

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Ecología trófica del pejerrey de río *Basilichthys
semotilus*, cope 1874 (Atheriniformes: Atherinopsidae)
en la cuenca baja del río Chillón - Lima, periodo
setiembre - diciembre 2016**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en
Hidrobiología y Pesquería

AUTOR

Carla Jaqueline MUÑOZ GUERRA

ASESOR

T. Hernán ORTEGA TORRES

Lima - Perú

2017

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, quien me da fuerzas y motivos para seguir adelante; por permitirme culminar este proyecto y poner en mi camino a personas maravillosas que siempre están dispuestos a ayudarme.

A mi asesor y profesor, Mg. Hernán Ortega, por ser amable y permitirme formar parte del departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural – UNMSM, e incentivar mi interés por los peces continentales. Su apoyo constante, sus críticas y comentarios constructivos permitieron que culmine satisfactoriamente el presente trabajo de tesis.

A mi profesor y revisor, Blgo. Max Hidalgo, por compartir su amplio conocimiento sobre la ictiología continental, sus comentarios y sugerencias tan acertadas y sus críticas constructivas para mejorar la presente tesis.

A los profesores y miembros del jurado de tesis, Blgo. Carlos Riofrío y Blgo. Oswaldo Cornejo, por sus valiosos comentarios, críticas constructivas y expresiones de aliento en la elaboración y mejora de la presente tesis.

A mis padres Alma y Gabriel, mis papitos Bernardo y Avelina; por ser quienes me apoyaron durante mi carrera universitaria. A mis hermanas, Yeraldi y Keyla, por brindarme su compañía, consejos y apoyo moral. A Edwin de la Cruz por su apoyo incondicional, cariño y estar siempre dispuesto a acompañarme en esta larga aventura.

A Miguel Velásquez, Ricardo López, Alessandra Escurra, Enrique Pareja y Diego Campos, por el apoyo constante en las salidas de campo, y a mis compañeros y amigos del Dpto. de Ictiología por sus sugerencias, ánimos y amistad en esta etapa.

Al Mg. Jerry Arana y Mg. Lourdes Figueroa por el apoyo en la identificación de los macroinvertebrados y comentarios que contribuyeron en la buena culminación de la presente tesis.

A las profesoras, Blga. Maribel Baylón y Blga. Silvia Aguilar, por las facilidades de los equipos del Laboratorio de Ecología Acuática.

A mis amigas de la universidad, Sheyla y Katherine, por brindarme su amistad verdadera y alentarme en los difíciles momentos.

Contenido

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	4
III.	OBJETIVOS.....	8
	3.1 Objetivo general.....	8
	3.2 Objetivo específicos.....	8
IV.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
	4.1 Materiales.....	9
	4.1.1 Material de campo.....	9
	4.1.2 Material de laboratorio.....	9
	4.2 Metodología.....	10
	4.2.1 Área de estudio.....	10
	4.2.2 Metodología de colecta.....	11
	4.2.2.1 Colecta de peces.....	11
	4.2.2.2 Colecta de macroinvertebrados.....	12
	4.2.2.3 Procesamiento de las muestras.....	13
	4.2.2.4 Análisis de los componentes del contenido estomacal.....	13
	4.2.3 Caracterización de los hábitats.....	19
	4.2.3.1 Protocolo de la Calidad Ecológica de Ríos Altoandinos (CERA).....	19
	4.2.3.2 Índice de Hábitat Fluvial (IHF).....	19
	4.2.3.3 Índice de la calidad de la vegetación de la ribera andina (QBR-And).....	20
	4.2.3.4 Índice Biótico Andino (ABI).....	21
V.	RESULTADOS.....	22
	5.1 Descripción de la dieta alimenticia de <i>Basilichthys semotilus</i>	22
	5.1.1 Número de estómagos examinados.....	22
	5.1.2 Selectividad.....	23
	5.1.3 Composición de los ítems consumidas por <i>Basilichthys semotilus</i>	26

5.2	Análisis ecológico	41
5.2.1	Amplitud trófica	41
5.2.2	Sobreposición trófica relacionado con los intervalos de tallas	42
5.3	Caracterización físico-química de los hábitats de <i>Basilichthys semotilus</i>	43
5.4	Protocolo CERA (Calidad Ecológica de los Ríos Altoandinos).....	44
5.4.1	Índice de Hábitat Fluvial (IHF)	44
5.4.2	Índice de Calidad de Vegetación Ribereña (QBR-And)	45
5.5	Caracterización de la comunidad de peces.....	46
5.6	Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados	46
5.6.1	Índice Biótico Andino (Siglas en inglés ABI)	47
VI.	DISCUSIÓN	52
VII.	CONCLUSIONES	70
VIII.	RECOMENDACIONES	72
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
X.	ANEXO	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en la cuenca baja del río Chillón.....	11
Tabla 2. Rangos de calidad de conservación de la vegetación de ribera propuestos para el QBR-And (Acosta <i>et al.</i> , 2009).....	21
Tabla 3. Clases de estado ecológico según ABI para ríos altoandinos del Perú (Acosta <i>et al.</i> , 2009).....	21
Tabla 4. Índice de Selectividad (E_i) de Ivlev para <i>Basilichthys semotilus</i> la época seca del río Chillón, Perú. *(L): Larva; (P): Pupa y (A): Adulto.....	24
Tabla 5. Índice de Selectividad (E_i) de Ivlev para <i>Basilichthys semotilus</i> la época húmeda del río Chillón, Perú. *(L): Larva; (P): Pupa; (A): Adulto y (S): Semilla.	25
Tabla 6. Resultados del Porcentaje de índice de importancia relativa (%IIR) en la alimentación de <i>Basilichthys semotilus</i> . *N.I: No Identificado; L: Larva; P: Pupa; N: Ninfa; A: Adulto; H: Hoja y S: Semilla.....	27
Tabla 7. Valores del Índice de Morisita-Horn, indicando la sobreposición trófica de <i>Basilichthys semotilus</i>	42
Tabla 8. Valores del Índice Biótico Andino (ABI) utilizando macroinvertebrados y el estado ecológico de los hábitats del pejerrey de río <i>Basilichthys semotilus</i> en la cuenca baja del río Chillón.....	48

Tabla 9. Valores del Índice Biótico Andino (ABI) utilizando macroinvertebrados presentes en los estómagos de <i>B. semotilus</i> y el estado ecológico de los hábitats en la cuenca baja del río Chillón.....	50
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo del “pejerrey de río” <i>Basilichthys semotilus</i> en la cuenca baja del río Chillón.....	11
Figura 3. Índice de repleción de los estómagos de <i>Basilichthys semotilus</i> en la cuenca baja del río Chillón.....	22
Figura 4. Curva acumulada de ítems alimenticios de <i>Basilichthys semotilus</i> en la cuenca baja del río Chillón.....	23
Figura 5. Índice de Selectividad (E_i) de I_{lev} para <i>Basilichthys semotilus</i> según la estacionalidad del muestreo. * L: Larvas; P: Pupas; A: Adultos y S: Semillas.....	26
Figura 6. $\Sigma\%IIR$ de los ítems registrados en la alimentación de <i>Basilichthys semotilus</i> . * L: Larvas; P: Pupas; N: Ninfas; A: Adultos y S: Semillas.	29
Figura 7. $\Sigma\%IIR$ de los ítems a nivel de orden registrados en la alimentación de <i>Basilichthys semotilus</i> . *S: Semillas y H: Hojas.	30
Figura 8. Presencia de los recursos (% Peso) agrupados por origen en los estómagos de <i>Basilichthys semotilus</i>	32
Figura 9. Preferencias de los estadios de vida de los ítems ($\Sigma\%IIR$) en la alimentación de <i>Basilichthys semotilus</i>	33
Figura 10. Principales preferencias alimenticias ($\Sigma\%IIR$) de <i>Basilichthys semotilus</i> según la época de muestreo. * L: Larvas; P: Pupas; N: Ninfas; A: Adultos y S: Semillas.	34

Figura 11. Dendrograma de las épocas de muestreos evaluadas, Cuenca baja del río Chillón, 2016.....	36
Figura 12. Intervalos de las clases de tallas de <i>Basilichthys semotilus</i> en la época Seca (setiembre).....	38
Figura 13. Intervalos de las clases de tallas de <i>Basilichthys semotilus</i> en la época Húmeda (diciembre).....	38
Figura 14. Intervalos de las clases de tallas de <i>Basilichthys semotilus</i>	39
Figura 15. Preferencias alimenticias ($\Sigma\%IIR$) por clase de tallas de <i>Basilichthys semotilus</i> .	39
Figura 16. Preferencias alimenticias ($\Sigma\%IIR$) por clase de tallas de <i>Basilichthys semotilus</i> .	40
Figura 17. Dendrograma de similaridad de la dieta alimenticia a partir del índice de Morisita-Horn entre las clases de tallas de <i>Basilichthys semotilus</i>	43
Figura 18. Valores del Protocolo CERA y el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) de los hábitats del pejerrey de río <i>Basilichthys semotilus</i> en la cuenca baja del río Chillón.....	44
Figura 19. Valores del Índice de la Calidad de Vegetación Ribereña (QBR-And) de los hábitats del pejerrey de río <i>Basilichthys semotilus</i> en la cuenca baja del río Chillón.	46
Figura 20. Valores del Índice Biótico Andino (ABI) utilizando macroinvertebrados y el estado ecológico de los hábitats del pejerrey de río <i>Basilichthys semotilus</i> en la cuenca baja del río Chillón.....	49

Figura 21. Valores del Índice Biótico Andino (ABI) utilizando macroinvertebrados presentes en los estómagos de *B. semotilus* y el estado ecológico de los hábitats en la cuenca baja del río Chillón.....51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estación de muestreo BS-01	91
Anexo 2. Estación de muestreo BS-02.....	91
Anexo 3. Estación de muestreo BS-03.....	92
Anexo 4. Metodología de la captura de los peces.....	92
Anexo 5. Metodología de la colecta de macroinvertebrados con la red Surber.....	93
Anexo 6. Comunidad de peces presentes en la cuenca baja del río Chillón	93
Anexo 7. Procesamiento de los estómagos de <i>Basilichthys semotilus</i>	94
Anexo 8. Ítems presentes en los estómagos de <i>Basilichthys semotilus</i> . A. Hydrobiosidae; B. Hydroptilidae; C. Hydropsichidae; D. Chironomidae; E. Chironomidae pupa; F. Simuliidae pupa; G. Simuliidae.	94
Anexo 9. Ítems presentes en los estómagos de <i>Basilichthys semotilus</i> . H. Elimidae pupa; I. Elmidae adulto; J. Blepharoceridae; K. Empididae; L. Lepidoptera pupa; M. Diptera pupa; N. Formicidae; O. Physidae; P. Oligochaeta.	95
Anexo 10. Ítems presentes en los estómagos de <i>Basilichthys semotilus</i> . Q. <i>Tricorythodes</i> ; R. <i>Leptohyphes</i> ; S. Baetidae.	95
Anexo 11. Ítems presentes en los estómagos de <i>Basilichthys semotilus</i> . T. Hoja de Poaceae; U. Cladophora; V. Semilla de Poaceae.....	95
Anexo 12. Riqueza de familias y/o géneros por cada filo de macroinvertebrados y plantas encontrado en los estómagos de <i>Basilichthys semotilus</i>	96

Anexo 13. Protocolo de condición de referencia de las estaciones de muestreo - Calidad Ecológica de los Ríos Altoandinos (CERA).....	97
Anexo 14. Índice de hábitat fluvial (IHF) (Adaptado de Pardo <i>et al.</i> , 2002).....	98
Anexo 15. Índice de la calidad de vegetación de la ribera de los ríos andinos (QBR-And).....	99
Anexo 16. Propuesta de la puntuación para el Índice Abiótico Andino (ABI) para evaluar la calidad del agua de los ríos andinos.....	100
Anexo 17. Hidrograma de caudales del río Chillón, Estación Obrajillo 2016-2017.....	101

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo describir la ecología trófica del “pejerrey de río” *Basilichthys semotilus*, considerando las clases de tallas, en la cuenca baja del río Chillón (Lima – Perú), sección ubicada entre los 887 y 1164 msnm; trabajo de campo en setiembre y diciembre del 2016, épocas seca y húmeda respectivamente.

Se capturó un total 117 ejemplares de *B. semotilus* aplicando pesca eléctrica. Todos los estómagos contenían alimento, identificándose 39 ítems alimenticios. Al aplicarse el Índice de Importancia Relativa (IIR) se determinó que Ephemeroptera (57,27%) fue el orden de mayor importancia; mientras que Diptera (10,88%), Trichoptera (5,32%) y otros, Lepidoptera, Poaceae y Odonata, fueron las categorías de menor importancia e incidentales. De acuerdo a la distribución de tallas, se observó que todos los individuos presentaron preferencias por el consumo de insectos; pero conforme van aumentando en talla y se alimentan de diferentes categorías alimenticias como *Cladophora*, Gastropoda, Oligochaeta y Arachnidae. Estacionalmente, no se evidenció una diferencia significativa porque el valor de la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) fue cercana a uno. Sin embargo, cualitativamente sí se evidenciaron ítems que estuvieron presentes solo en una época. Mientras que el Índice de Selectividad de Ivlev indicó las preferencias por los *Tricorythodes*, *Leptohyphes* e Hydropsichidae y un rechazo por Elmidae, tanto pupas como adultos. El índice de amplitud trófica de Levin indica una baja amplitud ($BA = 0,242$) por lo que se puede considerar como un depredador especialista con preferencias hacia el orden Ephemeroptera. El índice de Morisita-Horn indicó que no existe un traslape significativo de dieta respecto a sus tallas. Se concluye que *B. semotilus* es básicamente omnívoro

con preferencia hacia los insectos autóctonos e incidentalmente alóctonos. Mediante el uso del protocolo CERA, se determinó que la estación BS-01 se encontró mejor conservada tanto biótica y abióticamente al ser calificada como moderada; mientras que BS-02 y BS-03 fueron las estaciones con menor puntuación en su calidad por presentar contaminantes antropogénicos.

Palabras claves: Peces, río costero, alimentación, macroinvertebrados bentónicos, CERA.

ABSTRACT

This study aimed to describe the trophic ecology of the river silverside *Basilichthys semotilus*, considering size classes in the lower basin of the Chillón River (Lima - Peru), which is located between 887 and 1164 m.a.s.l.; field work in September and December of 2016, dry and wet seasons, respectively.

A total of 117 specimens of *B. semotilus* were captured using an electrofisher. All the stomachs contained food, and 39 food items were identified. The Index of Relative Importance (IRI) determined that Ephemeroptera (57.27%) was the most important order; while Diptera (10.88%), Trichoptera (5.32%) and others, Lepidoptera, Poaceae and Odonata, were minor and incidental categories. According to the size distribution, it was observed that all the individuals presented preferences for the consumption of insects but as they increase in size they feed on different food categories such as *Cladophora*, Gastropoda, Oligochaeta and Arachnidae. Seasonally, no significant difference was evidenced because the value of Kruskal-Wallis non-parametric statistical test ($p < 0.05$) was close to one. However, qualitatively some items were present only in one season. The Ivlev Selectivity Index indicated preferences for *Tricorythodes*, *Leptohyphes* and Hydropsichidae and a rejection by Elmidae, both pupae and adults. It is concluded that *B. semotilus* is basically omnivorous with preference for native and incidentally allochthonous insects.

Levin's trophic breadth index indicates a low amplitude ($BA = 0.242$), thus *B. semotilus* can be considered as a specialist predator with preference for the order Ephemeroptera. The Morisita-Horn index indicated that there is no significant overlap of diet with respect to their sizes. By using the CERA protocol, site BS-01

was found to be better conserved both biotically and abiotically by being classified as moderate; while sites BS-02 and BS-03 showed the lowest score in their quality due to anthropogenic contaminants.

Key words: Fishes, coastal river, feeding, benthic macroinvertebrates, CERA.

I. INTRODUCCIÓN

Los peces de la especie, *Basilichthys semotilus*, conocidos como “pejerrey de río” se distribuyen, en Perú, desde el río Reque en Lambayeque hasta el río Sama en Tacna, en la vertiente del Pacífico (Reis & Lima, 2009). No se cuenta con una descripción específica de la localidad tipo de *B. semotilus*; ya que en la descripción original el autor señala que corresponde a los Andes peruanos a 4000 msnm (Reis *et al.*, 2003); pero literatura reciente indica que esta especie se localiza por debajo de los 2000 msnm (Reis & Lima, 2009; Ortega *et al.*, 2012); con poblaciones reducidas o extintas en gran parte de su área de distribución en Chile (Dyer, 1997), por el impacto de diversas actividades antropogénicas.

De acuerdo a Dyer (2000) los peces del género *Basilichthys* se encuentran en una situación crítica de conservación (en la región de Antofagasta, Chile) debido a una serie de eventos contaminantes de la actividad industrial, Vila *et al.*, (1999) y Habit *et al.*, (2006) mencionan que *Basilichthys* cf. *semotilus* se encuentra en peligro de extinción en Chile. Sin embargo, según la Lista Roja de IUCN esta especie se encuentra en la categoría de “Preocupación Menor” por presentar una amplia distribución. No obstante, ante la disminución de sus poblaciones, Reis & Lima (2009) recomiendan monitorear esta especie para determinar la causa de su declive. En Perú, solo se cuenta con una lista del estado de conservación de las especies dulceacuícolas distribuidas en los Andes Tropicales; pero *B. semotilus* al no encontrarse en el área de distribución del estudio “Estado de Conservación y Distribución de la Biodiversidad de Agua Dulce en los Andes Tropicales”, no pudo ser evaluado (Tognelli *et al.*, 2016).

