
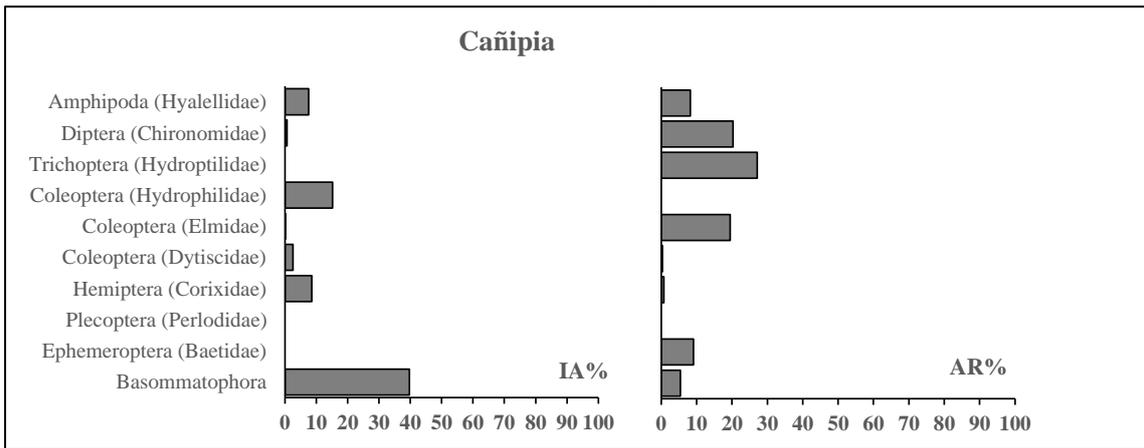


Figura 6. Comparación entre el IA% y la Abundancia Relativa (%) de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica, Proyecto Antapaccay

4.3. PROYECTO MAGISTRAL

4.3.1. Descripción de los macroinvertebrados bentónicos

En este proyecto, la identificación taxonómica de los macroinvertebrados fue hasta el nivel de familia.

Se identificaron en total 36 familias, distribuidas en 13 órdenes y 7 clases (Tabla 7). El 80% de las familias perteneció a la clase Insecta, distribuida entre los órdenes Diptera (10 familias), Trichoptera (7 familias), Coleoptera (5 familias), Ephemeroptera (3 familias), Plecoptera (2 familias), Hemiptera (1 familia) y Megaloptera (1 familia). El resto de las familias perteneció a las clases Gastropoda, Arachnida, Bivalvia, Crustacea, Oligochaeta y Turbellaria (Anexo 5).

En general, las familias Chironomidae (orden Diptera) y Baetidae (orden Ephemeroptera) fueron las predominantes en todas las cuencas evaluadas.

A nivel de cuencas, la cuenca Conchucos y Toldobamba registraron el mayor número de familias.

Tabla 7. Composición general y abundancia relativa (%) de grupos principales de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica, Proyecto Magistral

Clase	Orden	Familia	Cha	Con	Mag	Pam	Tabl	Tau	Told	TOTAL AR%
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	3,73	0,45	4,29	-	-	0,64	6,49	3,06
Clitellata (Oligochaeta)	Haplotaxida	No determinado	3,56	1,52	7,26	-	-	2,93	3,61	3,76
Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	-	-	0,13	-	-	-	-	0,03
Malacostraca (Crustacea)	Amphipoda	Hyalellidae	1,51	-	4,89	-	-	-	0,17	1,45
Gastropoda	Basommatophora	Lymnaeidae	-	-	-	-	-	-	0,10	0,02
Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	0,13	-	-	-	-	-	-	0,02
Arachnida	Trombidiformes	Lymnessiidae	-	-	0,03	-	-	-	-	0,01
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	0,03	-	-	-	-	-	-	0,01
Insecta	Coleoptera	Elmidae	4,85	15,62	6,26	-	-	11,14	5,35	8,95
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	-	0,04	-	-	-	-	-	0,01
Insecta	Coleoptera	Scirtidae	-	0,13	-	-	-	0,48	0,13	0,11
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	-	-	0,03	-	-	-	0,07	0,02
Insecta	Diptera	Blephariceridae	-	1,03	-	-	13,80	1,33	0,33	0,60
Insecta	Diptera	Chironomidae	33,72	23,81	33,82	47,06	37,93	32,09	23,49	28,99
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	0,67	0,54	0,03	-	-	0,75	-	0,37
Insecta	Diptera	Empididae	0,93	1,31	0,72	-	10,34	1,01	1,41	1,15
Insecta	Diptera	Ephydriidae	-	-	-	-	-	-	0,13	0,02
Insecta	Diptera	No determinado	-	0,24	0,15	-	-	0,80	0,13	0,22
Insecta	Diptera	Muscidae	0,64	0,13	0,80	5,88	-	0,75	0,70	0,56
Insecta	Diptera	Simuliidae	0,80	3,63	1,01	-	1,72	3,73	5,45	2,81

Continuación ...

Clase	Orden	Familia	Cha	Con	Mag	Pam	Tabl	Tau	Told	TOTAL AR%
Insecta	Diptera	Tabanidae	0,10	0,39	-	-	-	0,75	0,23	0,25
Insecta	Diptera	Tipulidae	1,51	18,28	0,36	5,88	0,86	4,32	1,51	6,26
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	11,95	16,52	25,57	11,76	26,73	17,49	40,95	22,33
Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	4,59	6,76	-	-	0,86	3,04	1,24	3,32
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	-	0,02	4,16	-	-	-	3,11	1,53
Insecta	Hemiptera	Corixidae	-	<0,01	0,10	-	-	-	-	0,02
Insecta	Megaloptera	Corydalidae	-	0,51	-	29,41	6,03	-	-	0,22
Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	-	0,02	0,05	-	-	-	0,67	0,14
Insecta	Plecoptera	Perlidae	3,12	1,31	0,23	-	-	1,81	0,37	1,27
Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	7,35	2,64	-	-	-	8,26	0,54	3,14
Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	1,16	0,41	2,33	-	-	1,23	0,03	1,02
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	3,98	0,19	0,05	-	1,72	0,16	-	0,84
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	13,58	3,35	0,13	-	-	2,56	-	3,80
Insecta	Trichoptera	No determinado	-	<0,01	-	-	-	0,11	-	0,01
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	1,99	1,18	-	-	-	4,42	1,91	1,54
Insecta	Trichoptera	Limnephilidae	0,10	<0,01	7,60	-	-	0,21	1,87	2,15

En negritas los valores más altos de abundancia relativa por familia y cuenca hidrográfica

4.3.2. Descripción de los peces

En los ambientes lóticos, se registraron 7 especies de peces pertenecientes a 2 familias y 2 órdenes (Anexo 6). Se identificó una especie del género *Astroblepus* y otras morfoespecies que no pudieron ser identificadas. La trucha arcoíris fue la especie predominante en todas las cuencas evaluadas (Figura 7).

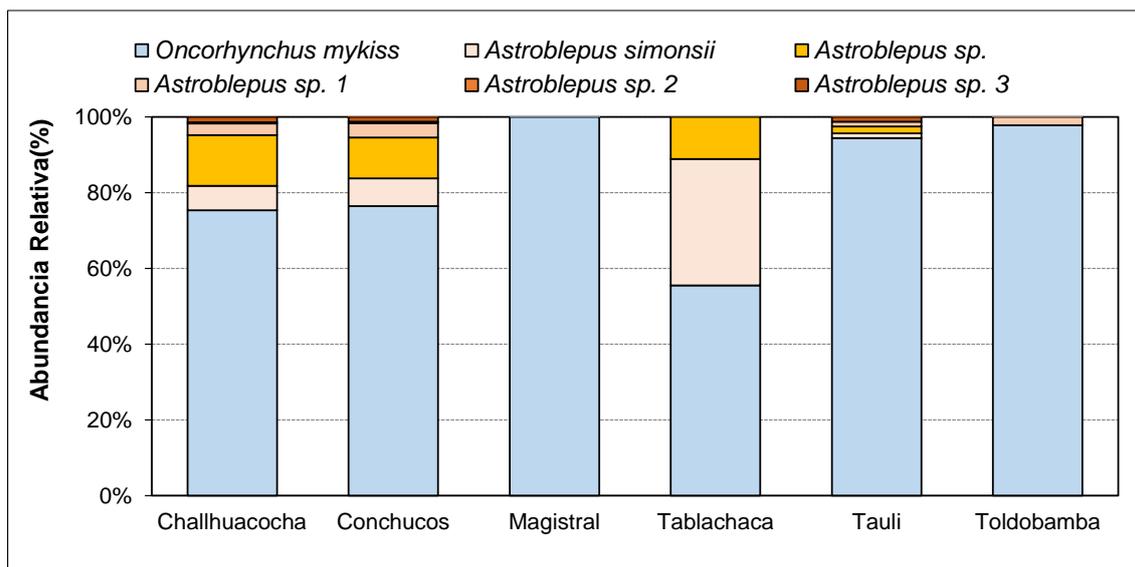


Figura 7. Abundancia relativa de peces por cuenca hidrográfica en el Proyecto Magistral, 2012

4.3.3. Descripción de la dieta de la trucha arcoíris

a. Descripción general de los ítems alimentarios

En los ambientes lóticos, se analizaron 44 contenidos estomacales de trucha arcoíris en las 5 cuencas evaluadas en el área de estudio del Proyecto Magistral. Las truchas midieron entre 75 mm y 280 mm; correspondiente en su mayoría a estadios juveniles y adultos (Figura 8).

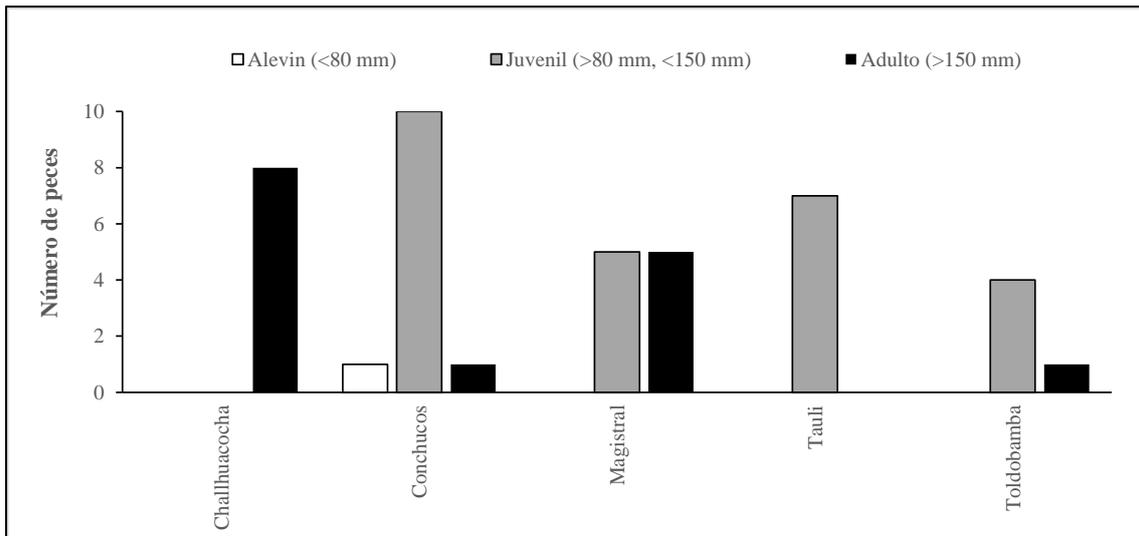


Figura 8. Estadios de madurez de los peces colectados para análisis de estómagos en ambientes lóticos, Proyecto Magistral

Se identificaron 30 ítems alimentarios distribuidos entre invertebrados, peces (huevos indeterminados) y restos vegetales (Tabla 8). Los invertebrados pertenecieron a 4 clases, 11 órdenes y 28 familias.