En esta parte de la cuenca se presentan perturbaciones continuas debido principalmente a la contaminación por descargas de aguas residuales e inclusión de residuos sólidos domésticos; a la agricultura que hace uso de productos agroquímicos como plaguicidas y fertilizantes; la actividad formal e informal y la minería artesanal del oro en Santa Rosa de Quives; la reducción de la vegetación ribereña y actividades recreacionales en la zona (Aliaga, 2010; Olarte, 2007); pero, también es de gran importancia mencionar la presencia de una especie introducida: *Oncorhynchus mykiss*, conocida como “trucha arco iris”, de hábitos alimenticios voraces (Simon y Townsend, 2003) que depreda las especies nativas (Ortega *et al.*, 2007; Habit *et al.*, 2015) hallándose en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe *et al.*, 2004).

La falta de información biológica, es uno de los principales problemas que limitan el conocimiento del estado actual de *Basilichthys semotilus*. Por ello, es necesario tomar en cuenta la biología básica y la dinámica de la población de la especie. El alimento no es el único factor que desencadena el comportamiento de la especie, sino también otras relaciones como la depredación, reproducción, entre otras, pero es el alimento, su disponibilidad y accesibilidad el que rige el comportamiento y distribución de la especie (Castro, 1991).

Por lo que, es preciso considerar los estudios de los hábitos alimentarios para determinar las interacciones existentes entre las especies y el ambiente que los rodea y, comprender el papel funcional que cumplen dentro de una comunidad, siendo los estudios de contenido estomacal aquellos que permiten determinar de manera directa los tipos alimenticios en la dieta, así como la cantidad, frecuencia, biomasa ingerida en diferentes épocas del año y según su distribución altitudinal.

Por lo tanto, frente a la carencia de información relacionada a la ecología en esta especie, que posiblemente ya se encuentre amenazada por la contaminación y pérdida de sus hábitats (aunque aún no ha sido evaluada su categorización), el presente estudio será una contribución para el conocimiento y descripción de la ecología trófica de *Basilichthys semotilus*: recursos disponibles, variación de sus hábitos alimenticios naturales y preferencias estacionales en la cuenca baja del río Chillón. Además, con este estudio se pretende dar las bases para futuros estudios de la especie; así, poder generar criterios y posibles medidas adecuadas para asegurar la conservación de la especie en el río Chillón.

II. ANTECEDENTES

Basilichthys semotilus pertenece al Orden Atheriniformes y familia Atherinopsidae, fue descrito por Cope en 1874 como *Prostistis semotilus* localizados en los ríos de los Andes peruanos a 4000 msnm encontrándose el material tipo en The Academy of Natural Sciences of Drexel University en Filadelfia, Estados Unidos (ANSP 14404) (Reis et al., 2003).

La especie comúnmente es llamada pejerrey de río o pejerrey andino; sus características descriptivas son la presencia de las escamas dorsales de la región interorbital de la cabeza con imbricación invertida, cuatro hileras de escamas en la subocular, tres hileras de dientes mandibulares y la primera aleta dorsal reducida. Se distingue por presentar una banda oscura, plateada en su borde inferior y verde azulado en el superior, el dorso es oscuro y blanco ventralmente (Dyer, 2006). Figura 1.



Figura 1. Coloración natural de *Basilichthys semotilus* de la Cuenca del río Chillón.

Basilichthys semotilus ha sido poco estudiada en el Perú, su conocimiento se limita a publicaciones de descripción de la especie y revisiones de la familia Atherinopsidae (Sifuentes, 1992; Dyer, 2000; Dyer, 2006); bases de datos como GBIF, Fishbase, colecciones científicas (Colección Ictiológica del Museo de Historia Natural UNMSM Lima-Perú, Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Field Museum of

Natural History (Zoology) Fish Collection, Natural History Museum, London y Ichthyology Collection - Royal Ontario Museum) y listados taxonómicos y catálogos donde se indica la presencia de *B. semotilus* para Perú (Reis *et al.*, 2003; Ortega *et al.*, 2012).

Sobre las especies de la familia Atherinopsidae se han realizado estudios generales de su biología (Vila *et al.*, 1981; Barros *et al.*, 2004), taxonomía (De la Hoz & Tosti-Croce, 1981; Dyer, 2006), sistemática y filogenética (Dyer, 1997; Dyer, 2000), reproducción (Comte & Vila, 1986; Moreno *et al.*, 1977), y genética (Gajardo, 1988). La biología de *B. semotilus* fue recopilada por De la Hoz *et al.*, (1996) e indica la posibilidad que exista una migración río arriba con fines reproductivos en algunas poblaciones del Perú, condición que Dyer (2000) sugiere para el río Loa en Chile.

Con respecto a trabajos que abordan aspectos alimenticios de especies de la familia Atherinopsidae, se tiene a Urzúa *et al.*, (1977) quienes estudiaron la alimentación de *Basilichthys australis* en Tejas Verdes, río Maipo (Argentina) denotando que la dieta de esta especie se encuentra constituida por el orden Diptera, familia Chironomidae y orden Trichoptera. Quiroz (2007) determinó que el “pejerrey de escamas pequeñas” *Basilichthys microlepidotus* en el río Petorca (Chile) se alimenta principalmente de insectos en estados inmaduros, y secundariamente del phylum Mollusca, representado por los gasterópodos, y peces.

Bahamondes *et al.*, (1979) determinaron los hábitos alimenticios de *Basilichthys australis*, *Odontesthes bonariensis* y *Odontesthes mauleanum* en el embalse Rapel, mencionando que existe una similitud de los ítems de microcrustáceos, fitoplancton e insectos.

Burbidge *et al.*, (1974) determina la composición de los contenidos estomacales de pejerreyes juveniles de 6 a 9 cm procedentes del lago Peñuelas, Valparaíso, Chile; siendo su alimentación principalmente zooplanctófaga con 93 % de copépodos y 7 % de Cladóceros, Cabrera *et al.*, (1973) estudiaron el régimen alimentario de aproximadamente 300 ejemplares de *O. bonariensis* de la región de Buenos Aires, reportando un régimen muy variado compuesto de numerosos elementos del zooplancton, del bentos y también, de manera predominante, de fragmentos de vegetales superiores acuáticos.

Mancini *et al.*, (2009) para *O. bonariensis*, observó una alimentación muy heterogénea según sus tallas. En ejemplares de hasta 120 mm de longitud estándar, la alimentación más importante fue copépodos, larvas de insectos y ostrácodos; en ejemplares de 120 a 250 mm, el patrón fue similar, pero se observó además un importante consumo de caracoles y larvas de insectos y en ejemplares mayores a 250 mm, los ítems más importantes fueron caracoles y peces de la misma especie (canibalismo). Del análisis de todos los estadios por tallas, un importante volumen del alimento ingerido estuvo representado por los gasterópodos.

Acosta *et al.*, (2009) realizaron un estudio en los ríos altoandinos de Ecuador (río Guayllabamba) y Perú (río Cañete), en el cual se aplica el protocolo de evaluación de Calidad Ecológica de Ríos Altoandinos (Protocolo CERA), basándose en estudios realizados en ríos del Mediterráneo, pero que han sido adaptados para la realidad andina. En este protocolo evaluaron, además de la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados empleando el índice biótico ABI (siglas en inglés, Andean Biotic Index), las características del hábitat fluvial y su grado de conservación (Citado por García, 2016).

Actualmente, solo se cuenta con el estudio de García (2016), en la cuenca alta del río Chillón, quien realizó la caracterización de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos; para estimar la calidad del agua. Además, aplicó el protocolo CERA (Calidad Ecológica de Ríos Altoandinos) (Acosta *et al.*, 2009) que le permitió relacionar las características del hábitat fluvial (mediante el índice de hábitat fluvial), la caracterización de la vegetación ribereña (mediante el índice QBR-And) y con la calidad del agua mediante métricas de bioindicación como BMWP/Bol, ABI (Andean Biotic Index).

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Describir la ecología trófica del “pejerrey de río” *Basilichthys semotilus* (Cope, 1874) en la cuenca baja del río Chillón-Lima, periodo setiembre – diciembre, 2016.

3.2 Objetivo específicos

- Caracterización limnológica de las estaciones de muestreo.
- Describir la disponibilidad alimenticia en la cuenca baja del río Chillón.
- Identificar los ítems alimenticios presentes en la dieta de *B. semotilus*.
- Describir la variación estacional (época seca y lluviosa) de las principales presas de *B. semotilus*.
- Describir la variación de las presas de acuerdo a las clases de tallas.
- Estimar la amplitud del nicho trófico para *B. semotilus*.
- Describir el hábitat acuático y las comunidades hidrobiológicas acompañantes del “pejerrey de río” *B. semotilus*.
- Describir el estado de conservación y la calidad de los hábitats acuáticos del área de evaluación.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material de campo

- GPS Garmin.
- Multiparámetro portátil (HANNA).
- Cámara fotográfica digital.
- Libreta de Campo resistente al agua.
- Lápiz 2B.
- Cuaderno de notas.
- Red de pesca de arrastre de 5x2 m. malla fina.
- “Electrofisher”.
- Red de mano (cal-cal).
- Guantes aislantes.
- Formaldehído al 10 %.
- Alcohol etílico 70°
- Jeringa 10 mL.
- Balde 6 L.
- Gasa de algodón.
- Bolsas Ziploc.

4.1.2 Material de laboratorio

- Alcohol al 70 %.
- Frasco transparente 100 mL.

- Crioviales 2 mL.
- Bandejas y placas Petri.
- Bisturís, pinzas y estiletes.
- Guantes quirúrgicos.
- Papel vegetal.
- Balanza con precisión de 1 g.
- Balanza con precisión 0.0001 g.
- Calibrador digital.
- Microscopio estereoscópico.
- Cuaderno de notas.

4.2 Metodología

4.2.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el distrito de Yangas y Santa Rosa de Quives, provincia de Lima y Canta, departamento de Lima (Tabla 1, Figura 2, Anexos 1, 2 y 3). Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 18L 0297711 / 8706699 - 18L 0304515 / 8710084; altitudinalmente, desde los 887 a 1164 msnm.

El área corresponde a la cuenca baja del río Chillón, hidrográficamente, pertenece a la Vertiente Hidrográfica del Pacífico. La cuenca del río Chillón tiene su origen en la laguna Chonta a 4850 msnm, que capta las aguas de los deshielos de la Cordillera de La Viuda. Presenta una forma alargada con una longitud 126 km y una pendiente promedio de 3.85% (ANA, 2003). El río Chillón tiene su desembocadura en el Océano Pacífico, en la Provincia Constitucional del Callao.

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en la cuenca baja del río Chillón.

Estaciones	Coordenadas		Altitud (msnm)
	geográficas (UTM)		
BS01	18L 0304515	8710084	1164
BS02	18L 0300320	8706632	982
BS03	18L 0297711	8706699	887

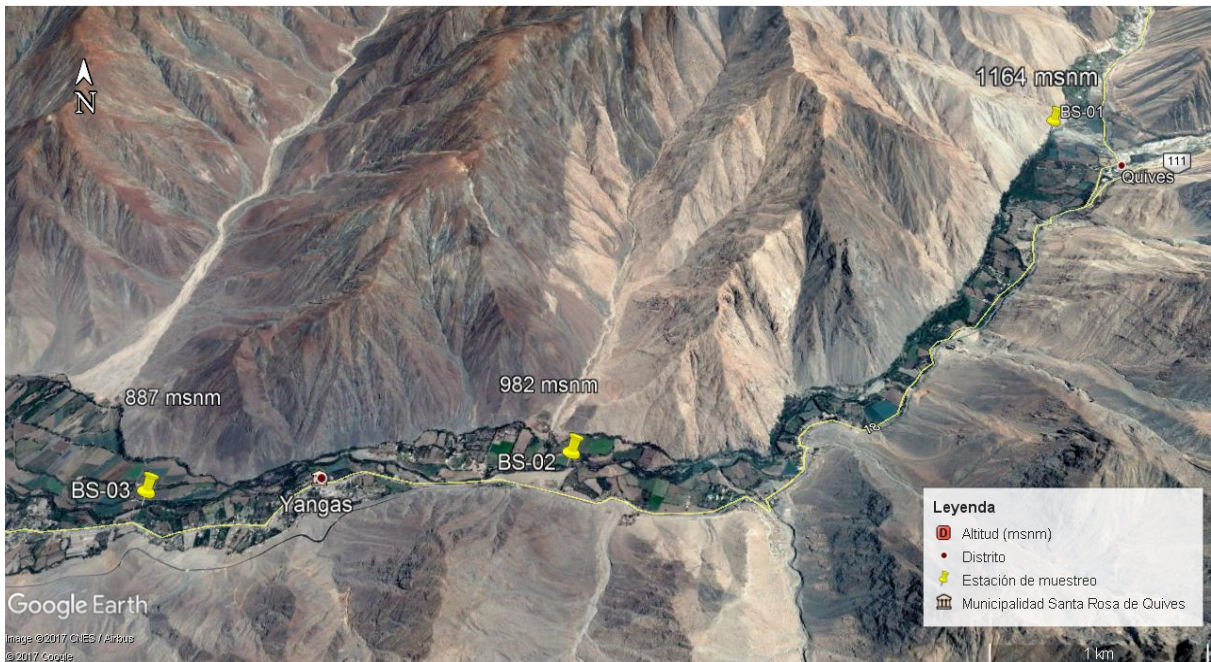


Figura 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo del “pejerrey de río” *Basilichthys semotilus* en la cuenca baja del río Chillón.

4.2.2 Metodología de colecta

4.2.2.1 Colecta de peces

La fase de campo del estudio se ejecutó en el bajo Chillón, periodo setiembre – diciembre del 2016; representando las dos épocas estacionales, de acuerdo a la hidrología del río: época seca (junio - noviembre) y época lluviosa (diciembre -

mayo), estableciéndose tres estaciones de muestreo que estuvieron separadas aproximadamente 100 metros de altitud, de acuerdo a las condiciones más adecuadas (ver Tabla 1 y Figura 1). En cada estación se registró la hora de colecta, las coordenadas geográficas (UTM), altitud, datos físico-químicos como temperatura (°C), sólidos disueltos (ppm), pH y conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), además de las características del hábitat.

Para la colecta de los peces se utilizaron un equipo de pesca eléctrica “Electrofisher”, una red de mano o cal-cal y una red de enmalle que fue colocada alrededor de las pozas o “pools” y/o en los rápidos donde se realizó el barrido con el ánodo; para obtener el mayor número de individuos y evitar la pérdida de estos que por el adormecimiento serían llevados por la corriente (Anexo 4).

4.2.2.2 Colecta de macroinvertebrados

Con la finalidad de analizar la disponibilidad alimenticia de macroinvertebrados, en cada estación de muestreo se colectaron los macroinvertebrados bentónicos. Para este análisis se utilizó la red Surber con malla de 500 μm y un área de 0,09 m^2 que fue colocada en contra de la corriente y se removió todo el área del sustrato con las manos durante dos minutos; este proceso fue replicado tres veces en cada estación (Samanez *et al.*, 2014) (Anexo 5).

4.2.2.3 Procesamiento de las muestras

Finalizada la colecta, los pejerreyes fueron pesados y medidos e inmediatamente fijados en formol al 10 % para detener los procesos digestivos; la ictiofauna acompañante también fue fijada en formol 10% y los macroinvertebrados fueron conservados en alcohol etílico al 70 % y almacenados en frascos plásticos de 250 mL para su posterior traslado y análisis en el Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural – UNMSM.

En el Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural, los estómagos fueron analizados y los macroinvertebrados fueron separados e identificados hasta el nivel de familia, basándose en las claves taxonómicas de Roldán (1996) y Domínguez & Fernández (2009).

4.2.2.4 Análisis de los componentes del contenido estomacal

El contenido estomacal de cada individuo se colocó en una placa Petri y se examinó al estereoscopio. Los ítems alimenticios fueron identificados hasta el nivel de familia y género con ayuda de bibliografía especializada y claves taxonómicas; lo mismo ocurrió con la disponibilidad alimenticia; además se pesó cada ítem alimenticio (Anexo 7). Para categorizar y cuantificar la dieta de *Basilichthys semotilus*, se utilizaron distintos métodos, los cuales se describen a continuación:

Selectividad del ítem alimenticio

Para evaluar la selección de los recursos por *B. semotilus*, se estableció la relación entre la proporción de los ítems consumidos por la especie con la proporción de los ítems disponibles en el ambiente, utilizando el Índice de Selectividad (**E_i**) de Ivlev (1961).

$$E_i = \frac{(r_i - p_i)}{(r_i + p_i)}$$

Donde:

E_i: Selectividad del ítem alimenticio *i*.

r_i: Proporción del ítem alimenticio “*i*” del total de ítems alimenticios consumidos expresados en peso húmedo.

p_i: Proporción del ítem disponible “*i*” del total de ítems disponibles del ambiente expresados en peso húmedo.

Para cada ítem alimenticio se utilizaron las proporciones del peso húmedo obtenidos en la dieta y en el ambiente; donde los valores de E_i pueden variar de -1 a +1, indicando rechazo o preferencia, respectivamente. Los valores próximos a cero, indican que el ítem fue ingerido en la misma proporción que aquel encontrado en el ambiente. El análisis de selectividad se realizó para cada estación, utilizando los macroinvertebrados encontrados en los contenidos estomacales y en el ambiente (Ferreira, 2004).

Índice de repleción (IR) (citado por Ruiz *et al.*, 2001):

$$IR = \frac{100 * \text{Peso húmedo del contenido estomacal (g)}}{\text{Peso del pez (g)}}$$

Índice de repleción (IR), modificada por Laevastú (1971); el IR se interpretó siguiendo la siguiente escala, IR < 0,10 vacío, 0,10 < IR < 0,50 semivacío, 0,50 < IR < 1,00 semilleno e IR > 1,00 lleno.

Coefficiente de vacuidad (CV), obtenida de la técnica de Windell (citado por Olaya *et al.*, 2009):

$$CV = \frac{100 * N^{\circ} \text{ estómagos vacíos}}{N^{\circ} \text{ total de estómagos analizados}}$$

Índice gravimétrico (P) (Citado por Rodríguez *et al.*, 2001):

Este índice se usó para conocer la importancia en peso de las presas.

$$P = \frac{100 * \text{Peso húmedo de la presa ítem } i \text{ (g)}}{\text{Peso de todos los ítems(g)}}$$

Frecuencia de ocurrencia (FO) (Citado por Rodríguez *et al.*, 2001):

La frecuencia de ocurrencia determina el porcentaje del número de estómagos en que fue encontrado cierto ítem alimenticio. El valor obtenido señala la frecuencia con que son ingeridas ciertas presas; sin embargo, no señala la cantidad o número de estas; es un parámetro útil para medir la amplitud de la distribución de los componentes.

$$FO = \frac{100 * N^{\circ} \text{ est\u00f3magos del \u00edtem } i}{N^{\circ} \text{ total de est\u00f3magos no vac\u00edos}}$$

\u00cdndice de importancia relativa (IIR) modificado por Olaya-Nieto *et al.*, 2003:

$$IIR = \frac{(\%FO * \%P)}{100}$$

De esta manera se cuantific\u00f3 la importancia de cada *\u00edtem* alimenticio.

Esta expresi\u00f3n es porcentual presentando un rango de 0 a 100, donde el rango evaluativo del 0 a 10% representa grupos tr\u00f3ficos de importancia relativa baja, de 10 a 40% grupos de importancia relativa secundaria y 40 a 100% grupos de importancia relativa alta.

Preferencia alimenticia de acuerdo a los intervalos de tallas:

Para la determinaci\u00f3n de los intervalos de tallas se utilizaron los valores de longitud est\u00e1ndar y para determinar el n\u00famero de intervalos se us\u00f3 la regla de Sturges.

$$c = 1 + 3,322 * \log N$$

Donde **N** es la cantidad de datos.

Una vez obtenido el n\u00famero de intervalos de clase se procedi\u00f3 a determinar la amplitud de \u00e9stos (Wayne, 1997).

$$A = \frac{LSmáx - LSmín}{c}$$

Índice de Morisita – Horn ($C\lambda$) (Smith & Zaret, 1982):

Para evaluar la sobreposición de dietas entre tallas, se aplicó el índice de Morisita-Horn al método numérico absoluto (Smith & Zaret, 1982). Este índice varía entre cero cuando las dietas son completamente distintas y uno, cuando las dietas son idénticas. Valores mayores de 0,6 son indicadores de un traslape significativo, mientras que los valores menores de 0,29 indican un mínimo traslape en los componentes tróficos (Langton, 1982).

$$C\lambda = \frac{2 \sum_{i=1}^n (P_{xi} * P_{ji})}{(\sum_{i=1}^n P_{xi}^2 + \sum_{i=1}^n P_{ji}^2)}$$

Donde:

$C\lambda$: Índice de Morisita Horn de traslape entre las talla X y talla Y.

P_{xi} : Proporción de la presa i del total de presas usadas por la talla X.

P_{yi} : Proporción de la presa i del total de las presas usadas por la talla Y.

n : Número total de las categorías encontradas.

Amplitud de nicho trófico usando el índice estandarizado de Levins (Krebs, 1989; citado por Colonello, 2005):

Se estimó la amplitud del nicho trófico con el fin de determinar el grado de especialización en la dieta mediante el índice de Levins estandarizado (BA) con el

método de Hurlbert para ser expresados en una escala de 0 (dieta altamente específica) a 1,0 (gran amplitud de la dieta) con la siguiente fórmula:

$$BA = \frac{B - 1}{n - 1}$$

Donde B es el índice de Levins:

$$B = \left(\sum_{j=1}^n p_j^2 \right)^{-1}$$

Siendo “*p*” la proporción en peso de cada categoría de presa y “*n*” el número de categorías presa de la dieta.

BA es máxima cuando la especie consume los diferentes recursos alimenticios en la misma proporción, lo que significa que la especie no discrimina entre los recursos alimenticios y por lo tanto su nicho trófico es el más amplio posible. Por el contrario, BA alcanza su mínimo valor cuando los individuos se alimentan preferentemente de un único tipo de alimento (mínima amplitud de la dieta, máxima especialización).

Este índice asume los valores de 0 a 1. Cuando los valores de *B_i* son menores de 0,6, el depredador se considera especialista, lo que indica que utiliza un número bajo de recursos y presenta una preferencia por cierta presa; mientras que valores cercanos a uno (> 0,6), indica un depredador generalista; es decir, utiliza todos los recursos sin ninguna selección (Doncel & Paramo, 2010).

4.2.3 Caracterización de los hábitats

En cada estación, se registraron datos relacionados con la hidrología superficial del río: profundidad del punto de muestreo, ancho del río, vegetación ribereña y el tipo de sustrato predominante. Además, para conocer el estado de conservación de las estaciones de muestreos se utilizó el protocolo CERA (Calidad Ecológica de Ríos Altoandinos), según Acosta *et al.* (2009).

4.2.3.1 Protocolo de la Calidad Ecológica de Ríos Altoandinos (CERA)

La evaluación de las condiciones de referencia de las estaciones de muestreo en la cuenca baja del río Chillón se realizó mediante el protocolo CERA (Acosta *et al.*, 2009), evaluando los diferentes puntos de muestreo incorporando una visión en cuatro niveles jerárquicos: cuenca, hidrología, tramo y lecho del río. En los diferentes apartados el protocolo ha tratado de reflejar los posibles impactos frecuentes en la región andina (ganadería, agricultura, minería, piscigranjas, represas, canalización del río, etc.). La calificación del índice depende de la intensidad que presentó cada atributo; siendo el puntaje mínimo y máximo 24 y 120 respectivamente. Para que la estación sea considerada referencia debe alcanzar más de 100 puntos y obtener como mínimo 20 puntos en cada apartado (Anexo 10).

4.2.3.2 Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

La calidad del hábitat se evaluó mediante el Índice de Hábitat Fluvial (IHF), donde establecen que valores por debajo de 40 indican serias limitaciones de la calidad

del hábitat para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa, siendo el óptimo superior a 75 (Pardo *et al.*, 2002) (Anexo 11).

4.2.3.3 Índice de la calidad de la vegetación de la ribera andina (QBR-And)

Para la evaluación de la vegetación de ribera andina, se utilizó el índice QBR-And, que incluye cuatro apartados: grado de cubierta de la ribera, estructura de la cubierta, calidad de la cubierta y grado de naturalidad del canal fluvial. Considerando las principales formaciones vegetales andinas y sus tipos de riberas que son definidas en tres tipos:






Tipo 1: Ribera de tipo rocoso, que no permite el desarrollo de una comunidad vegetal.

Tipo 2: Ribera típica de páramos y punas, conformada por pajonal de gramíneas, en algunos casos con matorrales bajos, almohadillas y turberas de altura (bofedales).

Tipo 3: Ribera conformada por una comunidad arbórea y/o arbustiva muy diversa. Este tipo de ribera es frecuente entre los 2000 y 4000 msnm.

Cada apartado puede obtener un puntaje máximo de 25 y el total del QBR-And para una ribera de tipo 3 que no ha sido alterada es de 100. Los rangos de calidad y conservación de las riberas, propuestos para el índice QBR-And se presentan en la Tabla 2 y Anexo 12. (Acosta *et al.*, 2009).

Tabla 2. Rangos de calidad de conservación de la vegetación de ribera propuestos para el QBR-And (Acosta *et al.*, 2009).

Nivel de calidad	QBR-And	Color representativo
Vegetación de ribera sin alteraciones. Calidad muy buena. Estado natural.	≥ 96	
Vegetación ligeramente perturbada. Calidad buena.	76-95	
Inicio de alteración importante. Calidad intermedia.	51-75	
Alteración fuerte. Mala calidad.	26-50	
Degradación extrema. Calidad pésima	≤ 25	

4.2.3.4 Índice Biótico Andino (ABI)

El Índice Biótico Andino (ABI) es producto de la revisión de descripciones taxonómicas de las especies de macroinvertebrados bentónicos, estudios ecológicos y de impacto ambiental y su cálculo para determinar la calidad ecológica de las estaciones son similares al índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) el cual constituye una suma de las puntuaciones de tolerancia de todas las familias presentes en el sitio (*Armitage et al.*, 1983). Los rangos de clases de la calidad ecológica según ABI se presentan en la Tablas 3 y Anexo 13.

Tabla 3. Clases de estado ecológico según ABI para ríos altoandinos del Perú (Acosta *et al.*, 2009)

Calidad ecológica	Perú
Muy bueno	> 74
Bueno	45-74
Moderado	27-44
Malo	11-26
Pésimo	<11

V. RESULTADOS

5.1 Descripción de la dieta alimenticia de *Basilichthys semotilus*

5.1.1 Número de estómagos examinados

Se analizaron 117 individuos de los cuales ningún estómago se encontró vacío; siendo el coeficiente de vacuidad: 0; el 4% corresponde a aquellos estómagos que se encontró entre $0,10 < IR < 0,50$; el 22%, entre $0,50 < IR < 1,00$ y el 74% con IR mayor a 1. Por lo que se considera que en promedio las muestras de estómagos se encontraban llenas (Figura 3).

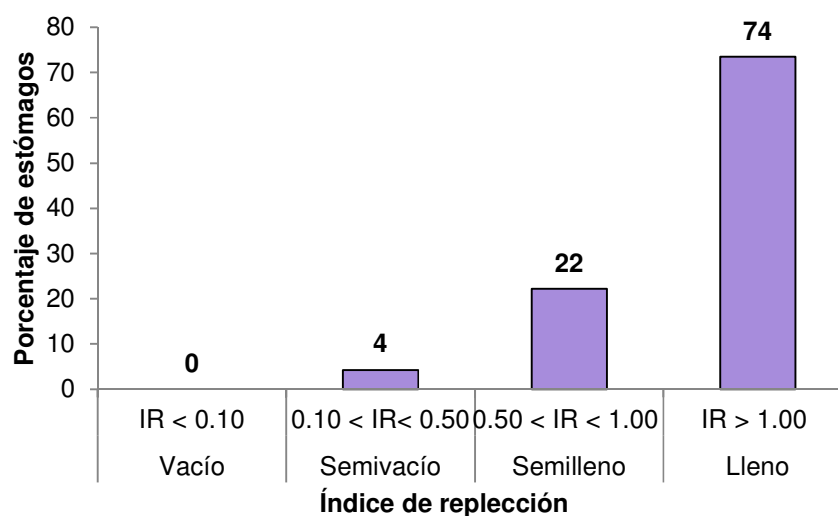


Figura 2. Índice de repleción de los estómagos de *Basilichthys semotilus* en la cuenca baja del río Chillón.

Utilizando la curva acumulada de ítems alimenticios del programa EstimateS 9, aplicado para determinar el mínimo número de estómagos, indicó que 117 estómagos es suficiente para caracterizar la dieta de *Basilichthys semotilus* ($R^2=0,77$) (Figura 4).

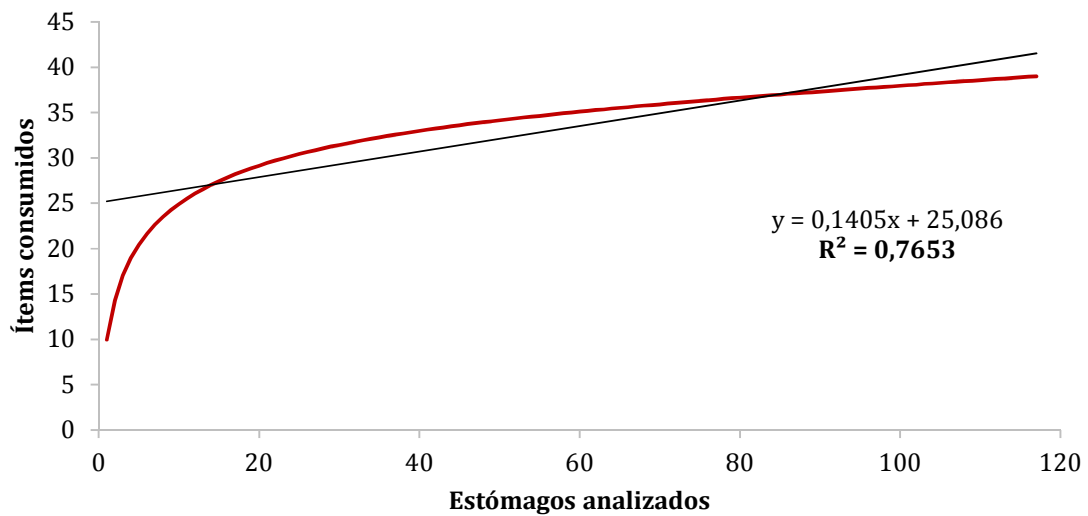


Figura 3. Curva acumulada de ítems alimenticios de *Basilichthys semotilus* en la cuenca baja del río Chillón.

5.1.2 Selectividad

El índice de selectividad (E_i) de *Ivlev* en la temporada seca muestra que *B. semotilus* (Cope, 1874) presenta selección para los ítems *Leptohyphes* (0,569) y *Hydropsichidae* (0,558). Una selección neutra para *Empedidae*, con un valor de E_i igual a 0,055 y no selección para pupas y adultos de *Elmidae* con valores de -0,887 y -0,977, respectivamente (Tabla 4).

Para la temporada húmeda se observó una alta selectividad para *Tricorythodes* (0,635), seguido por *Simuliidae* (0,220) y *Chironomidae* (0,131), y la no selección para las pupas y adultos de *Elmidae* (-0,768 y -0,970 respectivamente) (Tabla 5 y Figura 5).

Tabla 4. Índice de Selectividad (E_i) de Ivlev para *Basilichthys semotilus* la época seca del río Chillón, Perú. *(L): Larva; (P): Pupa y (A): Adulto.

Ítems alimenticios	Época seca (Setiembre, 2016)		
	Ambiente	Estómagos	Ivlev Total
Lymnaeidae	0,037	0,022	-0,260
Physidae	0,007	0,009	0,164
Baetidae	0,130	0,236	0,287
Leptohyphidae			
<i>Leptohyphes</i>	0,029	0,106	0,569
Leptohyphidae			
<i>Tricorythodes</i>	0,100	0,282	0,474
Hydrobiosidae (L)	0,056	0,078	0,162
Hydropsychidae (L)	0,020	0,072	0,558
Hydroptilidae (L)	0,005	0,009	0,295
Elmidae (P)	0,407	0,024	-0,887
Elmidae (A)	0,108	0,001	-0,977
Pupa de Diptera	0,029	0,040	0,152
Chironomidae (L)	0,041	0,058	0,175
Chironomidae (P)	0,007	0,014	0,353
Empididae (L)	0,007	0,008	0,053
Simuliidae (L)	0,018	0,048	0,455

Tabla 5. Índice de Selectividad (E_i) de *Ivlev* para *Basilichthys semotilus* la época húmeda del río Chillón, Perú. *(L): Larva; (P): Pupa; (A): Adulto y (S): Semilla.

Ítems alimenticios	Época húmeda (Diciembre, 2016)		
	Ambiente	Estómagos	Ivlev Total
Lymnaeidae	0,026	0,009	-0,466
Physidae	0,081	0,064	-0,119
Baetidae	0,083	0,039	-0,361
Leptohyphidae	0,106	0,056	-0,311
<i>Leptohyphes</i>			
Leptohyphidae <i>Tricorythodes</i>	0,126	0,563	0,635
Hydrobiosidae (L)	0,049	0,027	-0,278
Hydroptilidae (L)	0,048	0,011	-0,623
Elmidae (P)	0,196	0,026	-0,768
Elmidae (A)	0,105	0,002	-0,970
Chironomidae (L)	0,073	0,095	0,131
Simuliidae (L)	0,059	0,093	0,220
Poaceae (S)	0,025	0,013	-0,311

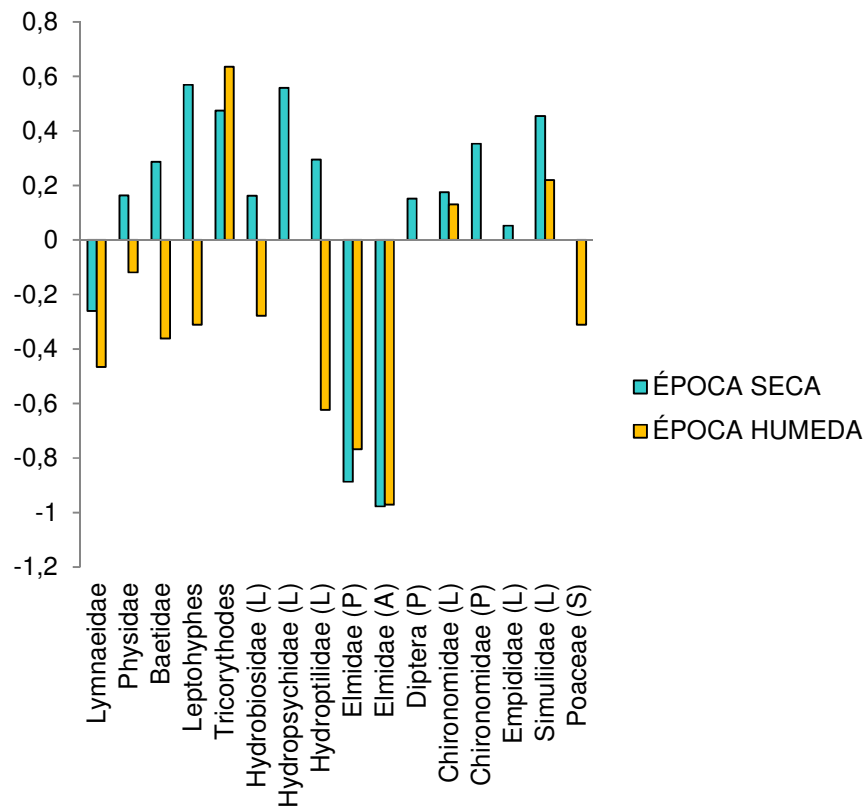


Figura 4. Índice de Selectividad (E_i) de Ivlev para *Basilichthys semotilus* según la estacionalidad del muestreo. * L: Larvas; P: Pupas; A: Adultos y S: Semillas.