Las clases de los invertebrados fueron Clitellata (Subclase Oligochaeta), Arachnida, Insecta y Crustacea. El 83% de los ítems alimentarios pertenecieron a la Clase Insecta.

En general, los ítems con mayor IA% fueron las familias Chironomidae (Diptera) y Baetidae (Ephemeroptera).

Tabla 8. Índice de Importancia Alimentaria (IA%) de los ítems alimentarios de la trucha arcoíris en ambientes lóticos, Proyecto Magistral

Clase	Orden	Familia	Challhuacocha (n=8)	Conchucos (n=12)	Magistral (n=10)	Tauli (n=7)	Toldobamba (n=5)
Arachnida	No determinado (Acari)	No determinado	14,20	-	-	<0,01	-
Malacostraca (Crustacea)	Amphipoda	Hyaellidae	0,20	-	4,20	-	-
Insecta	Coleoptera	Elmidae	-	0,12	0,08	0,37	0,05
Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	-	0,01	0,02	0,03	0,81
Insecta	Coleoptera	Scirtidae	-	-	-	-	0,05
Insecta	Diptera	Blepharoceridae	-	1,39	-	1,35	16,79
Insecta	Diptera	Chironomidae	15,13	96,69	0,02	61,83	27,61
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	-	-	<0,01	-	-
Insecta	Diptera	Empididae	0,02	0,02	-	0,09	0,03
Insecta	Diptera	No determinado	2,74	-	0,06	0,05	-
Insecta	Diptera	Muscidae	-	-	<0,01	-	-
Insecta	Diptera	Psychodidae	-	<0,01	<0,01	-	-
Insecta	Diptera	Simuliidae	0,04	0,08	<0,01	16,99	10,50
Insecta	Diptera	Tabanidae	-	<0,01	-	0,05	-
Insecta	Diptera	Tipulidae	-	<0,01	-	-	-
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	2,93	0,63	50,13	17,63	31,62
Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	-	0,09	-	<0,01	-
Insecta	Hemiptera	Corixidae	0,02	-	0,07	-	-
Insecta	Lepidoptera	Pyralidae	-	-	0,24	-	-
Insecta	Megaloptera	Corydalidae	-	0,05	-	0,01	-
Insecta	Plecoptera	Perlidae	0,64	0,01	-	-	-

Continuación ...

Clase	Orden	Familia	Challhuacocha (n=8)	Conchucos (n=12)	Magistral (n=10)	Tauli (n=7)	Toldobamba (n=5)
Insecta	Trichoptera	Helicopsychide	2,25	-	-	1,00	0,05
Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	0,35	0,01	0,06	-	-
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	-	0,01	-	<0,01	-
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	0,20	0,88	-	0,07	10,33
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	0,09	-	-	-	2,15
Insecta	Trichoptera	Limnephilidae	-	-	45,11	0,01	-
Clitellata (Oligochaeta)	No determinado	No determinado	-	<0,01	-	-	-
Restos de peces	No determinado (huevos)	No determinado	61,15	-	-	-	-
Restos vegetales	No determinado	No determinado	0,05	-	-	0,50	-
Número de Ítems Alimentarios			15	17	14	17	11

En negrita los valores más altos de IA (%) por ítem y por cuenca.

En la cuenca Challhuacocha se registraron huevos de peces (IA=61%), no obstante, se trató del contenido estomacal de un solo ejemplar de trucha arcoíris, pero destaca en el IA% por su cantidad (37 huevos) y su mayor volumen respecto a los demás ítems.

Los restos vegetales tuvieron bajo IA% y solo se registraron en tres cuencas. No se cuenta con más información, pero es probable que se trate de un consumo accidental, como se ha reportado en otro estudio (Baltazar, 2010).

En el contenido estomacal se presentaron tres ítems alimentarios no registrados entre los macroinvertebrados bentónicos Gyrinidae (Coleoptera), Psychodidae (Diptera) y Pyralidae (Lepidoptera).

En cuanto a los macroinvertebrados bentónicos, se registraron tres clases no registradas entre los ítems alimentarios: Turbellaria, Bivalvia y Gastropoda.

b. Amplitud de nicho trófico

La amplitud de nicho trófico, según el cálculo de Pielou, indica que la trucha arcoíris en los ambientes lóticos del Proyecto Magistral, se comporta como una especie generalista para las cuencas Challhuacocha y Toldobamba y especialista para las cuencas Conchucos, Magistral y Tauli.

Tabla 9. Índices de Amplitud de Nicho Trófico para trucha arcoíris en ambientes lóticos, Proyecto Magistral

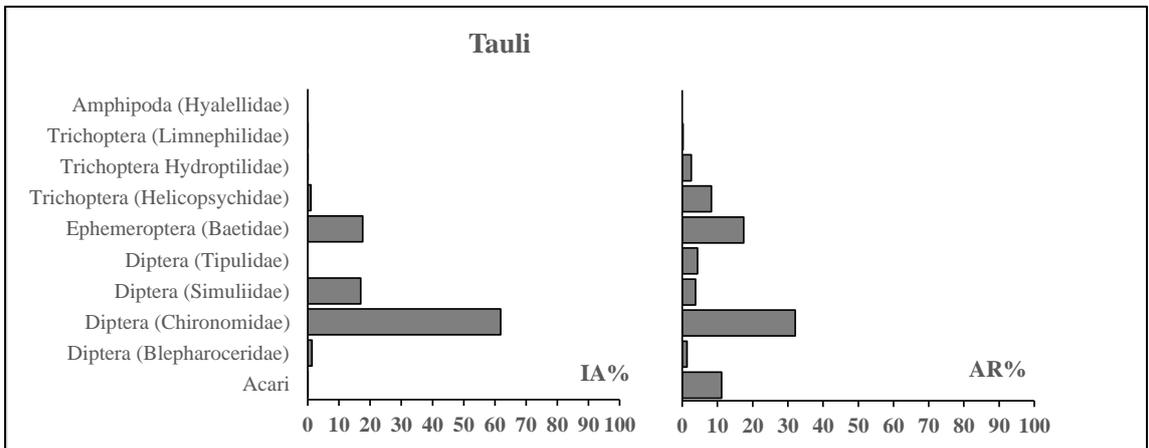
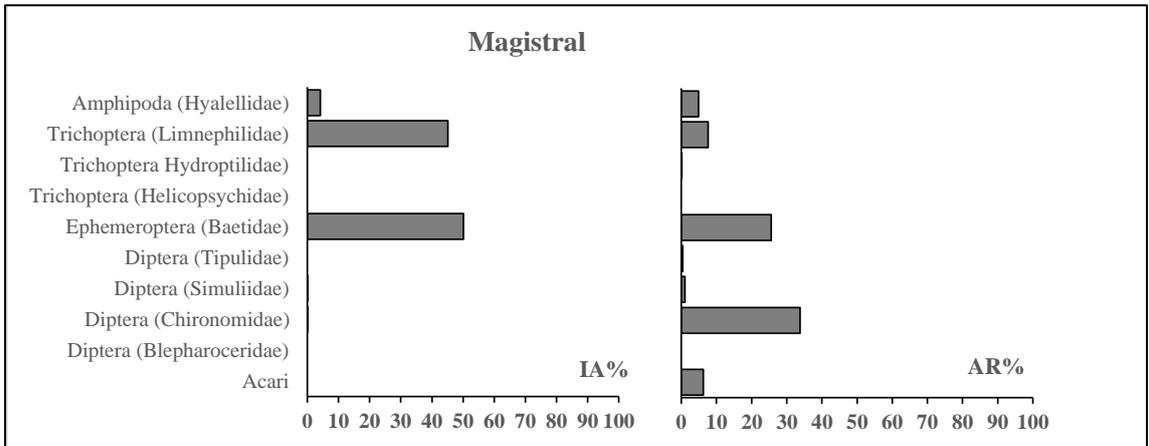
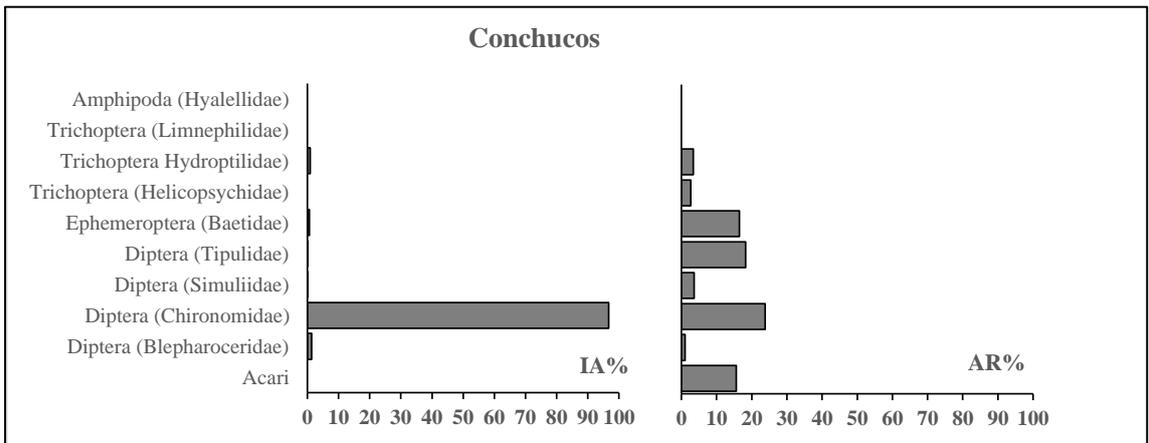
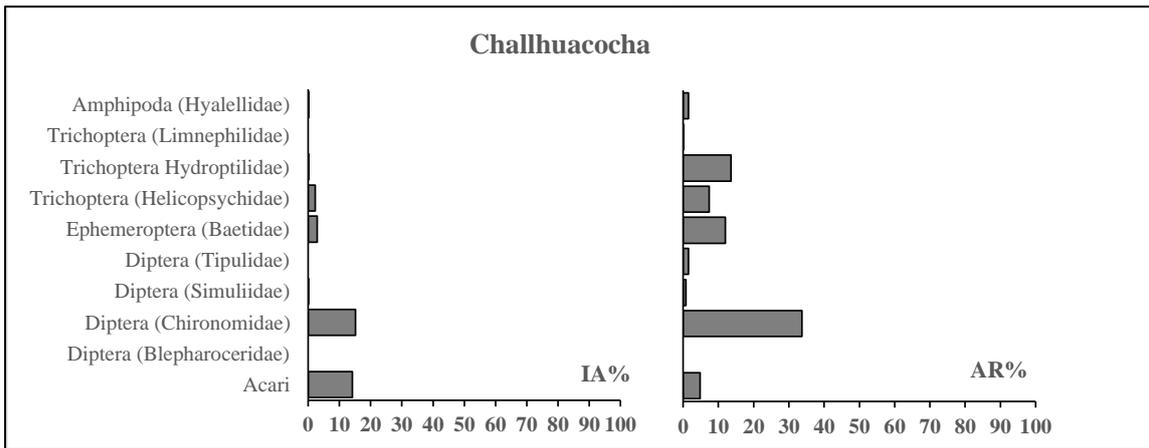
Índice	Challhuacocha	Conchucos	Magistral	Tauli	Toldobamba
Equidad de Pielou (J)	0,71	0,29	0,55	0,46	0,75
Levins estandarizado (BA)	0,13	0,02	0,06	0,05	0,13

Según el índice de Levins, se evidencia un comportamiento especialista de la trucha arcoíris en las todas las cuencas (BA<0,6).

c. Selectividad de presas

Al comparar la importancia alimentaria y la abundancia relativa de macroinvertebrados bentónicos en los ambientes lóticos, se evidencia que en general la trucha arcoíris presentó mayor preferencia por algunos órdenes: Diptera Ephemeroptera y Trichoptera, a pesar de contar otros ítems disponibles (Figura 9).

A diferencia del resto de las cuencas, en Toldobamba no se registra el predominio de ítem alimentario específico.



Continuación ...

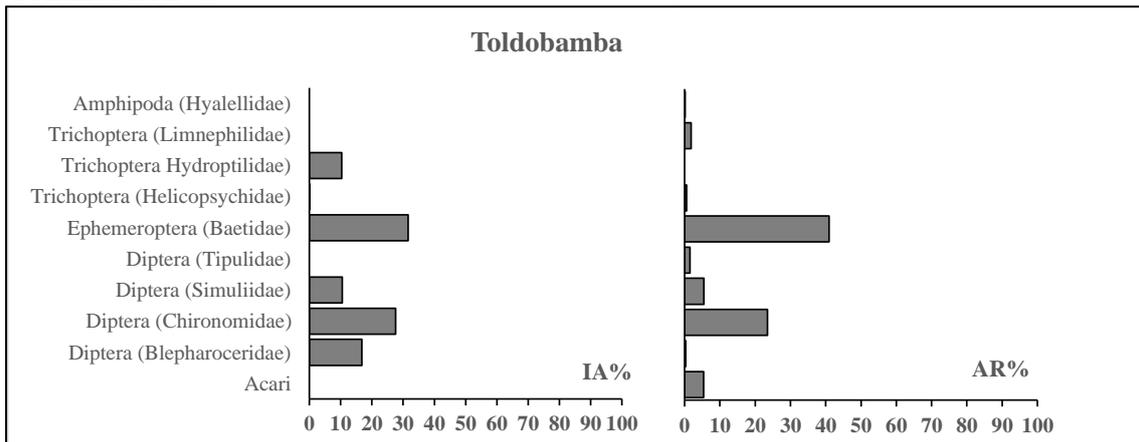


Figura 9. Comparación entre el IA% y la Abundancia Relativa (%) de macroinvertebrados bentónicos por cuenca hidrográfica en ambientes lóticos, Proyecto Magistral.

En el Proyecto Magistral, además de analizarse el contenido estomacal de truchas arcoíris se examinaron 42 contenidos estomacales de ejemplares del bagre *Astroblepus*. Los contenidos estomacales analizados correspondieron a la especie *Astroblepus simonsii* y a otras 4 morfoespecies no identificadas a nivel de especie.

Al comparar el IA% de la trucha arcoíris y del bagre *Astroblepus*, se evidencia que en general ambas especies registraron mayor preferencia por la familia Chironomidae del orden Diptera (Figura 10).

Existen referencias bibliográficas respecto a que los macroinvertebrados bentónicos son parte de la dieta que el bagre tiene en común con la trucha arcoíris. Por lo que es probable que existe una competencia por alimento. Esto también lo concluye García et al. (2017) que encontró el traslape en la alimentación de la trucha arcoíris y un bagre nativo en Chile (familia Trichomycteridae). De acuerdo a sus resultados, ambas especies se alimentaban de larvas de Chironomidae y Elmidae pero en la trucha arcoíris se encontraron larvas de mayor tamaño. También se registró que la trucha consumía presas terrestres, que representan ítems alternativos, lo que también se registró en los resultados de la presente monografía.

Asimismo, González (2005) en un estudio al sur de Chile encontró que las truchas de menor tamaño consumen los mismos ítems que los peces endémicos por lo que hay una interferencia a nivel de acceso de recursos. También encontró baja depredación de peces endémicos y potencial competencia por alimento entre ambos grupos.

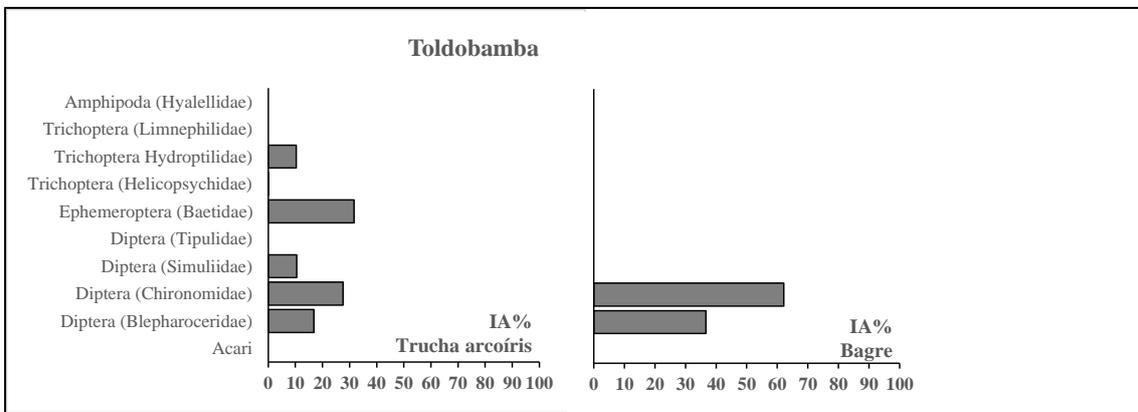
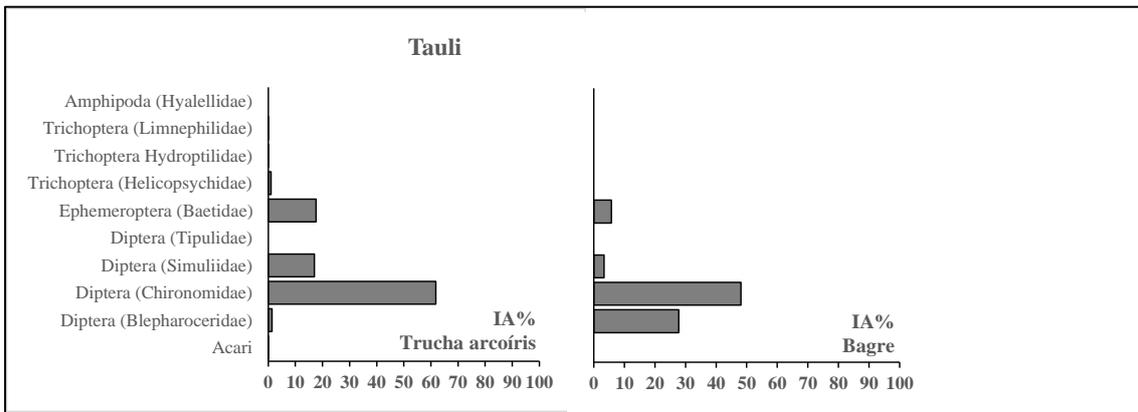
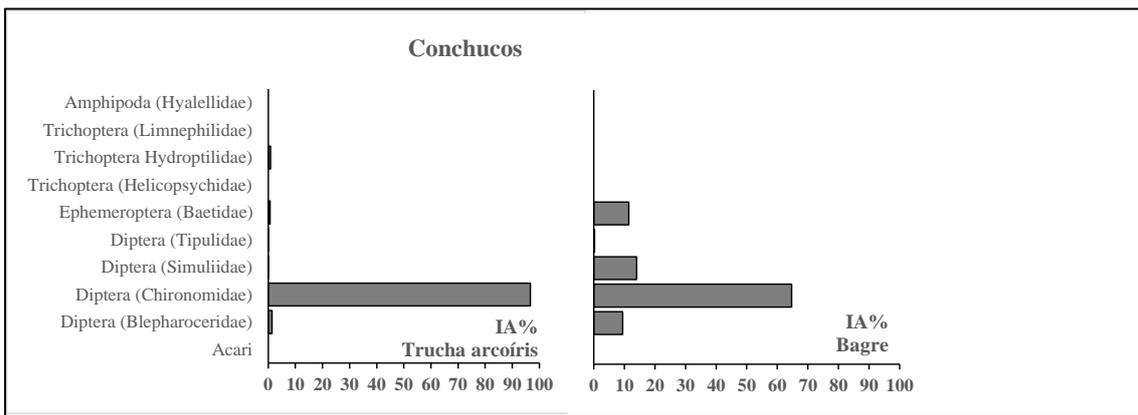
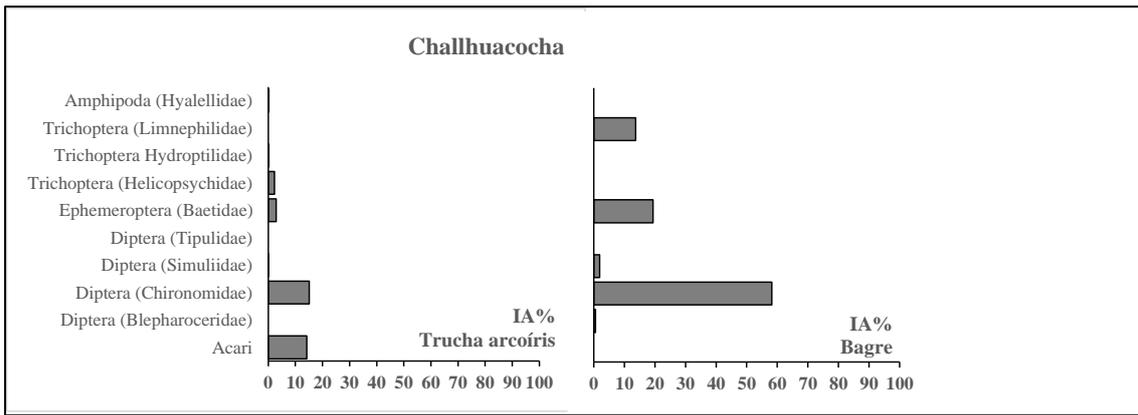


Figura 10. Comparación entre el IA% de la trucha arcoiris y el IA% de los bagres del género *Astroblepus* por cuenca hidrográfica en ambientes lóticos, Proyecto Magistral

A partir de los resultados registrados en los tres proyectos mineros se puede evidenciar que la trucha arcoíris es una especie que se alimenta principalmente de macroinvertebrados bentónicos en todas las cuencas evaluadas. De los 224 contenidos estomacales analizados, solo 5 registraron ítems relacionados con peces, lo que indicaría que no son su presa principal. También se registraron otras fuentes fuera de los macroinvertebrados bentónicos, incluyendo presas terrestres.

Estos resultados son similares con otros estudios como los de García et al. (2017) en Argentina, Naranjo (2016) en Costa Rica, Vimos et al. (2010) en Ecuador y Baltazar (2010) en Perú, que registraron que la dieta de las truchas se componía principalmente de fauna bentónica, como larvas de Diptera (especialmente Chironomidae) y Trichoptera, larvas y adultos de Coleoptera, anfípodos y moluscos. Sánchez (2009) también tuvo resultados similares en otra especie de salmónido en España.

En este contexto, la trucha arcoíris puede ejercer presión y altera la composición de los macroinvertebrados bentónicos por depredación directa, como ha registrado Buria et al. (2007) en tres quebradas de cabecera en la Patagonia. En este estudio se encontró que la trucha arcoíris seleccionaba las presas de mayor tamaño de un grupo funcional específico (fragmentadores), lo que podía influir a su vez en el subsidio de materia orgánica para los ambientes aguas abajo.

De acuerdo con los índices de amplitud trófica obtenidos en este trabajo, se considera que la trucha es especialista en la mayoría de las cuencas evaluadas, debido a que se alimenta de los ítems más predominantes entre los macroinvertebrados bentónicos, lo que parece favorecer su adaptabilidad y amplia distribución en el área de estudio. No obstante, en algunas cuencas, se evidenció preferencia por uno o dos ítems a pesar de la disponibilidad de otros en proporciones similares.