5.1.3 Composición de los ítems consumidos por *Basilichthys semotilus*

De los estómagos analizados para esta especie, se reconoció un total de 39 ítems, cinco ítems fueron posibles identificar hasta género, 16 a nivel de familia, a nivel de subclase y siete a nivel de orden. Dentro de los macroinvertebrados se identificaron 24 ítems; siendo los más frecuentes: Ephemeroptera, teniendo como principales familias, Leptohyphidae (*Tricorythodes* y *Leptohyphes*) y Baetidae; Diptera, principalmente, Chironomidae y Simuliidae; Trichoptera, principalmente, Hydroptilidae y Hydrobiosidae (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados del Porcentaje de índice de importancia relativa (%IIR) en la alimentación de *Basilichthys semotilus*. *N.I.: No Identificado; L: Larva; P: Pupa; N: Ninfa; A: Adulto; H: Hoja y S: Semilla.

ORIGEN	ÍTEMS GLOBAL		%peso	%Frecuencia de Ocurrencia (%FO)	Índice de Importancia Relativa (IIR)	%Índice de Importancia Relativa (%IIR)	
AUTÓCTONO	Animalia						
	Phyllum: Mollusca						
	Gastropoda	Lymnaeidae	0,675	6,838	0,0462	0,0839	
	Basommatophora	Physidae	2,122	12,821	0,2721	0,4945	
	Phyllum: Arthropoda						
	Insecta						
	Ephemeroptera		Ninfa N.I	0,002	0,855	0,00002	0,00003
			Baetidae	5,603	55,556	3,1129	5,6572
			Leptophlebiidae Thraulodes (N)	0,282	2,564	0,0072	0,0131
			Leptohyphidae <i>Leptohyphes</i>	9,904	71,795	7,1106	12,9224
			Leptohyphidae <i>Tricorythodes</i>	22,229	95,726	21,2786	38,6705
			Adulto N.I	0,105	4,274	0,0045	0,0082
	Trichoptera		Restos de larva Trichoptera	0,115	0,855	0,001	0,0018
			Hydrobiosidae	2,103	14,53	0,3055	0,5552
			Hydropsychidae	3,562	55,556	1,9786	3,5958
			Hydroptilidae	0,451	56,41	0,2543	0,4622
	Coleoptera		Elmidae (P)	1,067	68,376	0,7297	1,3261
			Elmidae (A)	0,046	5,128	0,0024	0,0043
	Diptera		Pupa N.I	1,176	29,915	0,3517	0,6391
			Blephariceridae	0,259	8,547	0,0222	0,0403
			Chironomidae (L)	3,577	86,325	3,0878	5,6116
			Chironomidae (P)	0,974	54,701	0,5329	0,9685
			Empedidae	0,338	15,385	0,0519	0,0944
		Simuliidae (L)	3,31	58,12	1,9236	3,4959	
		Simuliidae (P)	0,188	7,692	0,0144	0,0262	
		Muscidae (L)	0,015	0,855	0,0001	0,0002	

	Odonata	Larva N.I	0,015	0,855	0,0001	0,0002
	Lepidoptera	N.I	0,023	0,855	0,0002	0,0004
		Pyralidae (P)	0,298	1,709	0,0051	0,0093
	Hemiptera	Belostomatidae (A)	0,142	7,692	0,0109	0,0198
	Estuches		6,548	53,846	3,526	6,408
	Arachnida	Aranaea	0,179	4,274	0,0077	0,0139
		Hydroacarinae	0,002	0,855	0	0
	Phylum: Annelidae Oligochaeta	N.I	1,383	3,419	0,0473	0,0859
	Resto animal		11,312	42,735	4,8341	8,7853
	Plantae					
	Chlorophyta	Cladophora	8,241	23,077	1,9018	3,4562
	Resto vegetal		8,15	23,077	1,8809	3,4182
A L O C T O N O	Animalia					
	Phylum: Arthropoda					
	Insecta					
	Insectos adultos alados N.I		0,466	20,513	0,0956	0,1737
	Diptera	Adultos N.I	0,165	4,274	0,007	0,0128
	Hymenoptera	Formicidae	0,667	21,368	0,1425	0,259
	Plantae					
	Magnoliophyta	Poaceae (H)	0,198	0,855	0,0017	0,0031
Poaceae (S)		0,422	13,675	0,0576	0,1048	
Materia inorgánica		3,688	38,462	1,4186	2,578	
TOTAL				55,0255	100	

El porcentaje del índice de importancia relativa (%IIR) para cada ítem, indica que el principal alimento del “pejerrey de río” estuvo representado por *Tricorytodes* (38,32%), seguido de *Leptohyphes* (12,8%), restos de animales (8,7%), materia inorgánica (6,35%), Baetidae (5,61%), larvas de Chironomidae (5,56%), Hydropsychidae (3,56%), materia inorgánica (3,47%), larvas de Simuliidae (3,46%), *Cladophora* (3,42%), restos de vegetales (3,39%) y otros ítems fueros presas de baja importancia relativa, circunstanciales o incidental (Figura 6).

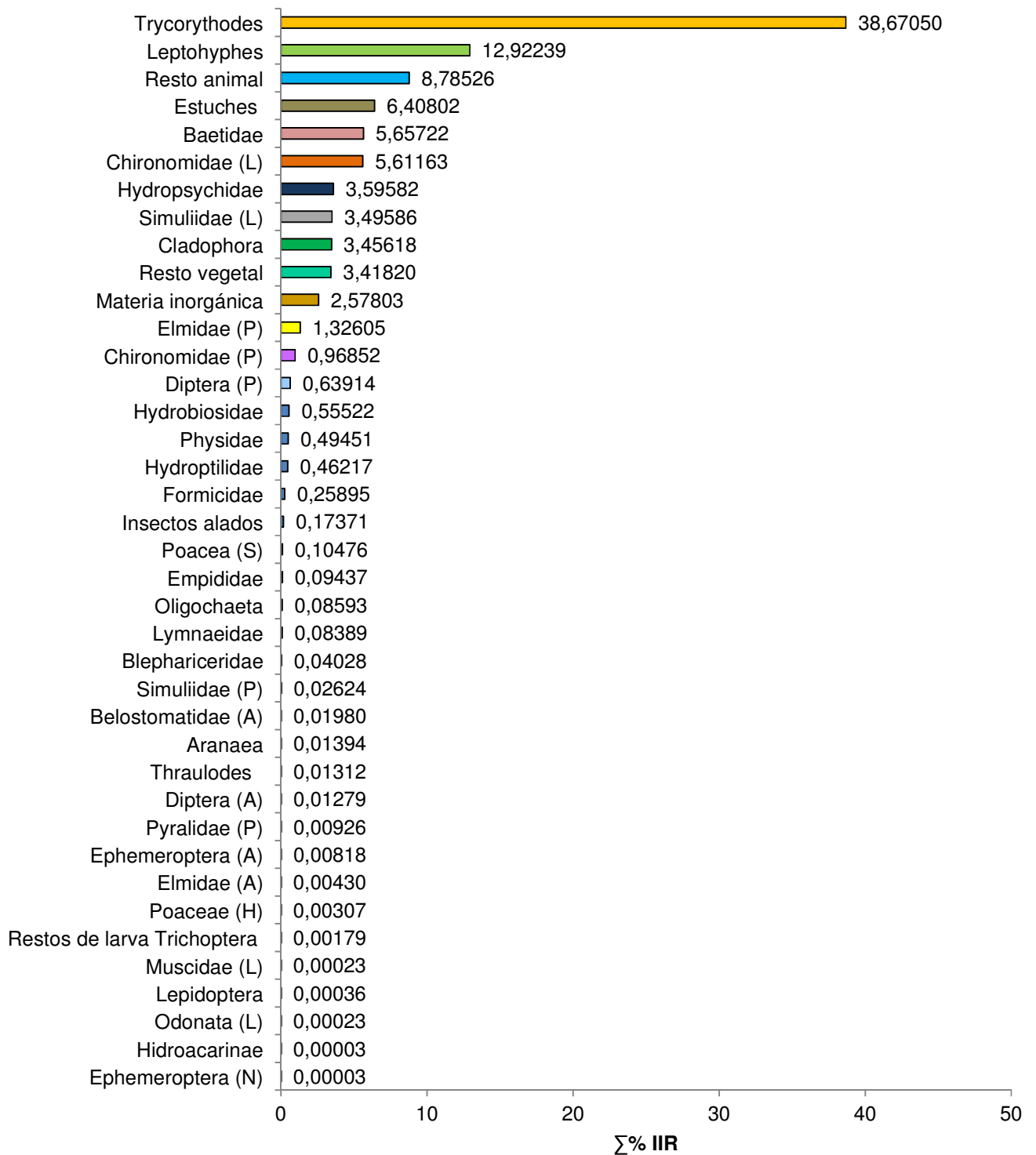


Figura 5. Σ%IIR de los ítems registrados en la alimentación de *Basilichthys semotilus*. * L: Larvas; P: Pupas; N: Ninfas; A: Adultos y S: Semillas.

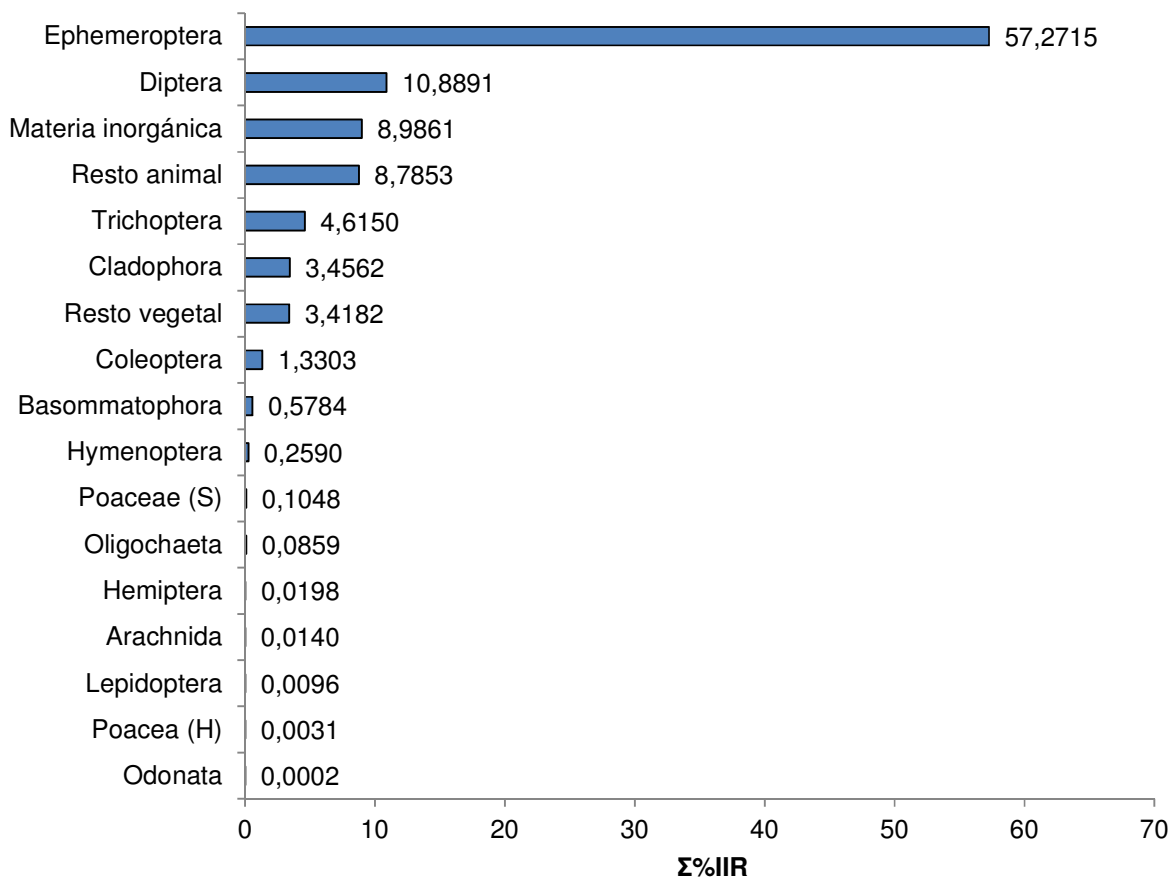


Figura 6. Σ%IIR de los ítems a nivel de orden registrados en la alimentación de *Basilichthys semotilus*. *S: Semillas y H: Hojas.

La sumatoria de los porcentajes del índice de importancia relativa pertenecientes a la división u orden evidencian que la mayor importancia de la dieta alimenticia de *B. semotilus* está representado por el orden Ephemeroptera (57,27%), seguido de los órdenes Diptera (10,89%), Materia inorgánica (8,99%), los grupos como restos de animales (8,79%), Trichoptera (4,62%), *Cladophora* (3,46%) y restos de vegetales (3,42%) se consideran de baja importancia e incidentales.

El orden Ephemeroptera se encuentra principalmente representados por las familias Leptohyphidae (51,12%), Baetidae (5,61%) y Leptophlebiidae (0,013%); el orden Diptera está representado principalmente por larvas de las familias Chironomidae (5,56%) y Simuliidae (3,46%) y otras familias que representan menos del 1%; mientras que el orden Trichoptera está principalmente representado por la familia Hydropsychidae (3,56%).

Otros órdenes con valores menores al 1% IIR fueron Hymenoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Odonata, Muscidae, insectos adultos alados, Araneae el phylum Annelida, la subclase Acari (Hydrachnidia) y las hojas y semillas de Poaceae (Figura 7).

De acuerdo al índice de importancia relativa (% IIR) los ítems de origen alóctono y autóctono, se obtuvieron 4% y 96% respectivamente. Los ítems de origen alóctono estuvo conformado por semillas y hojas de las plantas herbáceas de la ribera, individuos adultos del orden Hymenoptera. Los ítems de origen autóctono estuvieron representados principalmente por ninfas de *Tricorytodes*, *Leptohyphes* y Baetidae, pupas y larvas de los órdenes Diptera, Trichoptera y Coleoptera (Elmidae) y restos de insectos (Tabla 6).

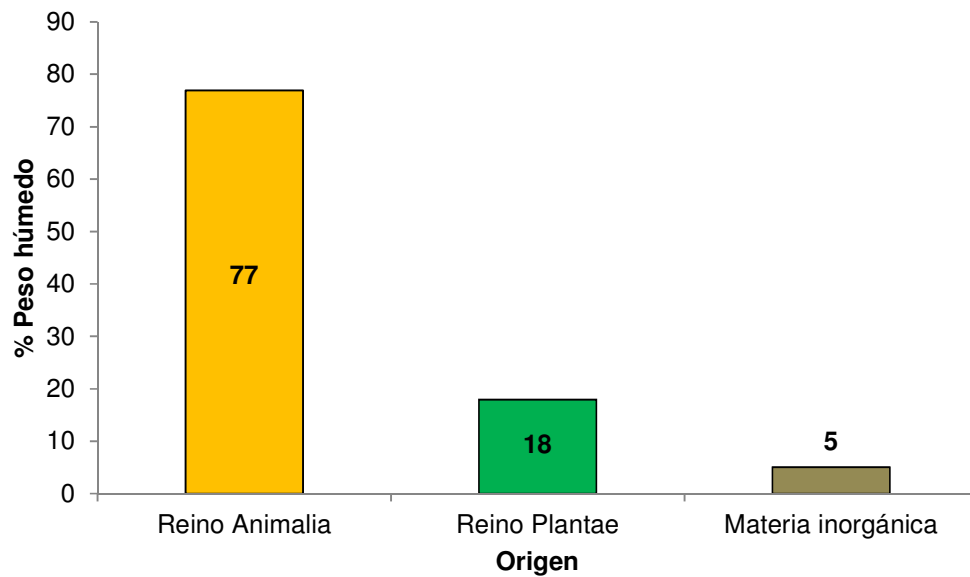


Figura 7. Presencia de los recursos (% Peso) agrupados por origen en los estómagos de *Basilichthys semotilus*.

La mayor parte de los ítems identificados en las muestras de estómagos de *B. semotilus* pertenecieron al Reino Animalia con una sumatoria de porcentaje del peso húmedo de 77%, seguido del reino Plantae con 18% y por último, la presencia de materia inorgánica con 5%.

Del total de ítems identificados, 32 pertenecieron al reino Animalia, siendo el orden Ephemeroptera (51,12%) el que presentó mayor valor del índice de importancia relativa; mientras que el orden Diptera presentó el mayor número de ítems presa, siendo ocho las familias pertenecientes a este orden. Tres ítems pertenecen al reino Plantae, siendo el género *Cladophora* el más frecuente en este reino y las hojas y semillas de Poaceae fueron incidentales o en menor proporción (Figura 8).