Por otro lado, se ha registrado a la trucha arcoíris cohabitando con los tres géneros considerados endémicos para la región andina peruana: *Astroblepus*, *Trichomycterus* y *Orestias*.

V. CONCLUSIONES

- A partir de los resultados de los tres proyectos mineros, se obtuvo un listado de 55 ítems alimentarios para la trucha arcoíris conformados principalmente por macroinvertebrados bentónicos (insectos, crustáceos y gasterópodos).
- La trucha arcoíris presentó preferencia alimentaria por los macroinvertebrados bentónicos, en especial los insectos del orden Ephemeroptera, Diptera y Coleoptera.
- A pesar de encontrarse a la trucha arcoíris junto con peces endémicos, no se registró evidencia que los peces sean un ítem alimentario principal. De acuerdo con las referencias bibliográficas, y como indica el análisis comparativo efectuado entre truchas y bagres, lo más probable es que tengan ítems alimentarios en común y exista una competencia por los recursos alimenticios. Es probable que la trucha arcoíris solo se alimente de peces endémicos ocasionalmente.

VI. RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las siguientes recomendaciones a partir de este trabajo:

- Evaluar y comparar la dieta de peces endémicos y de la trucha arcoíris en los distintos estadios de madurez (juveniles y adultos) para establecer con más certeza las relaciones tróficas entre las especies.
- Evaluar la relación entre las truchas y los cambios sobre las otras comunidades como los macroinvertebrados bentónicos y el perifiton.
- Evaluar si la mayor presión de la trucha arcoíris sobre los macroinvertebrados bentónicos, influye en el ciclo de nutrientes de los ambientes acuáticos.
- Emplear la información compilada de los diferentes estudios de impacto ambiental para realizar nuevos estudios en áreas que cuentan con vacíos de información o poco accesibles.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA Autoridad Nacional del Agua (2022). Unidades Hidrográficas del Perú fueron aprobadas por R.M. N°033-2008-AG, las cuales tuvieron como base cartográfica la Carta Nacional Digital Topográfica del IGN, a escala 1:100 000. (Datum - WGS 1984 / Escala - 100000 / Representación - Vectorial). Recuperado de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/101>.
- Andreoli Bize, J., L. Fernandez, G. Contreras, 2021. Peces de la Puna: Primer registro de *Trichomycterus rivulatus* Valenciennes 1846 para la Argentina y nuevas localidades para el género (Siluriformes, Trichomycteridae). *Biología Acuática* 37 (2021) ISSN 1668-4869. DOI <https://doi.org/10.24215/16684869e026>.
- Baltazar, P. (2010). Alimentación de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoíris” durante dos inviernos (1989-1990) en los tributarios de primer orden del Río Montecristo, Parque Nacional del Río Abiseo, San Martín.
- Buria, L., Albariño, R., Díaz Villanueva, V., Modenutti B. & Balseiro, E. (2007). Impact of exotic rainbow trout on the benthic macroinvertebrate community from Andean-Patagonian headwater stream. *Fundamental and Applied Limnology. Archiv für Hydrobiologie*. Vol.168/2: 145–154. DOI: 10.1127/1863-9135/2007/0168-0145.
- CIDAB (2002). Manual Área, cría y manejo de especies ícticas nativas. Proyecto BOL/98/G31. Conservación de la biodiversidad en la cuenca del Lago Titicaca – Desaguadero- Poopo- Salar de Coipasa (tdps). Subcontrato “Desarrollar la Capacidad de Programas de Pesca Artesanal en Bolivia”.
- Cossíos, D. (2010). Vertebrados naturalizados en el Perú: historia y estado del conocimiento. *Rev. peru. biol.* 17(2): 179 – 189. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332010000200007.

- De La Barra, E., Maldonado, M., Vila, I., Ibáñez, C., Jégu, M. & Carvajal-Vallejos, F.M. (2020). Resumen del conocimiento sobre la biología y taxonomía del género *Orestias Valenciennes 1839* (Actinopterygii, Cyprinodontiformes). *Hidrobiología Neotropical y Conservación Acuática*, 1 (2): 185-224. Recuperado de https://editorial-inia.com/wp-content/uploads/2021/01/NHAC_1_2_2020_De-la-Barra.pdf.
- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2009). *Oncorhynchus mykiss*. In *Cultured aquatic species fact sheets*. Text by Cowx, I. G. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. Recuperado de https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_rainbowtrout.htm.
- Fernández H. & Domínguez E. (2002). Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos. (eds). Universidad de Tucumán.
- García, M., Acosta, J. & García, M.L. (2017). Trophic interactions between a native Catfish (Trichomycteridae) and a non-native species, the Rainbow Trout, in an Andean stream, San Juan, Argentina. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 20(4):344–352, 2017. DOI: 10.1080/14634988.2017.1404401
- Figuroa, R., Palma, A., Ruiz, V., & Niell, X. (2007). Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. *Revista chilena de historia natural*, 80(2), 225-242.
- Flores, A. (2013). Ecomorfología y ecología alimentaria del género *Orestias* (PISCES CYPRINODONTIFORMES) en la puna xerofítica de la provincia de Sud Lípez, Potosí Bolivia. Tesis para optar al título de licenciatura de Biología. Recuperado de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers18-05/010066594.pdf.
- Froese, R. & D. Pauly. Editors. (2022). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version.
- GISD Global Invasive Species Database. (2022). Species profile: *Oncorhynchus mykiss*. Recuperado de <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=103>.
- GBIF Global Biodiversity Information Facility (s.f.) Species. Recuperado de <https://www.gbif.org/species/search?q=>.

- Guerrero, C., Poulin, E., Mendez, M. & Vila, I. (2015) Caracterización trófica de Orestias (Teleostei: Cyprinodontidae) en el Parque Nacional Lauca. *Gayana* 79 (1): 18-25. Recuperado de <https://www.scielo.cl/pdf/gayana/v79n1/04.pdf>.
- González, J. (2005). Evaluación de interferencias tróficas entre truchas y peces nativos en ríos del sur de Chile, a través del análisis de contenidos estomacales. Tesis de Grado presentada como parte de los requisitos para optar al Título de Biólogo Marino. Universidad Austral de Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fcg6431e/doc/fcg6431e.pdf>.
- Hyslop, E.J. (1980). Stomachs contents analysis, a review of methods and their applications. *J.Fish.Biol.*, London, v.17, p.411-429.
- Kawakami, E. & Vazzoler, G. (1980). Método gráfico de índice alimentar aplicado no estudo de alimentaçao de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 29, 205–207.
- Krebs, C. (1999). *Ecological Methodology*. Second Edition. British Columbia: University of British Columbia. 520 p.
- Lee, R.M. & Rinne, J.N. (1980). Critical thermal maxima of five trout species in the southwestern United States. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 109(6):632-635.
- Merritt, R.W. & Cummins, K.W. (eds.). (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*, 3rd ed. Kendall/Hunt, Dubuque, IA.
- MINAM Ministerio del Ambiente. (2015). Servicio de exploración de la distribución de la trucha naturalizada en zonas priorizadas de Junín y Huánuco. Recuperado de <https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/02/INFORME-FINAL-MINAM-Trucha-2015.pdf>
- Morales, J. & García-Alzate, C. (2016). Estructura trófica de los peces en arroyos del Corral de San Luis, cuenca del Bajo Magdalena, Caribe, Colombia *Revista de Biología Tropical*, vol. 64, núm. 2, junio, 2016, pp. 715-732.
- Naranjo, B. (2016). Ecología trófica de la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae) en el Río Savegre, San Gerardo de Dota, Costa Rica. Tesis presentada para optar al grado de Licenciatura en Biología con énfasis en Zoología Universidad de Costa Rica. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/352996533_Ecologia_trofica_de_la_trucha_arcoiris_Oncorhynchus_mykiss_Salmonidae_en_el_Rio_Savegre_San_Gerardo

- Odum, E.P. (1985). *Fundamentos de Ecología*. Nueva Editorial Interamericana. México. 410p.
- Ochoa, L., Melo, B., García-Melo, J., Maldonado-Ocampo J., Souza, C., Albornoz-Garzón, J., Conde-Saldaña, C., Villa-Navarro, F., Ortega-Lara, A. & Oliveira, C. (2020). Species delimitation reveals an underestimated diversity of Andean catfishes of the family Astroblepidae (Teleostei: Siluriformes). *Neotropical Ichthyology*, 18(4). <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2020-0048>.
- Oscos, J., Campos Sánchez-Bordona, F., & Escala, M.D.C. (2006). Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. *Limnetica*, 25(3), 683-692.
- Ortega, H. & Hidalgo, M. (2008): Freshwater fishes and aquatic habitats in Peru: Current knowledge and conservation, *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 11:3, 257-271.
- Ortega, H., Guerra, H. & Ramírez, R. (2007). The introduction of nonnative fishes into freshwater systems of Peru. En: Bert, T.M. (ed). *Ecological and genetic implications of aquaculture activities*. Springer. Dordrecht, Netherlands. Pp 247-278.
- Ortega, H., Hidalgo, M., Trevejo, G., Correa, E., Cortijo, A.M., Meza, V. & Espino, J. (2012). Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú: Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Diversidad Biológica - Museo de Historia Natural, UNMSM. Recuperado el 5 de agosto de 2022 de: https://museohn.unmsm.edu.pe/docs/pub_ictio/Ortega_et_al.2012Lista_Peces_Aguas_Cont.Peru.pdf.
- Oyague, E., Vera, A., Cabrejos, L. & Franco, P. (2021). Differences in physical habitat simulation system modelling results using benthic or pelagic fish species as indicators in Peruvian Andes–Amazon rivers. *River Res Applic.* 2020;1–15. DOI: 10.1002/rra.3602.
- PRODUCE Ministerio de la Producción. (2021). Ficha técnica de la Trucha. Recuperado de: <https://ogeiee.produce.gob.pe/images/oe/especie/esp2/14.%20Ficha%20Recurso>

- Ramírez, A. & Gutiérrez-Fonseca, P. (2014). Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 62 (Suppl. 2): 155-167.
- Roldán G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Impreso en Impreades Presencia S.A. Bogotá, Colombia. 216 pp.
- Roldán, G. & Ramírez, J. (2022). Fundamentos de limnología neotropical. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 782 pp.
- Sánchez, J. (2009). Biología de la alimentación de la trucha común (*Salmo trutta* Linné, 1758) en los ríos de Galicia. Tesis doctoral. Universidade de Santiago de Compostela.
- Schaefer, S.A. (2003). Family Astroblepidae. In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ, Jr., editors. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs; p.312–17.
- Schaefer, S., Chakrabarty P., Geneva, A. & Sabaj Pérez, M. (2011) Nucleotide sequence data confirm diagnosis and local endemism of variable morphospecies of Andean astroblepid catfishes (Siluriformes: Astroblepidae), Zoological Journal of the Linnean Society, Volume 162, Issue 1, May 2011, Pages 90–102, <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2010.00673.x>.
- Smith R.L. & Smith T.M. (2001). Ecología. Pearson Educación S.A. Madrid. 4ta edición.
- Soto, D., Arismendi, I., González, J., Sanzanai, J. Jara, F., Jara, C., Guzmán, E & Lara, J. (2006). Southern Chile, trout and salmon country: invasion patterns and threats for native species. Revista Chilena de Historia Natural 79:97-117.
- Vila I., Pardo R. & Scott S. (2007). Freshwater Fishes of the Altiplano. Aquatic Ecosystem Health and Management. 10(2) 201-211. DOI:10.1080/14634980701351395.
- Villwock, W. (1983). El género *Orestias* y su Evolución en el Altiplano del Perú y Bolivia. Informe final del Congreso Latinoamericano de Zoología. Arequipa, Perú pp 59-66.
- Vimos, J. (2010). Efectos de las truchas exóticas en los productores primarios y secundarios de ríos tropicales alto-andinos. Universidad San Francisco de Quito.
- Vera, A., Oyague, E., Castañeda, L. & Quinteros, Z. (2013). HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL BAGRE “LIFE” *Trichomycterus punctulatus* (VALENCIENNES, 1846) (ACTINOPTERYGII, SILURIFORMES) EN EL RÍO PISCO, PERÚ