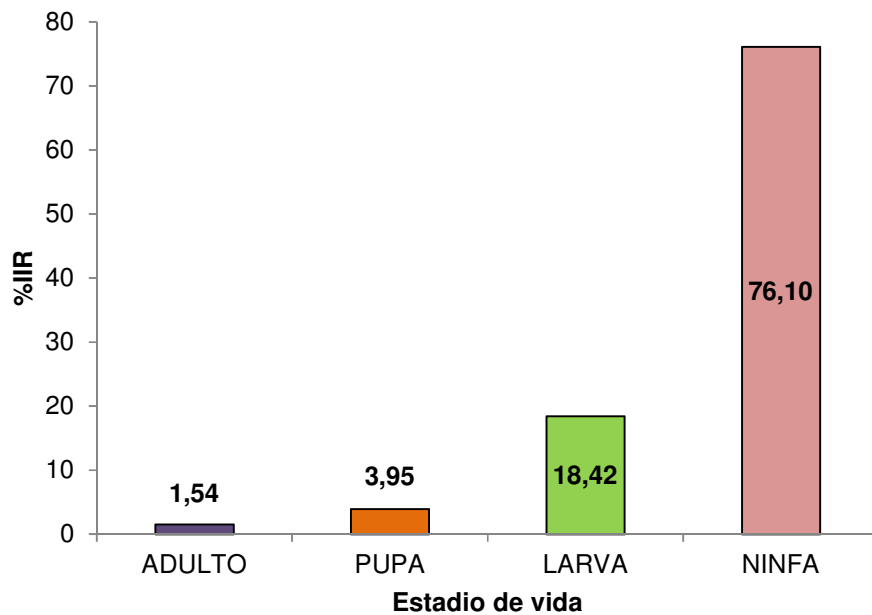


Figura 8. Preferencias de los estadios de vida de los ítems ($\Sigma\%IIR$) en la alimentación de *Basilichthys semotilus*.

Dentro de los *ítems* pertenecientes al reino Animalia en relación al ciclo de vida, según los valores calculados del porcentaje del índice de importancia relativa ($\Sigma\%IIR$) estuvo representado por las ninfas (76,10%) y larvas (18,42%), principalmente de las familias: Leptohyphidae (51,12%), Baetidae (5,61%), Chironomidae (7,46%), Hydropsychidae (4,78%) y Simuliidae (4,65%), y en menor proporción los estadios de pupa (3,95%) y adultos (1,54%), representados principalmente por los órdenes Diptera, Coleoptera y Basommatophora (Figura 9).

5.1.4 Cambios de los ítems alimenticios relacionado con la variación estacional

Del total de estómagos analizados, 42 corresponden a la época seca (setiembre) y 75 a la época húmeda (diciembre); de los cuales ninguno de estos se encontró vacío.

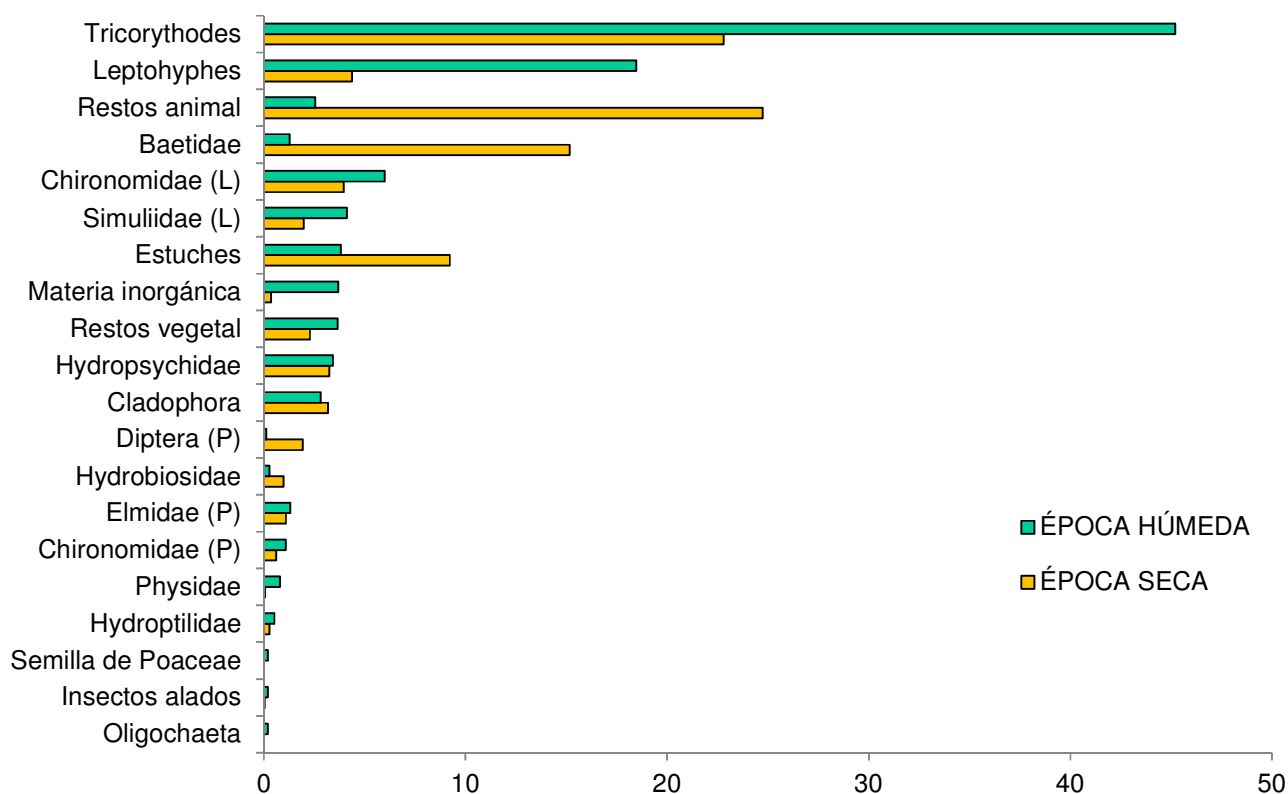


Figura 9. Principales preferencias alimenticias ($\Sigma\%IIR$) de *Basilichthys semotilus* según la época de muestreo. * L: Larvas; P: Pupas; N: Ninfas; A: Adultos y S: Semillas.

Para el análisis de la variación estacional en la dieta alimenticia de *B. semotilus*, se consideró a setiembre como la época seca y diciembre, húmeda. Destacando la alimentación constante del orden Ephemeroptera (preferentemente *Tricorythodes* y Baetidae) durante las dos épocas de muestreos. Para el mes de setiembre (2016) se observó que el %IIR registró la mayor importancia al orden Ephemeroptera (39,89%), siendo *Tricorythodes* (22,81%), Baetidae (15,17%), *Leptohyphes* (4,37%), seguido de los restos animal (24,74%), estuches de Hydrptilidae (9,23%), Diptera (8,62%), larva de Chironomidae (3,95%), larvas de Simuliidae (1,98%) y pupa de Diptera (1,93%) y materia inorgánica (0,35%). Mientras que en el mes de diciembre (2016), se registró un incremento del consumo del orden Ephemeroptera (64,93%), preferentemente *Tricorythodes* (45,19%) y *Leptohyphes* (18,46%), seguido del orden Diptera (11,39%), larva de Chironomidae (6 %), larva de Simuliidae (4,13%), pupa de Chironomidae (1,08%) y Trichoptera (4,24%) (Figura 10).

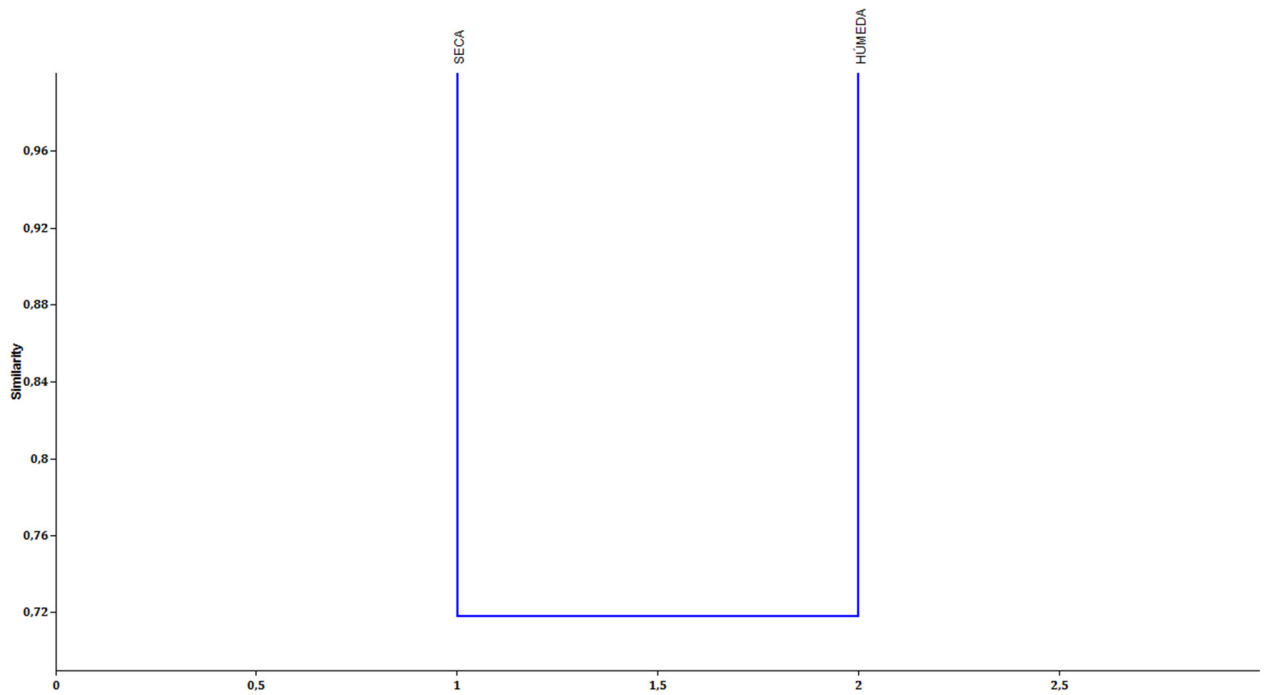


Figura 10. Dendrograma de las épocas de muestreos evaluadas, Cuenca baja del río Chillón, 2016.

En la figura 11, se observa que existe una similaridad entre las dos épocas de muestreos en un 0,72; porque los principales ítems consumidos se mantuvieron presentes; sin embargo, la abundancia de consumo de las familias Leptohiphidae y Baetidae, como también se observó que en la época seca se tuvo la presencia de ítems incidentales como Blepharoceridae, Empididae, Pyralidae e insectos adultos pertenecientes al orden Lepidoptera y en la época húmeda, Oligochaeta, Hydracarina, Muscidae, Odonata, respectivamente. Además, según la prueba de Kruskal-Wallis ($p=0,979$), no existen diferencias significativas entre las épocas de muestreos.

5.1.5 Cambios de los ítems alimentación relacionado con los intervalos de tallas

Para evidenciar la tendencia del cambio ontogénico en la dieta, se calcularon intervalos de tallas de *Basilichthys semotilus* mediante la Regla de Sturges, en la época de setiembre se obtuvo seis intervalos de tallas (Figura 12), en diciembre, siete intervalos de tallas (Figura 13); pero analizando los individuos en su totalidad se obtuvieron ocho intervalos con las que se analizó la dieta alimenticia (Figura 14).

Para el análisis de las preferencias alimentarias de acuerdo con la talla, los individuos en estudio se agruparon en ocho clases de tallas, abarcando de 16,41 a 120,07 mm, donde se registra a la clase de talla IV (55,28–68,24 mm) con mayor número de individuos; mientras que la clase de talla I (16,41-29,37 mm) solo se encontró un individuo. El mayor número de componentes alimenticios fue representada entre las clases tallas intermedias (III a V) (Figura 16).

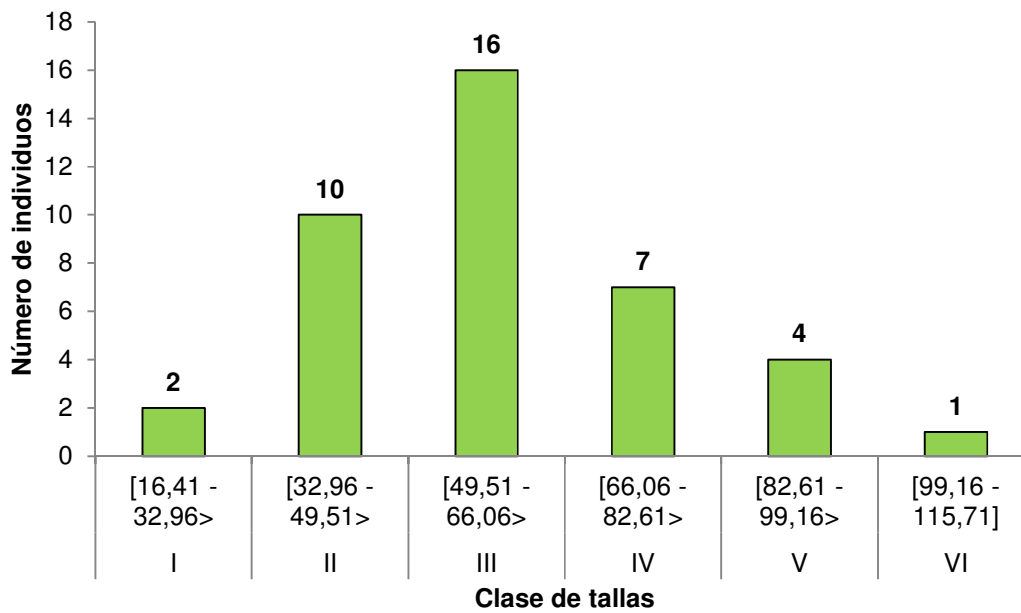


Figura 11. Intervalos de las clases de tallas de *Basilichthys semotilus* en la época Seca (setiembre).

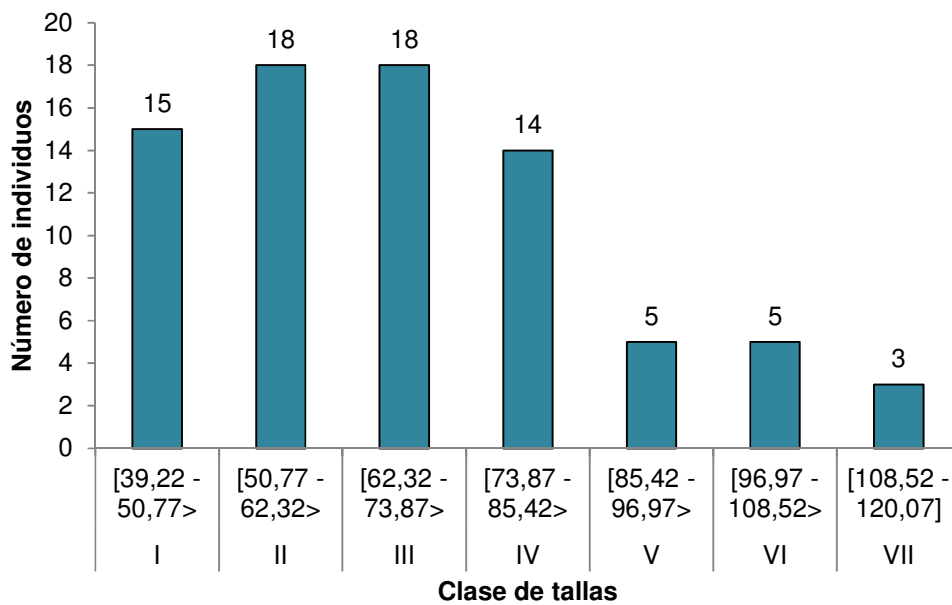


Figura 12. Intervalos de las clases de tallas de *Basilichthys semotilus* en la época Húmeda (diciembre).

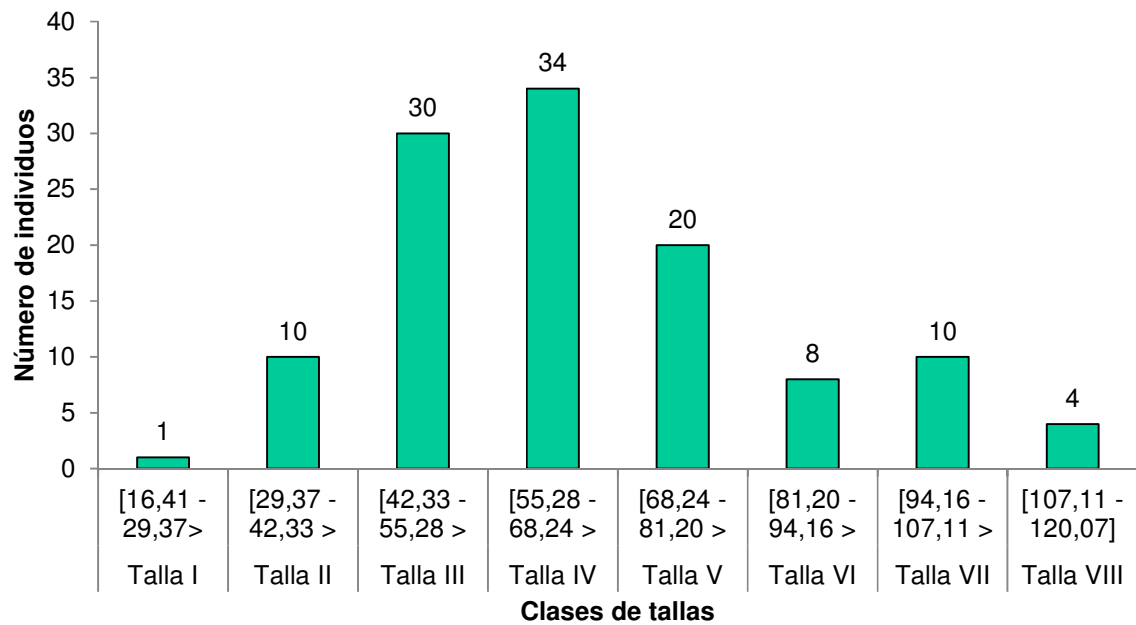


Figura 13. Intervalos de las clases de tallas de *Basilichthys semotilus*.

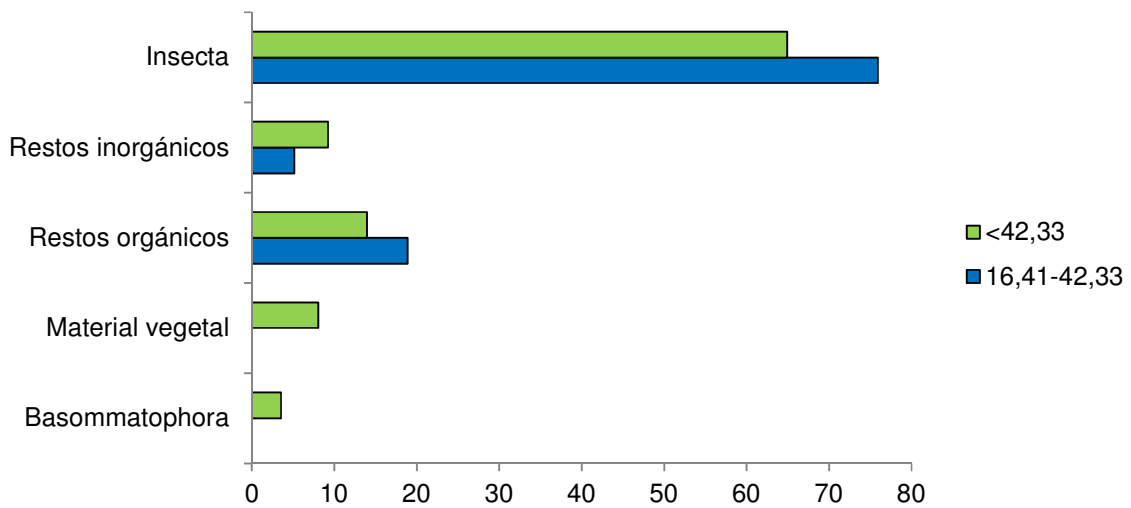


Figura 14. Preferencias alimenticias ($\Sigma\%IIR$) por clase de tallas de *Basilichthys semotilus*.

Se observa una cierta selección por el tamaño de las presas relacionado con la clase de talla del pejerrey de río. En la clase de talla 16,41 - 29,37 mm (Talla I) se evidenció un consumo preferente por insectos (64,63%); pero a medida que el pez va aumentando en talla se aprecia un aumento del consumo de *Cladophora*, hojas y semillas de Poaceae y Basommatophora; aunque el consumo principal siguen siendo los insectos. La presencia del consumo de Oligochaeta y Arachnida se evidencia en el intervalo de 42,33 a 81,20 mm.

La dieta de los peces mayores está basada principalmente en insectos (37,26%), material vegetal (20,40%) y Basommatophora (10,30%) (Figura 15).

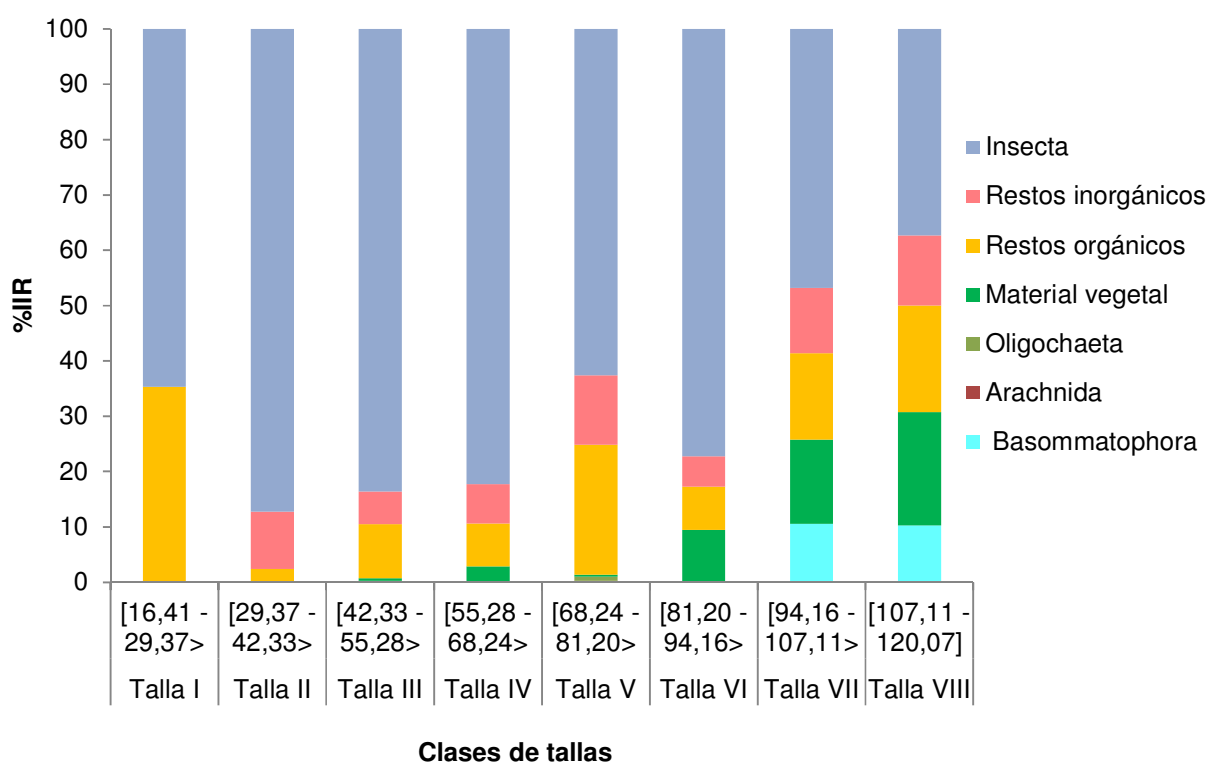


Figura 15. Preferencias alimenticias ($\Sigma\%IIR$) por clase de tallas de *Basilichthys semotilus*.

En la figura 16 se detalla el consumo de los ítems agrupados por cada clase de talla, observándose el consumo de Basommatophora, material vegetal (*Cladophora*, hojas y semillas de Poaceae), Arachnida y Oligochaeta va aumentando partir de la clase de talla III (42,33 – 55,28 mm).

Todos los individuos consumieron ninfas de Ephemeroptera, larvas y pupas de Diptera, Trichoptera y Coleoptera, Los individuos con clases de tallas menores a III; no consumían Basommatophora, Arachnida ni Oligochaetas.

Las tallas mayores a III consumían vegetales, como *Cladophora*, semillas, hojas de gramíneas y restos de vegetales con porcentajes bajos en la dieta.

Los ítems que más sobresalieron en todas las clases de tallas fueron los órdenes Ephemeroptera, Trichoptera y en menor proporción Diptera.

5.2 Análisis ecológico

5.2.1 Amplitud trófica

Al aplicar el índice de Levin estandarizado (BA) se obtuvo un valor relativamente bajo de la amplitud del nicho trófica ($BA = 0,242$) para *B. semotilus*, lo cual se considera un pez con una alimentación especializada, marcando preferencias por *Tricorythodes*, *Leptohyphes* y Baetidae.

5.2.2 Sobreposición trófica relacionado con los intervalos de tallas

El índice de Morisita-Horn muestra el traslape de la dieta entre las clases de tallas adyacentes y el valor va disminuyendo gradualmente entre las clases de tallas distantes. Lo que indica que tallas menores y mayores presentan una alimentación diferente (Tabla 7).

Tabla 7. Valores del Índice de Morisita-Horn, indicando la sobreposición trófica de *Basilichthys semotilus*.

	Talla II	Talla III	Talla IV	Talla V	Talla VI	Talla VII	Talla VIII
Talla I	0,68	0,75	0,69	0,74	0,69	0,35	0,41
Talla II		0,92	0,91	0,67	0,76	0,41	0,36
Talla III			0,95	0,75	0,83	0,46	0,44
Talla IV				0,8	0,92	0,63	0,6
Talla V					0,89	0,69	0,59
Talla VI						0,74	0,71
Talla VII							0,88

Utilizando el índice de similaridad de Morisita-Horn, se observa que las clases de tallas I-II y III se agrupan en una similaridad mayor de 0,80, las tallas IV-V y VI se agrupan con un valor de similaridad de 0,72 y por último, las clases de tallas VII y VIII son agrupadas pero con un valor de similaridad cercano a 0,64. Además, este análisis de agrupamiento demostró que no hay mayor similaridad de consumo de ítems entre las clases de tallas VII y VIII, y las tallas menores I, II y III; IV, V y VI. Evidenciándose que al aumentar el tamaño los pejerreyes se tiene un tipo de alimentación diferente (Figura 17).

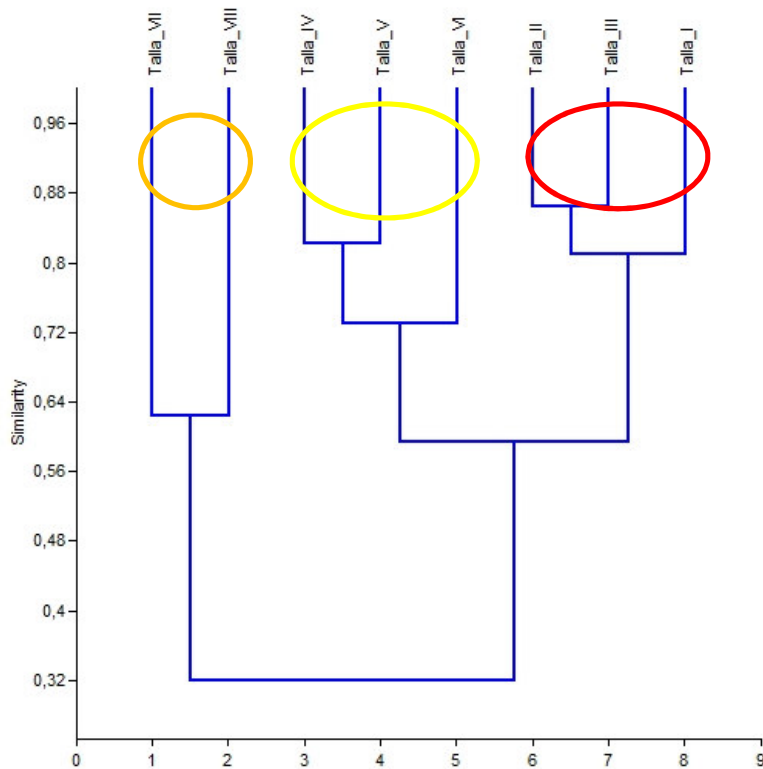


Figura 16. Dendrograma de similitud de la dieta alimenticia a partir del índice de Morisita-Horn entre las clases de tallas de *Basilichthys semotilus*.

5.3 Caracterización físico-química de los hábitats de *Basilichthys semotilus*

En la época seca (setiembre 2016), la temperatura superficial osciló entre 19,7 °C a 22,6 °C. El pH se mantuvo constante en 9,07. La concentración de sólidos totales disueltos varió entre 390 ppm a 410 ppm. Por último, la conductividad eléctrica varió entre 785 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 825 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la época húmeda (diciembre 2016), la temperatura osciló entre 21,3 °C a 24,3 °C. El pH varió entre 8,45 a 8,92. La concentración de sólidos totales disueltos varió entre 380 ppm a 394 ppm. Por último, la conductividad eléctrica varió entre 769 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 789 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

5.4 Protocolo CERA (Calidad Ecológica de los Ríos Altoandinos)

De acuerdo con el protocolo CERA para determinar las condiciones de referencia de los ríos altoandinos, solo la estación BS-01 (114) fue considerada como referencia por obtener un puntaje mayor a 100; mientras que las estaciones restantes, BS-02 (96) y BS-03 (98), consideradas como estaciones alteradas. No se evidenció mayor variación de las puntuaciones entre las épocas de muestreo (Figura 16).

5.4.1 Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

De acuerdo con el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) se obtuvieron las puntuaciones de 52 y 54 (BS-01), 48 y 50 (BS-02) y 44 y 47 (BS-03) durante la época seca y húmeda; siendo estos valores mayores de 40, indicando que estos hábitats albergan una buena diversidad de macroinvertebrados. Por tanto, la calificación entre épocas de muestreo no tuvieron mayor variación; ya que los valores se encuentran dentro de los intervalos de cada categoría; siendo la estación BS-01 presentó una calidad intermedia; mientras que BS-02 y BS-03, una mala calidad o alteración fuerte (Figura 18).

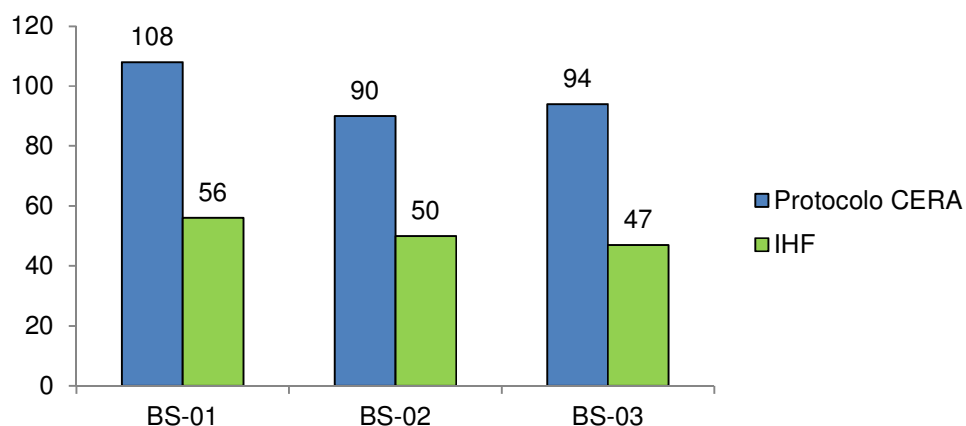


Figura 17. Valores del Protocolo CERA y el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) de los hábitats del pejerrey de río *Basilichthys semotilus* en la cuenca baja del río Chillón.

5.4.2 Índice de Calidad de Vegetación Ribereña (QBR-And)

En la cuenca baja del Chillón, se observó la presencia de plantas que ayudan a controlar la erosión en las orillas del río como son los casos del “pájaro bobo” (*Tessaria integrifolia*) y la “chirapa sachá” (*Ludwigia sp*), presente solo en la estación BS-01; mientras que el “chilco” (*Baccharis sp*) en las dos últimas estaciones. En los bordes de las riberas se encontró árboles de Eucalipto (*Eucalyptus spp*), matorrales de caña brava (*Arundo donax*) y ocasionalmente molle (*Schinus molle*), siendo las dos primeras especies son consideradas como exóticas o alóctonas.

De acuerdo con el índice se obtuvo puntuaciones de 55 (BS-01), 35 (BS-02) y 45 (BS-03), siendo considerada la primera estación de calidad intermedia de la vegetación ribereña con inicios de alteración importante y las siguientes de mala calidad con fuertes alteraciones. En la estación BS-01 se observó una elevada densidad de *Eucalyptus spp* y *Arundo donax*. Con estas características las estaciones muestreadas se encuentran en el tipo 3 (ribera conformada por árboles y arbustos). De acuerdo a las épocas de muestreo no se evidenció mayor diferencia en cuanto a la composición de la vegetación ribereña (Figura 19).

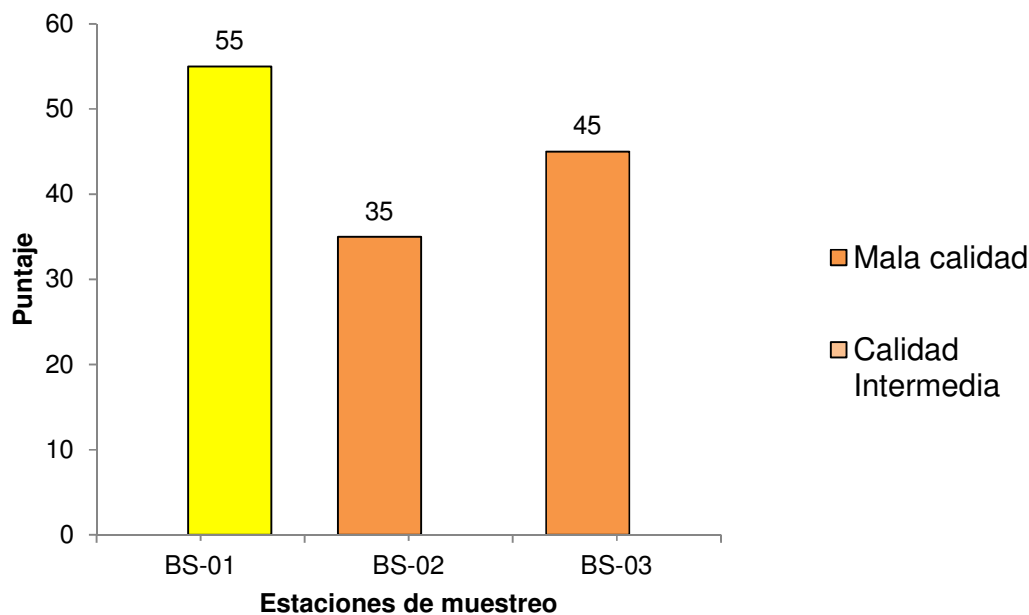


Figura 18. Valores del Índice de la Calidad de Vegetación Ribereña (QBR-And) de los hábitats del pejerrey de río *Basilichthys semotilus* en la cuenca baja del río Chillón.

5.5 Caracterización de la comunidad de peces

La ictiofauna acompañante de *Basilichthys semotilus* durante la época seca fueron tres especies: *Trichomycterus punctulatus* (64%), *Bryconamericus peruanus* (18%) y *Lebiasina bimaculatus* (18%); mientras que en la época húmeda solo se observó la presencia de *T. punctulatus* (100%) en todas las estaciones de muestreo (Anexo 6).