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Estaciones con coordenadas (incluyendo su cuenca) y elevación para cada proyecto

Proyecto	Cuenca	Curso de Agua	Estación	Coordenadas WGS 84 Zona 19 L		Altitud (msnm)
				Este	Norte	
Bambas	Anchapillay	Río Anchapillay (Q. Huasijasa)	AN-03	780597	8445266	4254
Bambas	Anchapillay	Río Anchapillay (Q. Huasijasa)	AN-05	780888	8447347	4156
Bambas	Anchapillay	Río Anchapillay	AN-07	780977	8448833	4110
Bambas	Anchapillay	Río Anchapillay	AN-10	781668	8452185	4019
Bambas	Anchapillay	Quebrada Comoc Orjo (cerca AN-06)	AN-CO	780720	8448474	4146
Bambas	Ferrobamba	Río Ferrobamba (Fuerabamba)	FU-02	788807	8441604	4074
Bambas	Ferrobamba	Río Ferrobamba (Fuerabamba)	FU-04	790286	8440833	3959
Bambas	Ferrobamba	Río Ferrobamba (Fuerabamba)	FU-07	792561	8439891	3830
Bambas	Ferrobamba	Río Ferrobamba (Fuerabamba)	FU-10	795314	8438441	3761
Bambas	Ferrobamba	Río Ferrobamba (Fuerabamba)	FU-12	797096	8437888	3714
Bambas	Ferrobamba	Quebrada Comercacca	FU-C1	793302	8440811	3944
Bambas	Ferrobamba	Quebrada Comercacca (cerca FU-07)	FU-C2	793318	8439714	3816
Bambas	Ferrobamba	Laguna Jalansiricocha	L-JAL	787391	8443283	4335
Bambas	Pamputa	Río Pamputa	PA-04	785084	8446340	4131
Bambas	Pamputa	Río Pamputa	PA-05	784795	8447362	4113
Bambas	Pamputa	Río Pamputa	PA-08	783753	8449403	4068
Bambas	Pamputa	Río Pamputa	PA-11	782393	8451664	4046
Bambas	Pamputa	Río Pamputa	PA-12	782286	8452360	4036
Bambas	Pamputa	Río Pamputa	PA-30	779084	8466348	3056
Bambas	Pamputa	Río Pamputa	PA-36	774344	8469200	2509
Bambas	Pamputa	Quebrada Contahuirihuayjo	PA-CO	785802	8446825	4140
Bambas	Pamputa	Laguna Charcascocha	L-CHA	785170	8443869	4337
Bambas	Pallca	Río Pallca (Quebrada Azuljahuayjo)	PL-05	776142	8448477	4001
Bambas	Pallca	Río Pallca	PL-06	775979	8448783	3905
Bambas	Pallca	Quebrada Callquicallqui (cerca PL-06)	PL-CA	776025	8448362	3935

Continuación ...

Proyecto	Cuenca	Curso de Agua	Estación	Coordenadas WGS 84 Zona 19 L		Altitud (msnm)
				Este	Norte	
Bambas	Palcaro	Río Palcaro	PR-20	802934	8454637	3340
Bambas	Palcaro	Río Palcaro	PR-22	804453	8455882	3244
Bambas	Palcaro	Río Palcaro	PR-23	805663	8456349	3245
Bambas	Pumamarca	Río Pumamarca	PU-04	792557	8446974	4005
Bambas	Pumamarca	Río Pumamarca	PU-07	794479	8447477	3946
Bambas	Pumamarca	Río Pumamarca (Jajatuna)	PU-12	799049	8446933	3792
Bambas	Pumamarca	Río Pumamarca (Jajatuna)	PU-20	804688	8446735	3601
Bambas	Pumamarca	Quebrada Choqueca (cabecera)	PU-C1	797505	8445508	3797
Bambas	Pumamarca	Quebrada Choqueca (cerca PU-12)	PU-C2	798739	8446465	3773
Bambas	Pumamarca	Quebrada Ventana	PU-VE	791514	8447332	4044
Bambas	Récord	Río Récord	RE-10	782293	8435233	3960
Bambas	Récord	Río Récord	RE-12	784000	8434732	3915
Bambas	Récord	Río Récord	RE-16	787134	8435257	3835
Bambas	Récord	Río Récord	RE-20	792238	8436032	3807
Bambas	Récord	Río Récord	RE-25	795068	8437008	3743
Bambas	Récord	Río Récord (Challhuahuacho)	RE-28	797952	8438303	3708
Bambas	Récord	Río Récord (Challhuahuacho)	RE-32	800798	8440510	3677
Bambas	Récord	Río Récord (Challhuahuacho)	RE-37	803550	8443323	3635
Bambas	Récord	Río Récord (Challhuahuacho)	RE-41	804736	8446478	3612
Bambas	Récord	Río Conchacota	RE-C1	785085	8433791	3868
Bambas	Récord	Río Conchacota	RE-C2	785686	8434567	3853
Bambas	Récord	Quebrada Cahuapirca	RE-CA	786098	8434883	3864
Bambas	Récord	Río Ceuñama (cerca RE-20)	RE-CE	792452	8435460	3760
Bambas	Récord	Río Chichina (cerca RE-12)	RE-CH	782557	8435346	3972
Bambas	Récord	Río Chila (cerca RE-32)	RE-CL	799832	8439506	3698
Bambas	Récord	Quebrada Llullucha	RE-LL	782868	8439123	4265

Continuación ...

Proyecto	Cuenca	Curso de Agua	Estación	Coordenadas WGS 84 Zona 19 L		Altitud (msnm)
				Este	Norte	
Bambas	Récord	Río Tambollamayo	RE-TA	789961	8433891	3790
Bambas	Récord	Quebrada Yauricancha (cerca RE-37)	RE-YA	803136	8443078	3646
Bambas	Récord	Laguna Casanococha	L-CAS	782261	8441212	4382
Bambas	Récord	Laguna Llullucha	L-LLU	783069	8439945	4453
Bambas	Tambo	Río Tambo (Chuycuni)	TC-04	787166	8438389	4020
Bambas	Tambo	Río Tambo (Chuycuni)	TC-12	794461	8437435	3738
Bambas	Trapiche	Río Trapiche	TR-05	773832	8442036	3942
Bambas	Trapiche	Río Trapiche	TR-08	771659	8443695	3796
Bambas	Trapiche	Río Trapiche	TR-22	762049	8450029	2675
Bambas	Trapiche	Quebrada Sancapampa	TR-SA	775298	8440547	4112
Bambas	Trapiche	Quebrada San Fernando (cerca TR-05)	TR-SF	773440	8440787	4094
Bambas	Vilcabamba	Río Vilcabamba (cerca TR-22)	VI-12	761875	8450314	2662
Bambas	Vilcabamba	Río Vilcabamba (cerca PA-36)	VI-37	773252	8468494	2399
Antapaccay	Cañipia	Río Cañipia	CA-18	250736	8342848	4069
Antapaccay	Cañipia	Río Cañipia	CA-27	244265	8346188	4025
Antapaccay	Cañipia	Río Cañipia	CA-30	243383	8348344	3941
Antapaccay	Cañipia	Río Cañipia	CA-35	240297	8351365	3963
Antapaccay	Cañipia	Río Cañipia	CA-44	241168	8359824	3921
Antapaccay	Cañipia	Río Cañipia	CA-54	240452	8367396	3956
Antapaccay	Cañipia	Río Choco	CH-15	250274	8341794	3814
Antapaccay	Cañipia	Río Chalchamayo	CL-13	247394	8343005	3825
Antapaccay	Cañipia	Quebrada Coropuquio	CO-10	245740	8344514	3425
Antapaccay	Cañipia	Quebrada Tacu Tacu	TA-09	244979	8345036	3540
Antapaccay	Cañipia	Río Altuarca	AL-07	243344	8346918	3925
Antapaccay	Cañipia	Río Altuarca	AL-09	241798	8348527	3924
Antapaccay	Cañipia	Quebrada Aguada	AG-03	243713	8345162	3825

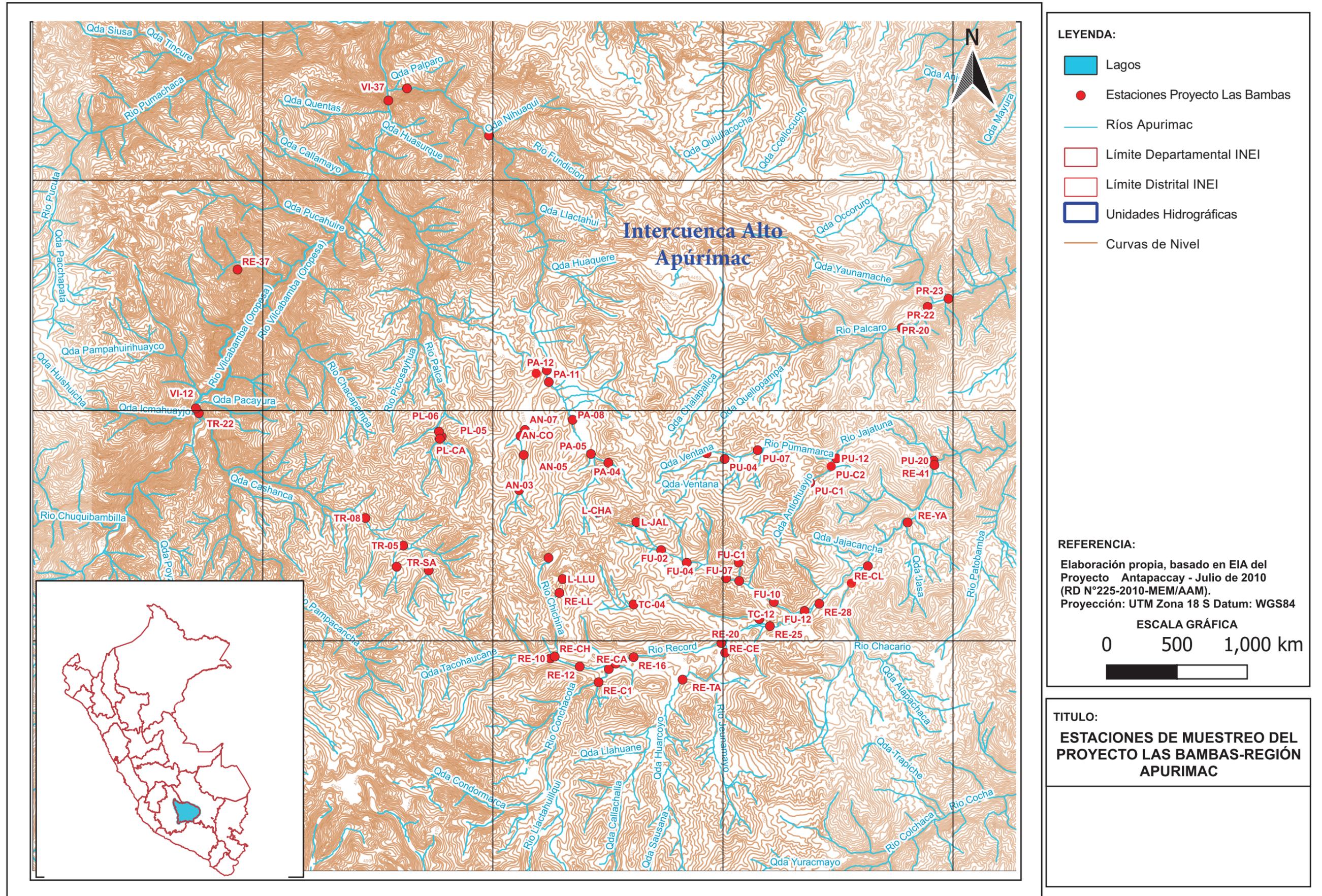
Continuación ...