5.6 Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados

Se identificó un total de doce taxa, de los cuales tres se identificaron a nivel de género y los restantes hasta el nivel de familia. En ambas épocas, la comunidad de

macroinvertebrados estuvieron representadas por la clase Insecta con diez taxa distribuidas en cuatro órdenes, siendo el orden Diptera el más representativo por presentar tres familias, seguido del orden Trichoptera y Ephemeroptera, y dos taxa de Gastropoda del orden Basommatophora.

5.6.1 Índice Biótico Andino (Siglas en inglés ABI)

Se observó que la composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos tanto en órdenes y familias fue similar en ambas épocas de muestreo; pero cabe resaltar que las diferencias más significativas se encontraron en la abundancia; ya que en la época húmeda se evidenció una mayor abundancia de insectos producto del aumento del caudal respecto a la época seca (Molina *et al.*, 2008). De acuerdo con los valores del ABI obtenidos tanto en la época seca (setiembre 2016) y húmeda (diciembre 2016), las estaciones de muestreo presentaron un estado ecológico de moderado a bueno, Siendo BS-01 la estación con estado ecológico bueno y las estaciones BS-02 y BS-03 que presentaron un menor valor fueron consideradas como estaciones con estado moderado (Tabla 8 y Figura 20).

Tabla 8. Valores del Índice Biótico Andino (ABI) utilizando macroinvertebrados y el estado ecológico de los hábitats del pejerrey de río *Basilichthys semotilus* en la cuenca baja del río Chillón.

Phylum Clase Orden	Familia Género	Época seca		Época húmeda		
		BS-01	BS-02	BS-01	BS-02	BS-03
Mollusca	Lymnaeidae	3	0	0	3	0
Gastropoda	Physidae	3	0	3	0	0
Basommatophora	<i>Physa</i>					
Arthropoda						
Insecta						
Ephemeroptera	Baetidae	4	4	4	4	4
	Leptohiphidae <i>Leptohiphes</i>	7	7	7	7	7
	Leptohiphidae <i>Tricorythodes</i>	7	7	7	7	7
Trichoptera	Hydrobiosidae	8	0	8	8	8
	Hydropsychidae	5	0	0	0	0
	Hydroptilidae	0	6	0	6	6
Coleoptera	Elmidae	5	5	5	5	0
Diptera	Chironomidae	2	2	2	2	2
	Empididae	4	4	0	0	0
	Simuliidae	0	5	5	0	5
PUNTAJE		48 (Bueno)	40 (Moderado)	44 (Moderado)	42 (Moderado)	39 (Moderado)

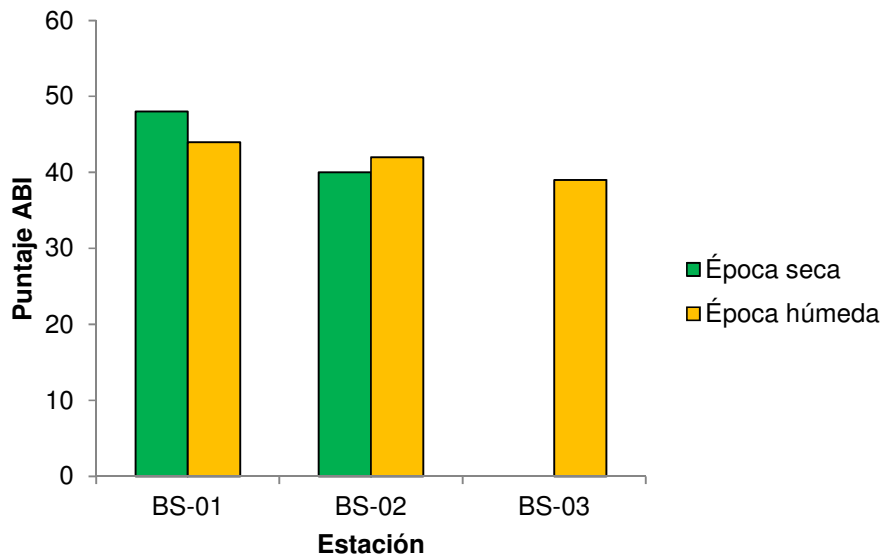


Figura 19. Valores del Índice Biótico Andino (ABI) utilizando macroinvertebrados y el estado ecológico de los hábitats del pejerrey de río *Basilichthys semotilus* en la cuenca baja del río Chillón.

Mediante este índice también se hizo la valoración del estado ecológico de las estaciones utilizando los macroinvertebrados presentes en los estómagos de *Basilichthys semotilus*; por considerar a los peces omnívoros como buenos colectores de sus alimentos (Tabla 9, Figura 21, Anexo 8, 9 y 10).

Tabla 9. Valores del Índice Biótico Andino (ABI) utilizando macroinvertebrados presentes en los estómagos de *B. semotilus* y el estado ecológico de los hábitats en la cuenca baja del río Chillón.

Phylum Clase Orden	Familia Género	Época seca		Época húmeda		
		BS-01	BS-02	BS-01	BS-02	BS-03
Mollusca Gastropoda Basommatophora	Lymnaeidae	3	3	3	3	0
	Physidae <i>Physa</i>	3	3	3	3	3
Annelida Oligochaeta	n.i	0	0	1	0	1
Arthropoda Insecta						
Ephemeroptera	Baetidae	4	4	4	4	4
	Leptophlebiidae Thraulodes	7	7	0	0	0
	Leptoxyphidae <i>Leptoxyphes</i>	7	7	7	7	7
	Leptoxyphidae <i>Tricorythodes</i>	7	7	7	7	7
Trichoptera	Hydrobiosidae	8	8	8	8	0
	Hydropsychidae	5	5	5	5	5
	Hydroptilidae	6	6	6	6	6
Coleoptera	Elmidae	5	5	5	5	5
Diptera	Blephariceridae	10	0	10		
	Chironomidae	2	2	2	2	2
	Empididae	4	4	4	4	0
	Simuliidae	5	5	5	5	5
Lepidoptera	Pyralidae	4		0	4	0
Arachnida	Hydracarina	0	0	4	0	0
PUNTAJE		80 (Muy bueno)	66 (Bueno)	74 (Bueno)	63 (Bueno)	45 (Bueno)

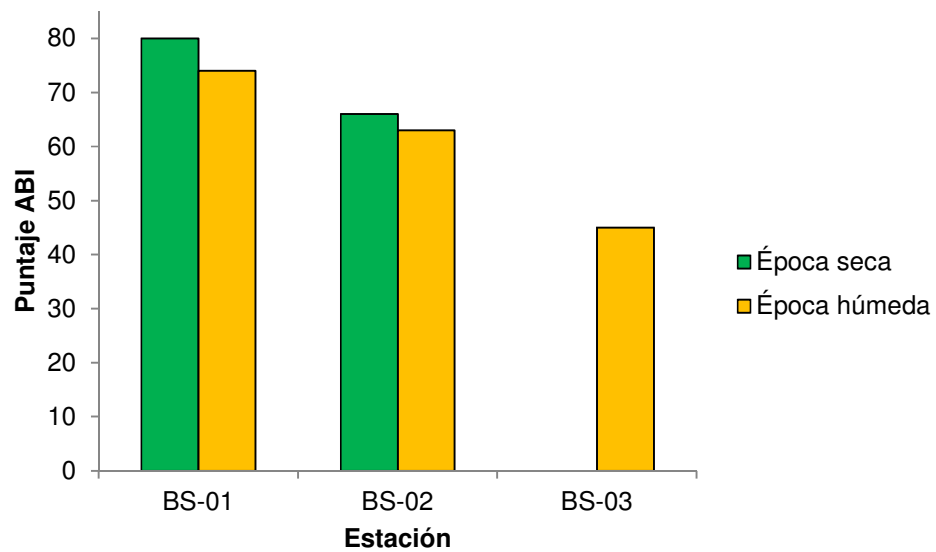


Figura 20. Valores del Índice Biótico Andino (ABI) utilizando macroinvertebrados presentes en los estómagos de *B. semotilus* y el estado ecológico de los hábitats en la cuenca baja del río Chillón.

VI. DISCUSIÓN

- **Descripción de la dieta de *Basilichthys semotilus***

- **Número de estómagos analizados**

En este estudio se registró en todos los estómagos distintos niveles de contenido, ningún estómago vacío; esto puede deberse a la alimentación diurna de la especie y la hora de colecta, cuyo intervalo de captura se encontró desde las 10:00 hrs hasta las 16:30 hrs. Caso similar se observó con *Odontesthes bonariensis* en las lagunas Bajo Giuliani y Don Tomás, Argentina, donde todos los tractos digestivos se encontraron con contenido digestivo (Del Ponti & García, 2015); pero, en el estudio sobre *Basilichthys microlepidotus* se presentó un 65% de estómagos vacíos, pero no especifican el horario de captura (Quiroz, 2007). Zaret & Rand (1971) al estudiar los peces del río Panamá obtuvieron valores altos de la repleción debido a la mayor cantidad de alimento disponible en la estación lluviosa. Otros estudios, sugieren que el alto grado de estómagos vacíos estaría relacionado con la reducción de la alimentación por consecuencia de la actividad reproductiva (Hynes, 1950; López *et al.*, 2003). Con ello, se puede sugerir que al no encontrar estómagos vacíos se confirma la presencia de alimento disponible y el horario de alimentación del *B. semotilus*.

- **Selectividad**

Se observó el rechazo o poca selectividad de los peces (*B. semotilus*) hacia la familia Elmidae tanto pupas como adultos; este rechazo puede atribuirse a que estos organismos se encuentran esclerotizados, dificultando ser digeridos. Casos similares fueron observados por Vera *et al.*, (2013) en la dieta alimenticia de *Trichomycterus punctulatus* en el río Pisco, quienes tienen un rechazo por

Elmidae. Lo mismo se observa con las familias de gasterópodos: Lymnaeidae y Physidae en ambas épocas; pero esto puede justificarse por presentar estructuras de protección como la concha espiralada de las presas que la hacen menos óptimas debido al aumento en manipulación de estas por parte de los peces (Krebs y Davies, 1991; citado en Sobarzo, 2014).

Sin embargo, se observó que tuvo una preferencia o selección positiva por *Leptohyphes* (Leptohyphidae), Hydropsichidae y Simuliidae en la época seca; mientras que en la época húmeda solo por *Tricorythodes* (Leptohyphidae); esta diferencia de selectividades de acuerdo a las épocas de muestreos se puede explicar a la mayor abundancia o disponibilidad de estas presas en el ambiente, manifestando así su selección por estos ítems al aumentar su densidad y/o que las presas no son de difícil digestión por *B. semotilus*; caso similar se observa con *B. microlepidotus* que presentó preferencias hacia el orden Ephemeroptera, familia Leptophlebiidae (51,4%) y gasterópodos de la familia Physidae (20,4%); pero no se evidenció la presencia de consumo de Elmida (Quiroz, 2007). La selectividad baja se observó con la familia Simuliidae, debido a su poca abundancia en el ambiente durante la época húmeda, por lo que *B. semotilus* lo consumen en función de su disponibilidad, por demandar mayor tiempo en su búsqueda. En el caso de la familia Chironomidae, tanto larvas y pupas, presentaron una selectividad positiva en ambas épocas, probablemente debido por la abundancia individuos en el ambiente, además por ser pequeños y con poca movilidad, que además de presentar una masa considerable por su gran número, serían altamente palatables debido a su cuerpo blando y poco esclerotizado (solo una parte de la cabeza), de acuerdo con Vera et al. (2013).

La selectividad alimenticia además de estar relacionada con la calidad y disponibilidad de la presa, puede relacionarse con su tamaño. El tamaño de la presa consumida por *B. semotilus* puede variar de acuerdo con el tamaño de la presa, y en una misma especie, es común que los juveniles consuman presas pequeñas y los adultos, presas con tamaños variados (Mittelbach & Person, 1998). Esta diferencia del consumo de diferentes tamaños de presas también se pueden explicar por el tamaño de la boca del depredador determina el tamaño de las presas que puede consumir y los hábitats en donde se alimentan (Wootton 1990, Gerking 1994); observándose esta característica en los de tallas menores de 43 mm, quienes consumían exclusivamente invertebrados de la clase Insecta en estados de larvas, pupas o ninfas. Mientras que tallas mayores a 43 mm su alimentación fue más variada en ítems alimenticios y tamaños de las presas, mencionando así a Oligochaeta y Gastropoda. A pesar que la morfología tiene una gran influencia sobre la dieta de los organismos, los patrones de uso de las presas dependen de la disponibilidad del recurso en el ambiente, las habilidades del pez para capturar y consumir las presas y los efectos indirectos de la competencia con otras especies (Wainwrite & Barton, 1995).

– **Composición de los ítems consumidos**

B. semotilus presentó una alimentación omnívora con tendencia a ser carnívoro - insectívoras, por presentar mayor preferencia por los insectos de origen autóctono y alóctonos, por ser los ítems que se encontraron con mayor abundancia en el ambiente. Los peces omnívoros aprovechan una gran variedad de alimentos disponibles en diversos lugares, por ese motivo una misma especie puede

presentar una dieta diversa dependiendo de la región y la época del año (Hahn *et al.*, 1992; Soares-Porto, 1994; citado por Zavala, 1996).

La predominancia de insectos en los estómagos de los peces se debe a que esta clase constituye el grupo más numeroso dentro de los Artrópodos en los ambientes acuáticos (Masiac *et al.*, 2006; citado por Gutiérrez *et al.*, 2016). Tanto en el ambiente como en los estómagos se encontraron principalmente los estadios inmaduros (larvas, pupas y ninfas) que son de origen autóctono; mientras que de origen alóctono son Diptera, Himenoptera e insectos adultos alados no identificados; como también material vegetal (hojas y semillas) de la ribera. Angermeier & Karr (1984) consideran a los macroinvertebrados, principalmente de estados inmaduros, como una fuente de alimentación autóctona muy importante para los peces. Además, en los ríos, el material alóctono, como las semillas, hojas, tallos, etc; puede crear microhábitats que soportan especies de hábitats variados, como formas jóvenes de insectos (Diptera, Ephemeroptera, Odonata, Coleoptera) y otros organismos que constituyen la base del recurso alimenticio autóctono para los peces (Gordon, 1993).

El consumo de macroinvertebrados por los peces se debe a su disponibilidad como alimento relacionado con la heterogeneidad del sustrato y las fuentes de material alóctono disponible (Vannote *et al.*, 1980; Merrit *et al.*, 2008).

El presente estudio determinó la presencia de 39 ítems para *B. semotilus*; mientras que en el estudio de *B. microlepidotus* se determinó 19 ítems que incluían insectos, gasterópodos y alevines de peces (*Gambusia holbrooki*,

Cyprinodontiformes) (Quiroz, 2007); para el caso de *Odontesthes bonariensis*, los ítems estaban agrupados en categorías taxonómicas altas por lo que se obtuvieron solo 10 ítems; observando la predominancia del zooplancton, fitoplancton y camarones (Del Ponti & García, 2015). Siendo el factor esencial en la diferencia del número de ítems en los diferentes trabajos, el nivel taxonómico en la identificación; puesto que en este estudio se llegó a determinar hasta los niveles de familias y géneros para algunos casos; mientras que en los trabajos mencionados los agrupa por clases o phylum.

B. semotilus presentó una mayor importancia alimenticia por el orden Ephemeroptera (57,27%), principalmente ninfas de la familia Leptohyphidae (*Tricorythodes* y *Leptohyphes*); mientras que pupas, larvas y adultos de Diptera, Trichoptera, Coleoptera y Basommatophora fueron considerados de baja importancia alimenticia o de consumo incidental. Quiroz (2007) también se observa que *B. microlepidotus* presentó preferencias por el orden Ephemeroptera, familia Leptophlebiidae (51,4%), y seguidos por gasterópodos de la familia Physidae (20,4%). Según Andrian *et al.*, (1994), Chironomidae y familias de Ephemeroptera, constituyen parte de la dieta de muchas especies de peces que buscan su alimento en la capa superficial del agua; además, refuerzan que los diferentes estadios de vida de Chironomidae, se pueden encontrar en la superficie, principalmente en la orilla; mientras que Ephemeroptera es encontrada en la superficie, en el estadio de sub-imago, cuando están prácticamente aptos para emerger a la vida aérea. Por ello, las semejanzas del consumo de ciertos ítems por *Basilichthys* pueden estar relacionados con la disponibilidad del alimento a lo largo del año, la selección activa de alimentos preferidos de acuerdo

con la elección de cada individuo, cambios ontogénicos en la dieta o la presencia de especies competidoras (Lowe - McConnell, 1987).

Se podría inferir que el consumo de hormigas (Himenoptera), arácnidos, hidrocarinas y dípteros adultos se relaciona directamente con el aspecto de “deriva” de invertebrados terrestres y el nivel en el que se encuentran las especies de peces nadando, suponiendo que al caer accidentalmente o por una posible migración de las hormigas, de alguna rama o vegetación ribereña, flotan en la superficie, son arrastradas por la corriente y los peces logran percibir las; así como la presencia de semillas y hojas de gramíneas (Poaceae) puede ser como consecuencia de la caída al río ya sea por efecto del viento o las lluvias y los pejerreyes logran percibirlos y capturarlos. Rezende & Mazzoni (2006) encuentra una relación significativa entre el consumo de himenópteros por Characidae, teniendo en cuenta su disponibilidad en el medio ambiente y la deriva; al igual Esteves & Aranha (1999) resaltan la importancia del material de deriva de invertebrados como alimentación, para el establecimiento de peces en arroyos. Por ello, muchos de los peces encuentran sus presas en la deriva, en la vegetación marginal o asociados al sustrato que son usados tanto para reproducirse como alimentarse (Gill & Hart, 1999).