Proyecto	Cuenca	Curso de Agua	Estación	Coordenadas WGS 84 Zona 19 L		Altitud (msnm)
				Este	Norte	
Antapaccay	Cañipia	Quebrada Minasmayo	MI-01	242576	8343829	3965
Antapaccay	Cañipia	Río Jutumayo	JU-06	241812	8346242	3965
Antapaccay	Cañipia	Río Ccoloyo	CC-03	241394	8351294	3968
Antapaccay	Cañipia	Manantial Micayo	L-MAN	247792	8345181	3852
Antapaccay	Salado	Río Salado	RS-01	252254	8358738	3908
Antapaccay	Salado	Río Salado	RS-02	251634	8358825	3968
Antapaccay	Salado	Río Salado	RS-03	251033	8360001	3921
Antapaccay	Salado	Río Salado	SA-100	243017	8365647	3871
Antapaccay	Salado	Río Ccamacmayo	PC-04	251818	8356701	3962
Antapaccay	Salado	Río Tintaya	RT-05	250411	8357703	3917
Antapaccay	Apurímac	Río Apurímac	AP-70	232188	8361820	3915
Antapaccay	Apurímac	Río Apurímac	AP-77	234904	8370157	3925
Antapaccay	Apurímac	Río Apurímac	AP-84	236703	8372810	3965
Antapaccay	Apurímac	Río Huayllumayo	HU-22	236002	8357095	3914
Magistral	Challhuacocha	Quebrada Challhuacocha	HB-CH-50	191854	9086259	3728
Magistral	Challhuacocha	Quebrada Challhuacocha	HB-CH-80	189328	9086142	3501
Magistral	Challhuacocha	Laguna Challhuacocha	L-CHA	195 656	9 088 289	3877
Magistral	Conchucos	Río Conchucos	HB-CO-10	187746	9085943	3343
Magistral	Conchucos	Río Conchucos	HB-CO-40	186683	9085785	3300
Magistral	Conchucos	Río Conchucos	HB-CO-60	184246	9084899	3076
Magistral	Conchucos	Río Conchucos	HB-CO-210	175752	9092168	3300
Magistral	Conchucos	Laguna Llamacocha	L-LLA	189 217	9 086 307	3496
Magistral	Magistral	Quebrada Magistral	HB-MA-10	193409	9089781	4027
Magistral	Magistral	Quebrada Huacchara	HB-MA-20	193382	9089772	4026
Magistral	Magistral	Quebrada Magistral	HB-MA-30	192079	9088916	3986
Magistral	Magistral	Quebrada Magistral	HB-MA-70	190499	9087911	3828

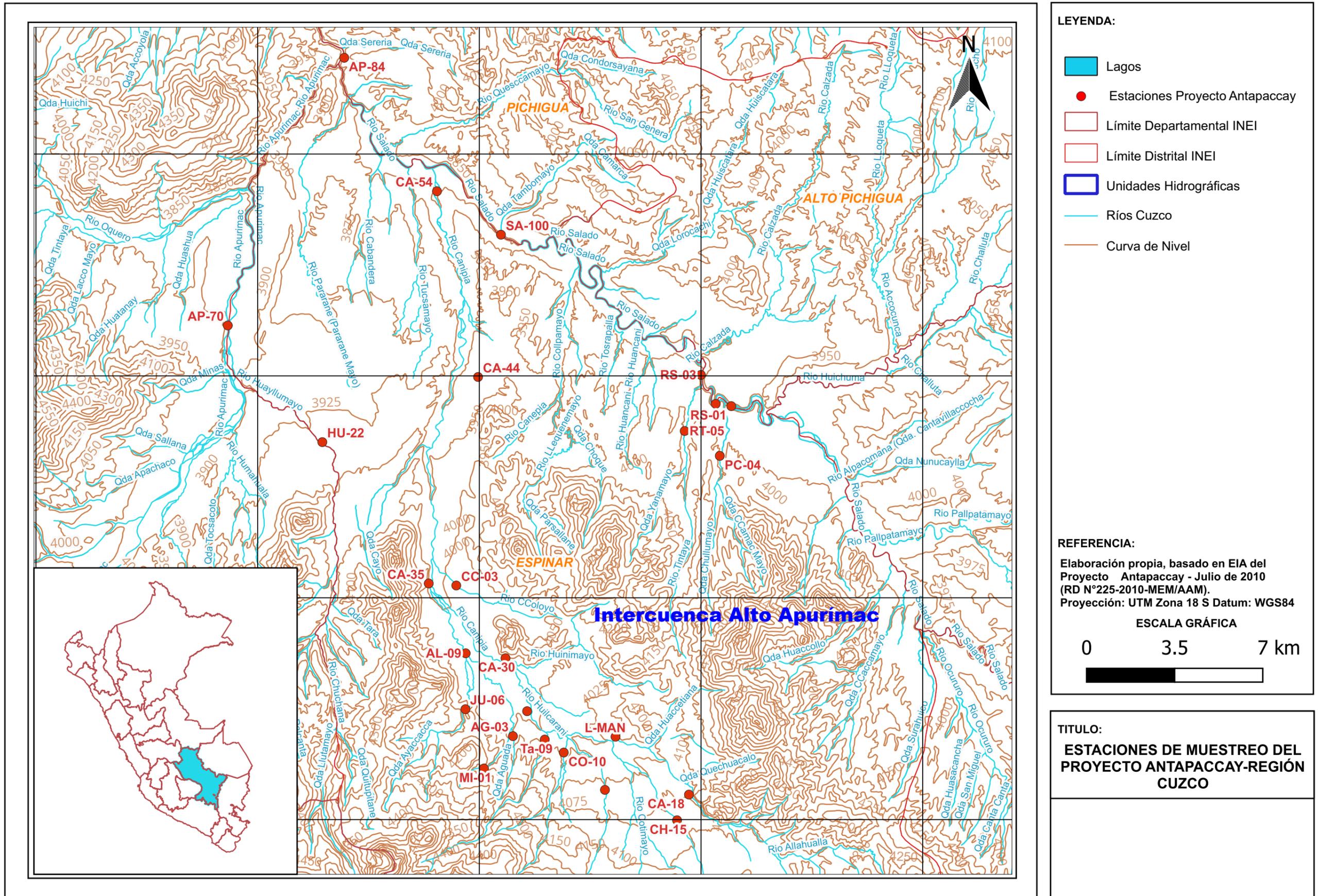
Continuación ...

Proyecto	Cuenca	Curso de Agua	Estación	Coordenadas WGS 84 Zona 19 L		Altitud (msnm)
				Este	Norte	
Magistral	Magistral	Quebrada Magistral	HB-MA-80	189566	9086881	3592
Magistral	Magistral	Laguna Ancapata	L-ANC	194 332	9 091 437	4196
Magistral	Pampas	Río Pampas	HB-PA-80	175761	9092276	3562
Magistral	Tablachaca	Río Tablachaca	HB-TC-10	175535	9092162	3556
Magistral	Tauli	Río Tauli	HB-TA-120	186316	9083606	3596
Magistral	Tauli	Río Tauli	HB-TA-140	185986	9084132	3695
Magistral	Tauli	Quebrada Santa Rosa de Huahla	HB-SR-100	186623	9083654	3596
Magistral	Toldobamba	Quebrada Toldobamba	HB-TO-10	188881	9089517	3582
Magistral	Toldobamba	Quebrada Toldobamba	HB-TO-30	188059	9088445	3492
Magistral	Toldobamba	Quebrada Toldobamba	HB-TO-60	187276	9085831	3339
Magistral	Toldobamba	Quebrada Colparacra	HB-CL-10	188889	9089509	4052
Magistral	Toldobamba	Quebrada Colparacra	L-BLA	189762	9091366	4303
Magistral	Labrascocha	Laguna Labrascocha	L-LAB	196954	9087 472	3996
Magistral	Pelagatos	Laguna Pelagatos	L-PEL	191062	9095123	3981

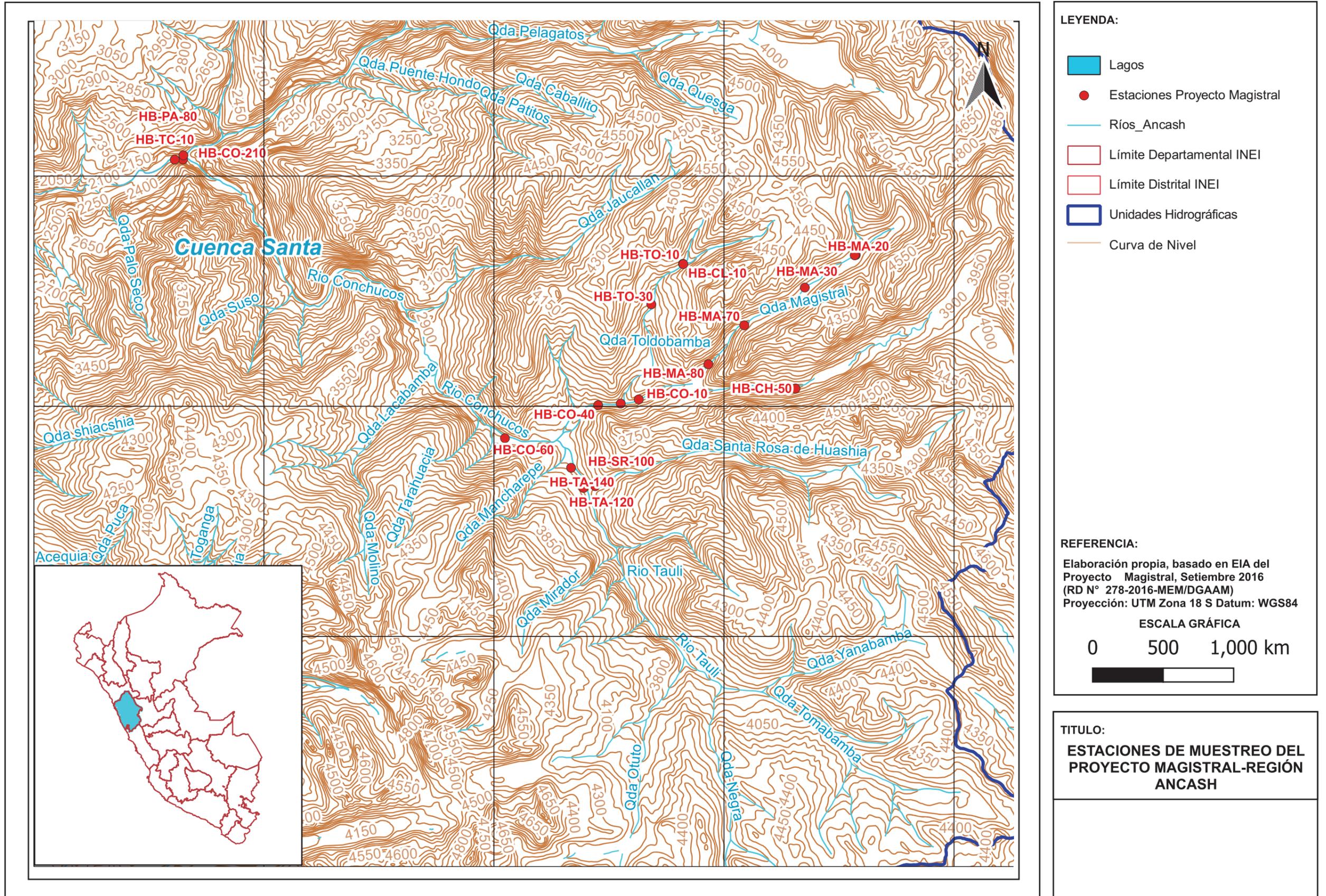
Anexo 2: Estaciones de Muestreo del Proyecto Bambas - Región Apurímac.



Anexo 3: Estaciones de Muestreo del Proyecto Antapaccay - Región Cuzco.



Anexo 4: Estaciones de Muestreo del Proyecto Magistral - Región Ancash.



Anexo 5: Listado de Macroinvertebrados bentónicos registrados por proyecto y por cuenca con abundancia relativa (%)

Tabla 1: Listado de macroinvertebrados bentónicos registrados en el Proyecto Bambas (solo estaciones lóaticas)

Clase	Orden	Familia	Anc (e=5)	Fer (e=7)	Pal (e=3)	Pall (e=3)	Pam (e=8)	Pum (e=7)	Rec (e=18)	Tam (e=2)	Tra (e=5)	Vil (e=2)	AR% (e=60)
Arachnida	Trombidiformes	Aturidae	0,07	0,04	0,09	0,10	0,12	0,05	0,05	0,07	0,16	0,07	0,08
Arachnida	Trombidiformes	Oxidae	0,03	0,04	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07	0,04
Arachnida	No determinado	No determinado	0,24	2,87	0,08	0,34	0,43	1,12	0,63	0,96	0,25	-	0,77
Bivalvia	No determinado	No determinado	-	-	-	-	<0,01	-	<0,01	-	-	-	<0,01
Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	0,01
Malacostrca(Crustacea)	Amphipoda	Hyalellidae	0,06	0,36	0,03	0,14	0,36	0,46	0,18	0,04	0,11	0,02	0,18
Gastropoda	-	Physidae	-	-	<0,01	-	-	-	-	-	0,01	-	0,01
Gastropoda	-	Planorbidae	0,01	-	<0,01	0,02	0,01	<0,01	0,02	0,04	-	0,01	0,02
Clitellata (Hirudinea)	No determinado	No determinado	0,05	0,02	0,06	0,13	0,25	0,13	0,10	0,03	0,09	0,03	0,09
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	0,07	0,32	0,01	0,04	0,12	0,04	0,08	0,18	0,11	0,01	0,10
Insecta	Coleoptera	Elmidae	29,80	10,64	4,38	13,67	36,75	25,30	18,07	15,92	8,75	3,57	16,68
Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	0,06	0,05
Insecta	Coleoptera	Hydraenidae	-	<0,01	-	-	0,01	-	-	-	-	-	0,01
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	-	<0,01	-	0,02
Insecta	Coleoptera	Lampyridae	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
Insecta	Coleoptera	Psephenidae	-	-	0,02	0,05	0,01	-	-	-	0,03	0,87	0,20
Insecta	Coleoptera	Scirtidae	-	-	-	-	-	-	<0,01	-	0,01	-	0,01
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	-	0,01	-	-	0,02	-	0,01	0,10	0,14	-	0,06
Insecta	Diptera	Blephariceridae	0,04	0,03	0,06	0,18	0,15	0,04	0,08	0,01	0,36	1,87	0,28
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	0,36	0,48	0,28	1,72	0,21	0,23	0,36	1,03	1,64	0,99	0,73
Insecta	Diptera	Chironomidae	13,21	20,75	21,12	23,57	10,32	20,22	13,30	10,33	28,05	19,12	18,00
Insecta	Diptera	Indeterminado	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	-	<0,01
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	0,10	0,02	0,07	0,09	0,04	0,03	0,01	0,05	0,02	-	0,05
Insecta	Diptera	Empididae	0,09	0,21	0,16	0,16	0,12	0,03	0,09	0,21	0,12	0,08	0,13
Insecta	Diptera	Ephydriidae	0,06	0,34	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,01	-	0,06

Continuación ...

Clase	Orden	Familia	Anc (e=5)	Fer (e=7)	Pal (e=3)	Pall (e=3)	Pam (e=8)	Pum (e=7)	Rec (e=18)	Tam (e=2)	Tra (e=5)	Vil (e=2)	AR% (e=60)
Insecta	Diptera	Muscidae	0,15	0,50	0,04	0,30	0,48	0,27	0,18	0,46	0,41	0,35	0,31
Insecta	Diptera	Psychodidae	0,08	0,04	0,06	0,05	0,05	0,08	0,03	-	0,01	0,01	0,05
Insecta	Diptera	Simuliidae	1,30	1,73	2,79	6,15	1,70	2,94	2,20	3,51	8,17	2,43	3,29
Insecta	Diptera	Tabanidae	0,30	0,19	0,04	0,86	0,22	0,43	0,15	0,83	0,33	0,31	0,37
Insecta	Diptera	Tipulidae	7,70	0,93	0,95	5,34	3,44	3,89	8,38	0,87	1,53	1,29	3,43
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	21,18	39,70	46,79	19,99	27,56	31,62	32,87	51,00	33,44	37,96	34,21
Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	0,06	0,08	0,02	0,07	0,35	0,02	0,06	0,14	0,04	13,23	1,41
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	10,10	4,80	0,72	10,81	4,61	3,89	5,96	6,39	2,56	4,11	5,39
Insecta	Hemiptera	Corixidae	2,34	0,14	0,03	0,18	4,36	0,08	0,71	0,85	0,15	0,05	0,89
Insecta	Megaloptera	Corydalidae	-	-	-	-	0,05	-	0,01	0,02	0,05	0,50	0,13
Insecta	Odonata	Aeshnidae	0,03	0,04	0,01	0,02	0,05	0,08	0,02	-	0,05	0,03	0,04
Insecta	Odonata	Coenagrionidae	-	-	-	-	-	<0,01	-	-	-	-	<0,01
Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	2,29	1,26	0,79	1,99	0,51	1,87	0,46	0,21	0,74	0,15	1,03
Insecta	Plecoptera	Perlidae	0,47	0,28	0,43	0,10	0,11	0,37	0,12	0,01	0,27	1,81	0,40
Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	0,06	0,03	0,22	0,22	0,28	0,04	0,02	-	0,33	0,47	0,19
Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	0,08	0,03	0,10	0,46	0,76	0,13	0,84	0,11	0,12	0,46	0,31
Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	1,51	1,24	0,60	3,87	1,16	2,00	1,91	1,92	3,07	2,18	1,95
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	0,05	0,05	1,57	0,13	0,13	0,18	1,13	0,03	0,27	1,69	0,52
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	3,63	0,90	0,15	5,84	1,11	1,39	1,29	0,80	2,18	2,35	1,96
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	0,46	9,13	16,14	0,17	1,19	0,86	4,07	0,60	0,74	0,66	3,40
Insecta	Trichoptera	Limnephilidae	0,12	0,10	0,18	0,12	0,09	0,11	0,33	0,06	0,36	0,36	0,18
Insecta	Trichoptera	Odontoceridae	-	0,02	-	-	0,05	-	<0,01	-	-	-	0,03
Clitellata (Oligochaeta)	Alluroidea	Alluroididae	1,10	0,27	0,31	0,39	0,74	0,34	1,85	0,14	3,26	1,38	0,98

Continuación ...

Clase	Orden	Familia	Anc (e=5)	Fer (e=7)	Pal (e=3)	Pall (e=3)	Pam (e=8)	Pum (e=7)	Rec (e=18)	Tam (e=2)	Tra (e=5)	Vil (e=2)	AR% (e=60)
Clitellata (Oligochaeta)	Tubificida	Naididae	0,33	0,69	0,15	0,82	0,38	0,51	0,80	0,49	0,25	0,58	0,50
Clitellata (Oligochaeta)	Lumbriculida	Lumbriculidae	0,17	0,10	0,04	0,23	0,18	0,07	0,13	0,13	0,24	0,10	0,14
Clitellata (Oligochaeta)	No determinado	No determinado 1	0,81	0,75	0,44	0,23	0,42	0,47	1,55	1,64	0,50	0,07	0,69
Clitellata (Oligochaeta)	No determinado	No determinado 2	-	0,05	0,02	0,38	0,10	0,13	0,01	0,06	0,08	-	0,10
Turbellaria	Tricladida	DugesIIDae	0,98	0,49	0,66	0,45	0,46	0,38	1,27	0,49	0,65	0,27	0,61
Número de familias			41	42	41	42	47	40	44	39	44	39	55

Anc=Anchapillay, Fer=Ferrobamba, Pal=Palcaro, Pall=Pallca, Pam=Pamputa, Pum=Pumamarca, Rec=Record, Tam=Tambo, Tra=Trapiche, Vil= Vilcabamba

Tabla 2: Listado de macroinvertebrados bentónicos registrados en el Proyecto Antapaccay

Clase	Orden	Familia	Cañipia (e=17)	Salado (e=6)	Apurímac (e=4)	TOTAL AR% (e=27)
Arachnida	Trombidiformes	Lymnesiidae	0,33	0,31	1,98	0,87
Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	0,01	1,02		0,34
Malacostraca (Crustacea)	Amphipoda	Hyalellidae	8,26	22,69	3,78	11,58
Gastropoda	-	Planoridae	-	0,31		0,10
Gastropoda	-	Lymnaeidae	0,3	0,73		0,34
Gastropoda	-	Physidae	3,53	8,16	1,53	4,41
Gastropoda	-	Planorbiidae	1,61	0,28	0,9	0,93
Clitellata (Hirudinea)	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	0,05	0,79		0,28
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	0,01	-		<0,01
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	0,32	0,82	0,09	0,41
Insecta	Coleoptera	Elmidae	19,53	11,23	8,01	12,92
Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	-	0,25		0,08
Insecta	Coleoptera	Hydraenidae	0,46	-		0,15
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	0,4	1,1	1,8	1,10
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	2,02	0,31	0,81	1,05
Collembola	Entomobryomorpha	Entomobryidae	0,04	0,82		0,29
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	0,01	0,06		0,02
Insecta	Diptera	Chironomidae	20,26	30,23	50,14	33,54
Insecta	Diptera	Empididae	0,13	0,06	0,63	0,27
Insecta	Diptera	Ephydriidae	0,33	1,61	0,36	0,77
Insecta	Diptera	Muscidae	0,22	0,4	0,54	0,39
Insecta	Diptera	Simuliidae	0,56	-	0,45	0,34
Insecta	Diptera	Tabanidae	0,06	0,03		0,03
Insecta	Diptera	Tipulidae	0,18	1,38	0,45	0,67
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	9,1	2,91	3,78	5,26
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	0,01	-		0,00

Continuación ...

Clase	Orden	Familia	Cañipia (e=17)	Salado (e=6)	Apurímac (e=4)	TOTAL AR% (e=27)
Insecta	Hemiptera	Corixidae	0,75	5,7		2,15
Insecta	Lepidoptera	Pyralidae	0,02	-		0,01
Insecta	Odonata	Aeshnidae	0,04	0,11		0,05
Insecta	Odonata	Coenagrionidae	0,06	0,23		0,10
Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	0,7	0,31	3,96	1,66
Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	0,38	-	0,27	0,22
Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	0,22	-	0,18	0,13
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	27,11	5,45	19,53	17,36
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	0,03	-		0,01
Clitellata (Oligochaeta)	No determinado	No determinado	0,86	1,58	0,09	0,84
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	2,1	1,13	0,72	1,32
Número de familias			35	29	21	37

Tabla 3: Listado de Macroinvertebrados bentónicos registrados en ambientes lóticos del Proyecto Magistral

Clase	Orden	Familia	Cha (e=2)	Con (e=4)	Mag (e=5)	Pampas (e=1)	Tabl (e=1)	Tau (e=3)	Told (e=4)	AR% (e=20)
Arachnida	Trombidiformes	Lymnesiidae	-	-	0,03	-	-	-	-	0,01
Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	-	-	0,13	-	-	-	-	0,03
Malacostraca (Crustacea)	Amphipoda	Hyalellidae	1,51	-	4,89	-	-	-	0,17	1,45
Gastropoda	-	Lymnaeidae	-	-	-	-	-	-	0,10	0,02
Gastropoda	-	Planorbidae	0,13	-	-	-	-	-	-	0,02
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	0,03	-	-	-	-	-	-	0,01
Insecta	Coleoptera	Elmidae	4,85	15,62	6,26	-	-	11,14	5,35	8,95
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	-	0,04	-	-	-	-	-	0,01
Insecta	Coleoptera	Scirtidae	-	0,13	-	-	-	0,48	0,13	0,11
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	-	-	0,03	-	-	-	0,07	0,02
Insecta	Diptera	Blephariceridae	-	1,03	-	-	13,80	1,33	0,33	0,60
Insecta	Diptera	Chironomidae	33,72	23,81	33,82	47,06	37,93	32,09	23,49	28,99
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	0,67	0,54	0,03	-	-	0,75	-	0,37
Insecta	Diptera	Empididae	0,93	1,31	0,72	-	10,34	1,01	1,41	1,15
Insecta	Diptera	Ephydriidae	-	-	-	-	-	-	0,13	0,02
Insecta	Diptera	No determinado	-	0,24	0,15	-	-	0,80	0,13	0,22
Insecta	Diptera	Muscidae	0,64	0,13	0,80	5,88	-	0,75	0,70	0,56
Insecta	Diptera	Simuliidae	0,80	3,63	1,01	-	1,72	3,73	5,45	2,81
Insecta	Diptera	Tabanidae	0,10	0,39	-	-	-	0,75	0,23	0,25
Insecta	Diptera	Tipulidae	1,51	18,28	0,36	5,88	0,86	4,32	1,51	6,26
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	11,95	16,52	25,57	11,76	26,73	17,49	40,95	22,33
Insecta	Ephemeroptera	Leptohiphidae	4,59	6,76	-	-	0,86	3,04	1,24	3,32
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	-	0,02	4,16	-	-	-	3,11	1,53
Insecta	Hemiptera	Corixidae	-	<0,01	0,10	-	-	-	-	0,02
Insecta	Megaloptera	Corydalidae	-	0,51	-	29,41	6,03	-	-	0,22
Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	-	0,02	0,05	-	-	-	0,67	0,14

Continuación ...

Clase	Orden	Familia	Cha (e=2)	Con (e=4)	Mag (e=5)	Pampas (e=1)	Tabl (e=1)	Tau (e=3)	Told (e=4)	AR% (e=20)
Insecta	Plecoptera	Perlidae	3,12	1,31	0,23	-	-	1,81	0,37	1,27
Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	7,35	2,64	-	-	-	8,26	0,54	3,14
Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	1,16	0,41	2,33	-	-	1,23	0,03	1,02
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	3,98	0,19	0,05	-	1,72	0,16	-	0,84
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	13,58	3,35	0,13	-	-	2,56	-	3,80
Insecta	Trichoptera	No determinado	-	<0,01	-	-	-	0,11	-	0,01
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	1,99	1,18	-	-	-	4,42	1,91	1,54
Insecta	Trichoptera	Limnephilidae	0,10	<0,01	7,60	-	-	0,21	1,87	2,15
Clitellata (Oligochaeta)	Haplotaxida	No determinado	3,56	1,52	7,26	-	-	2,93	3,61	3,76
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	3,73	0,45	4,29	-	-	0,64	6,49	3,06
Número de familias			22	25	23	5	9	23	25	36

Cha=Chalhuacocha, Con=Conchucos, Mag=Magistral, Pa=Pampas, Tabl=Tablachaca, Tau=Tauli, Told=Toldobamba

Tabla 4: Listado de Macroinvertebrados bentónicos registrados en ambientes lénticos del Proyecto Magistral

Clase	Orden	Familia	Chall (e=1)	Con (e=1)	Lab (e=1)	Mag (e=1)	Pel (e=1)	Told (e=1)	AR% (e=6)
Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	4,68	6,53	1,07	-	-	<0,01	3,25
Malacostraca (Crustacea)	Amphipoda	Hyalellidae	41,99	2,71	36,66	69,16	53,85	80,21	39,03
Gastropoda	-	Planorbidae	0,06	-	-	-	-	-	0,02
Clitellata (Hirudinea)	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	5,36	3,57	1,24	19,41	3,84	2,52	4,24
Insecta	Diptera	Chironomidae	41,19	73,89	50,54	7,46	6,73	6,32	43,59
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	-	-	0,50	-	-	-	0,13
Insecta	Diptera	Ephydriidae	-	-	-	0,50	-	-	0,02
Insecta	Diptera	No determinado	-	2,59	-	-	-	-	0,46
Insecta	Diptera	Muscidae	-	<0,01	-	-	-	0,21	0,02
Insecta	Hemiptera	Corixidae	6,45	2,83	6,11	-	-	9,06	5,55
Insecta	Odonata	Aeshnidae	-	<0,01	0,08	-	-	-	0,02
Insecta	Trichoptera	Limnephilidae	-	<0,01	-	-	1,92	-	0,04
Clitellata (Oligochaeta)	Haplotaxida	No determinado	-	6,90	0,25	3,48	32,70	-	2,19
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	0,28	0,98	3,55	-	0,96	1,68	1,43
Número de familias			7	8	9	5	6	6	14

Cha=Chalhuacocha (Laguna Challhuacocha), Con=Conchucos (Laguna Llamacocha), Lab=Labrascocha (Laguna Labrascocha), Mag=Magistral (Laguna Ancapata), Pel=Pelagatos (Laguna Pelagatos), Told=Toldobamba (Laguna Blanca)

Anexo 6: Listado de especies de peces por proyecto y cuenca

Tabla 1 Especies y Número de ejemplares registrados en ambientes lóticos del Proyecto Bambas

Clase	Orden	Familia	Anc	Fer	Pal	Pall	Pam	Pum	Rec	Tam	Tra	Vil
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus ouranonastes</i>										55
Characiformes	Characidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	114	606	379	188	605	832	1 825	82	102	21
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Rhamdia quelen</i>										2
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Orestias mundus</i>	263				417		970			
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus formosus</i>		17	227			24	114			3
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus mancoi</i>			3							21
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp. A		1	56		4	1	10			
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp. B		1	76		4	2	24		1	
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp. C			8							5
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp. D										1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp. E			19							
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Bryconamericus osgoodi</i>										2
Siluriformes	Loricariidae	Ancistrinae										1
Número de especies registradas			2	4	7	1	4	4	5	1	2	9
Número de peces registradas			377	625	768	188	1 030	859	2 943	82	103	111

Anc=Anchapillay, Fer=Ferrobamba, Pal=Palcaro, Pall=Pallca, Pam=Pamputa, Pum=Pumamarca, Rec=Record, Tam=Tambo, Tra=Trapiche, Vil= Vilcabamba

Tabla 2 Especies y Número de ejemplares registrados en ambientes lóticos del Proyecto Antapaccay

Clase	Orden	Familia	Cañipia	Salado	Apurímac
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias agassii</i>	227	37	-
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias mundus</i>	1 899	28	3
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias</i> sp.	3 224	26	-
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	43	103	28
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>	174	6	3
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i> sp.	225	2	-
Número de especies			6	6	3
Número de peces			5 792	202	34

Tabla 3: Especies y Número de ejemplares registrados en ambientes lóticos del Proyecto Magistral

Clase	Familia	Especie	Challhuacochoa	Conchucos	Magistral	Tablachaca	Tauli	Toldobamba
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	220	368	276	5	153	183
Salmoniformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus simonsii</i>	19	35	-	3	2	-
Salmoniformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp.	39	52	-	1	3	-
Salmoniformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp. 1	9	18	-	-	2	4
Salmoniformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp. 2	1	2	-	-		-
Salmoniformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp. 3	4	6	-	-	2	-
Número de especies			6	6	1	3	5	2
Número de peces registradas			295	276	162	187	490	9

Tabla 4: Especies y Número de ejemplares registrados en ambientes lénticos del Proyecto Magistral

Clase	Familia	Especie	Challhuacochoa	Conchucos	Labrascocha	Pelagatos
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	3	9	-	4
Salmoniformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus simonsii</i>	-	-	3	-
Salmoniformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp.	-	-	-	-
Salmoniformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp. 1	-	-	105	-
Salmoniformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp. 3	-	-	1	-
Salmoniformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp. 4	-	-	2	-
Número de especies registrada			1	1	4	1
Número de peces registradas			3	9	111	4

Anexo 7: Listado de ítems alimentarios registrados en el contenido estomacal de trucha arcoíris en los tres proyectos mineros

Clase	Orden	Familia
Arachnida	Acari	Indeterminado
Arachnida	Aranae	Indeterminado
Collembola	Indeterminado	Indeterminado
Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae
Crustacea	Amphipoda	Indeterminado
Diplopoda	Indeterminado	Indeterminado
Gastropoda	Basommatophora	Indeterminada
Gastropoda	Basommatophora	Physidae
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae
Insecta	Coleoptera	Elmidae
Insecta	Coleoptera	Gyrinidae
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae
Insecta	Coleoptera	Indeterminado
Insecta	Coleoptera	Scirtidae
Insecta	Diptera	Blepharoceridae
Insecta	Diptera	Chironomidae
Insecta	Diptera	Dolichopodida
Insecta	Diptera	Empididae
Insecta	Diptera	Ephydriidae
Insecta	Diptera	Indeterminado
Insecta	Diptera	Muscidae
Insecta	Diptera	Otros
Insecta	Diptera	Psychodidae
Insecta	Diptera	Simuliidae
Insecta	Diptera	Tabanidae
Insecta	Diptera	Tipulidae

Continuación ...

Clase	Orden	Familia
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae
Insecta	Ephemeroptera	Indeterminado
Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae
Insecta	Hemiptera	Corixidae
Insecta	Hemiptera	Indeterminado
Insecta	Hemiptera	Notonectidae
Insecta	Hymenoptera	Indeterminado
Insecta	Lepidoptera	Indeterminado
Insecta	Lepidoptera	Pyralidae
Insecta	Megaloptera	Corydalidae
Insecta	Odonata	Indeterminado
Insecta	Plecoptera	Indeterminado
Insecta	Plecoptera	Perlidae
Insecta	Plecoptera	Perlodidae
Insecta	Trichoptera	Helicopsychide
Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae
Insecta	Trichoptera	Hydropsychide
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae
Insecta	Trichoptera	Indeterminado
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae
Insecta	Trichoptera	Limnephilidae
Oligochaeta	Indeterminado	Indeterminado
Pterygota	Orthoptera	Indeterminado
Restos de peces	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae
Restos de peces	Indeterminado	Indeterminado
Restos de peces	Indeterminado (huevos)	Indeterminado
Restos digeridos	Indeterminado	Indeterminado
Restos vegetales	Indeterminado	Indeterminado