La materia inorgánica en los estómagos fue mayor en la época lluviosa que la seca, debido por el gran transporte de sedimento de las partes altas y la gran corriente. Uieda (1995), estudiando un río de aguas claras de Mata Atlántica en Brasil, verificó que la mayor frecuencia de arena en el estómago de algunas especies, durante el periodo lluvioso, estaba posiblemente relacionado a una

mayor dificultad de captura del alimento durante los periodos en que la corriente era mayor, las lluvias, además de dificultar las maniobras de los peces durante la actividad alimenticia, revuelven y suspenden el fondo del sustrato. Además, la mayoría de macroinvertebrados de los cuales se alimenta *B. semotilus* viven en el fondo del sustrato, construyen estuches o refugios de materia fina (arena) lo que provoca que al alimentarse de estos, no pueda evitar consumirlos. Caso particular ocurre con el género *Tricorythodes* que habita entre las raíces de las plantas con demasiado depósito de sedimento, provocando que las cerdas estén cubiertas de estos (Lima *et al.*, 2012).

Los peces independientes del tamaño, presentaron preferencias por las ninfas, seguidas de las larvas, pupas y por último de los adultos. Russo *et al.*, (2002) menciona que los invertebrados acuáticos, principalmente insectos, en diferentes estadios, son elementos constantes en la dieta de diversas especies de peces de agua dulce.

– **Variaciones estacionales**

En el análisis por épocas de muestreos, se registró una marcada presencia de *Tricorythodes* (22,81%), Baetidae (15,17%) en la época seca; mientras que en la época húmeda, se evidencia un aumentó en el consumo de *Tricorythodes* (45,19%) y *Leptohyphes* (18,46%), relacionándose la mayor presencia de insectos en esta época, ya que hay mayor disponibilidad de estos insectos para alimentarse; además, se evidenció la presencia Oligochaeta, Pyralidae adultos, Hydrocarina, Muscidae y Odonata.

La ausencia de diferencias estadísticas entre las dos épocas de muestreo están influenciadas por la poca variación del caudal para esta zona; ya que durante los meses de setiembre y diciembre los caudales fueron menores a 5 m³/s (SENAMHI, 2017); explicando así la poca variación en cuanto a la estructura de comunidades bentónicas. Además las diferencias de abundancias entre épocas es corroborado por Molina et al., (2008) quienes señalan que en la época húmeda hay mayor abundancia de insectos que la época seca, producto de la recolonización de los individuos.

La ausencia de variaciones estacionales en la dieta es reflejo de una constancia en la oferta alimenticia, o de una plasticidad de las especies en buscar alimento en lugares más propicios en períodos cuando el recurso es escaso en una determinada región (Esteves & Aranha, 1999).

Por ello, se destaca que en ambas épocas consumían preferentemente insectos, principalmente del orden Ephemeroptera por lo que se considera la dieta con tendencia insectívora. Además, durante el ciclo de vida, los peces de los ríos neotropicales se enfrentan a las variaciones temporales y espaciales que se ven reflejadas directamente en la oferta del recurso alimenticio (Power, 1983).

– **Variación según clase de tallas**

El presente estudio amplía a 120,07 mm de longitud estándar la talla máxima reportada con anterioridad para *B. semotilus* por Sifuentes (2017) con 108 mm en el río Cañete, Espino (2017) con 115 mm en el río Acarí, Arequipa.

B. semotilus obtuvo frecuencias de tallas correspondientes entre 16,41 a 115,71 mm de longitud estándar, correspondientes a 6 clases de tallas para la época seca (setiembre; mientras que en la época húmeda (diciembre) de 32,22 a 120,07 mm, correspondientes a 7 clases de tallas. En la distribución de tallas en cada época de muestreo (Figuras 11 y 12) se aprecia que las tallas mínimas difieren (promedio: $27,82 \pm 11,41$); mientras que las tallas máximas se aprecia que sus valores son cercanos oscilando alrededor de $117,89 (\pm 2,18)$. Las diferencias de clases de tallas entre épocas pueden explicarse por la diferencia en el tamaño de muestra y al encontrar en setiembre individuos de tallas mínimas se relacione con el desove de *B. semotilus*.

Los cambios ontogénicos en *B. semotilus* se evidencia claramente; ya que en tallas menores consumen exclusivamente insectos pequeños, pero el consumo de diversos invertebrados aumenta gradualmente durante el crecimiento y se hace evidente la presencia de material vegetal. Además, las variaciones de la dieta conforme van creciendo pueden explicarse por los posibles micro-hábitats que pueden ocupar durante su ciclo de vida. La variación en la dieta durante la ontogenia de las especies, son reflejo de las variaciones en las habilidades alimenticias de los peces por cambios de tamaño de los individuos, como también de modificaciones en los mecanismos y estructuras una mejor manipulación de las presas (Wainwrite & Barton, 1995).

Sagretti & Bistoni (2001) quienes concluyen que la dieta de *O. bonariensis* varía de acuerdo al tamaño de los individuos; donde los más pequeños se alimentan de plancton, mientras que los de mayor longitud ingieren peces como alimento principal. Sin embargo, otros autores no evidenciaron un cambio ontogénico en la

dieta (Ringuelet *et al.*, 1980; Aquino, 1991). Además, Trujillo-Jiménez & Díaz-Pardo (1996) obtuvieron variaciones en la dieta de *Ilyodon whitei*, donde los juveniles mostraron preferencias principalmente por el alimento de origen animal, en tanto que los adultos lo hacen por los vegetales.

En la dieta de *Astyanax scabripinnis* también se evidencia que individuos de menor tamaño se alimentan principalmente de ítems animales (insectos acuáticos y terrestres), mientras que los más grandes presentaron una dieta omnívora basada en ítems animales y vegetales. Los individuos menores, por encontrarse en fase de crecimiento, utilizaron principalmente los ítems animales, de mayor valor proteico que el material vegetal (Da Mota & Sanches, 2004).

Del Ponti & García (2015) analizó los estómagos del pejerrey argentino *O. bonariensis*, registrando que los individuos de tallas intermedias presentaron mayor diversidad de ítems presa que las tallas grandes. Sin embargo, para el caso del pejerrey de río *B. semotilus*, los individuos más grandes consumían mayor número de ítems que los pequeños.

- **Análisis ecológicos**

- **Amplitud trófica**

En el presente estudio, *B. semotilus* se considera un depredador especialista; puesto que al analizar el índice de Levin presenta un bajo valor de BA (0,2), además de presentar una alimentación de un gran número de ítems presa tiene una marcada preferencia por familias y/o géneros de insectos en particular, los cuales fueron dominantes en la dieta.

Por otro lado, Lowe - McConnell (1987) afirma que los peces de las regiones neotropicales no presentan especialización, pero sí, que modifican su dieta conforme van creciendo, cambiando de biotopo o de acuerdo con las fluctuaciones estacionales. Además, se afirma que las variaciones en la dieta probablemente estén relacionadas con la disponibilidad del alimento durante el año, la selección de los alimentos y cambios ontogénicos en la dieta o la presencia de otras especies competidoras.

Sin embargo, Gerking (1994) menciona que las especies generalistas no presentan una amplia preferencia por un recurso alimenticio en particular, así mismo, menciona que el término generalista no debería ser considerado como un esquema de clasificación alimenticia; de acuerdo con ello, el pejerrey de río *B. semotilus* se considera una especie especialista.

– **Sobreposición trófica relacionado con los intervalos de tallas**

Se evidenció un bajo traslape de la dieta entre las clases de tallas según el índice de Morisita - Horn, lo cual demuestra que los individuos de esta especie se alimentan de diferentes presas a medida que van creciendo; cuando se analizó este índice por épocas de muestreo no se observa mayor diferencia. Corroborando así que con variación ontogénica en la dieta. Mencionando nuevamente que los peces menores de 42 mm se alimentaban de presas pequeñas de insectos (estadios de larva, pupa o ninfa de tamaño pequeño).

Sandoval – Londoño *et al.*, (2014) evidenció los cambios de la alimentación de las especies de peces, donde los individuos juveniles presentan preferencias alimenticias por presas pequeñas y los adultos, presas diferentes y de mayor tamaño; siendo evidente el cambio ontogénico en la alimentación.

- **Caracterización físico-química**

En el estudio de los ríos costeros representativos del Perú, en el río Chillón la temperatura oscilaba entre 11,2 – 25,5 °C, el pH era propiamente alcalino, la conductividad fue 777 – 837 μ S, los sólidos totales disueltos entre 394 – 419 ppm (Ortega *et al.*, 2015); siendo los datos del estudio similares al presente estudio. En el caso del pH, en la época seca, se observa un valor de pH alto que podría explicarse por la presencia de sustancias contaminantes sobre todo en las estaciones BS-02 y BS-03, donde se evidenció la presencia montículos de basura en la zona ribereña; valor similar se observa en el monitoreo de SENAMHI (2007) en la estación Puente Magdalena (estación meteorológica cerca de las estaciones de muestreo del presente estudio), donde se obtuvo un valor de pH = 9,0. La conductividad y sólidos totales disueltos presentaron valores altos comparados con los estudios de García (2016), debido a los contaminantes antropogénicos presentes en las estaciones de muestreo (Jacobsen, 1998, citado en García, 2016); además, estos valores fueron menores a lo establecido en la todas las categorías de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del agua (PERÚ, 2015).

- **Protocolo Calidad Ecológica de los Ríos Altoandinos**

De acuerdo al protocolo CERA (Acosta *et al.*, 2009), solo la estación BS-01 fue considerada como referencia, por presentar una puntuación mayor al requerido; por ello, esta estación presentó una mejor condición ambiental. En la estación BS-02 y BS-03, se evidenció un menor porcentaje de la cobertura de la vegetación ribereña por causa de la erosión, presencia de campos de cultivos y residuos domésticos cercanos a la orilla.

- **Índice de hábitat fluvial IHF**

De acuerdo al Índice de Hábitat Fluvial (IHF) (Pardo *et al.*, 2002), todas las estaciones presentaron valores de índice por encima de los 40 puntos, necesarios para indicar que albergan una buena diversidad de macroinvertebrados. Sin embargo, en este índice también se corrobora que las dos últimas estaciones presentaron una menor puntuación, por la menor puntuación en las categorías de “Elementos de heterogeneidad”, “Cobertura de vegetación acuática” y “Porcentaje de sombra en el cauce”. Ninguna de las estaciones presentó un valor superior a 75 (puntaje óptimo). Por ello, al observarse que el grado de integridad ecológica osciló entre buena y alterada, la comunidad de macroinvertebrados fue pobre y poco representativa en la zona de estudio. Sin embargo, Villamarín (2008) destaca que el hábitat es relevante para el análisis de las comunidades ya que de forma natural su heterogeneidad es mayor en las zonas de menor altitud respecto a las de mayor por la estructura de la vegetación de la cuenca y la zona ribereña; pero en este caso no se hace evidente la heterogeneidad ribereña por estar dominada de plantas exóticas.

– **Índice de la calidad de vegetación ribereña QBR-And**

Los valores obtenidos con este índice evidenciaron que la composición de la vegetación en el área de estudio calificado de mala calidad o calidad intermedia. Y de acuerdo con las épocas de muestreo, no hubo mayor variación. Acosta (2009) tampoco encontró diferencias significativas entre las variaciones estacionales (época seca y húmeda), al contrario de lo que sucede en zonas templadas o inclusive en otras regiones de los Andes como en los páramos ecuatorianos (Chaves *et al.*, 2008; Jacobsen & Encalada, 1997; citado en Acosta, 2009).

De acuerdo con la altitud, estos resultados pueden ser los esperados porque en el estudio de Acosta *et al.*, (2009), reportan a los árboles y arbustos de mayor tamaño en zonas de menor altitud, como es el caso de *Eucalyptus spp*, *Schinus molle* y *Arundo donax*, especies exóticas presentes en casi toda la cobertura de la ribera y especies nativas como *Tessaria integrifolia*, *Baccharis sp* y *Ludwigia sp*, en menor porcentaje.

La presencia de las plantas exóticas reducen el crecimiento o eliminación de los vegetales autóctonos y reducción de la fauna local, por ser muy territoriales (Suresh & Vinaya, 1988; Singh & Kohli, 1992, citado en Ceccon & Martínez-Ramos, 1999; ABC Natural-Biodiversidad, 2017); por ello, son pocas las especies vegetales nativas y la gran dominancia de las exóticas que componen casi toda la vegetación ribereña.

- **Caracterización de la comunidad de peces**

En la cuenca baja del río Chillón se colectaron cuatro especies de peces; se puede sugerir que estas especies se mantuvieron presentes hasta la fecha; porque un estudio realizado en el 2014 en esta cuenca, registraron en este río a los peces mencionados más la presencia de *Andinoacara stalsbergi* y *Poecilia reticulata*. La baja riqueza de peces es característico de los ríos centrales costeros (Ortega *et al.*, 2012; Ortega *et al.*, 2015).

- **Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados**

En la época seca, se identificaron las dos familias de Gastropoda, Physidae y Lymnaeidae, siendo registradas en BS-01, punto de muestreo en el cual la conductividad eléctrica fue mayor. Esto concuerda con Roldán (1996), que sostiene que los organismos del phylum Mollusca viven en ambientes con gran salinidad, especialmente carbonato de calcio, considerados como indicadores aguas duras y alcalinas. Además, el género *Physa* puede sobrevivir en lugares con gran vegetación y restos orgánicos.

La clase Oligochaeta, que fue encontrada en los estómagos del pejerrey, es típica de ambientes acuáticos con cierto grado de contaminación orgánica (Encalada *et al.*, 2011), corroborando esto, ya que fueron encontrados en estaciones con presencia de desechos orgánicos, vertimiento de aguas residuales de uso doméstico, grandes áreas de cultivos y ganadería. Además, ellos no prefieren una heterogeneidad de hábitats sino son más generalistas (Acosta, 2009).

Estos insectos tienen su importancia como bioindicadores, siendo los órdenes sensibles a la contaminación del agua Trichoptera y Ephemeroptera, que viven enterrados en fondos arenosos o rocosos, exigiendo ambientes bien oxigenados para su supervivencia (Russo *et al.*, 2002; McCafferty, 1981).

El orden Ephemeroptera, las familias Baetidae y Leptoheptidae, fueron encontradas en todas las estaciones de estudio. García (2016) en su estudio reportó al género *Tricorythodes* (familia Leptoheptidae) únicamente a 2600 msnm (estación más baja, altitudinalmente); corroborando con Villamarín (2008) quien indica que la familia Leptoheptidae es representativa de altitudes menores.

El orden Diptera aportó con el mayor número de taxa. De las familias encontradas de este orden, destacan Blephariceridae (consideradas como indicadora de aguas limpias y oxigenadas (Encalada *et al.*, 2011)), Simuliidae (con alta sensibilidad a contaminantes (Domínguez & Fernández, 2009)), Empididae, indicador de aguas oligo-mesotróficas (Roldán, 1996) y algunos géneros pertenecientes a Chironomidae, indicador de contaminación orgánica (Roldán, 1996).

La familia Elmidae presentó la mayor abundancia en la época húmeda en todas las estaciones de muestreo, es conocida por ocupar hábitats de fuerte corriente, buena oxigenación, sustrato pedregoso, arenosos y con vegetación sumergida y emergente (Roldán, 1996; García, 2016). Sin embargo, Villamarín (2008) reporta a esta familia como representativa de altitudes mayores pero en este estudio se distribuyen.

La diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un sitio determinado puede estar definida por el sustrato y vegetación ribereña (Vannote *et al.*, 1980). La baja riqueza de especies de macroinvertebrados en comparación con el estudio de García (2016), tiene su efecto en la gradiente altitudinal, distinguiéndose diversos modelos en familias con varios géneros como Elmidae, Chironomidae y Baetidae (Acosta, 2009) y el impacto directo e indirecto de contaminantes antrópicos.

Además, la riqueza de taxa está fuertemente relacionado con el hábitat fluvial (IHF); puesto que, en zonas donde la estructura de la vegetación ribereña es compleja y diversa, aumenta la heterogeneidad del hábitat fluvial y con ello la riqueza de taxa (Acosta, 2009). Por ello, los valores del IHF fueron pobres por evidenciarse gran cobertura de *Eucalyptus spp* y *Arundo donax* en todos los puntos de muestreo, la vegetación ribereña no fue compleja sino que estaba dominado por especies exóticas. Estudios recientes en ríos españoles han corroborado el impacto negativo que tiene este árbol en los ecosistemas acuáticos, por disminuir la calidad de materia orgánica que ingresa a los ríos en forma de hojas y que sirva como alimento para larvas de insectos, además de reducir el crecimiento y deteriorar la construcción de sus estuches, en comparación con las larvas que se alimentan de hojas de especies nativas (Correa-Araneda *et al.*, 2017).

Villamarín (2008), indicó que IHF mostró ser de mayor importancia para la comunidad, esto es debido a que en los ríos altoandinos se registró un aumento de la diversidad de hábitats en las zonas de menor altitud debido al aporte de hábitats que da el bosque de ribera bien desarrollado. Sin embargo, este aporte lo

brindan plantas exóticas territoriales; sugiriendo que podría tener un efecto negativo en la comunidad bentónica.

– **Índice biótico andino ABI**

La calidad biológica de los ecosistemas acuáticos continentales puede ser evaluada por las comunidades bióticas que los habitan (Norris & Georges, 1993; Russo *et al.*, 2002). Aplicando este índice utilizando los macroinvertebrados presentes en el ambiente, las tres estaciones analizadas, independientemente de la época de muestreo fueron consideradas con una calidad de moderado a bueno. Sin embargo, cuando se usaron los macroinvertebrados presentes en los estómagos del pejerrey y la puntuación varió; puesto que, durante la época seca, la estación BS-01 fue considerada muy buena; mientras que en la época húmeda, buena; y el resto de estaciones independiente de la variación estacional tuvieron una calidad de buena.

El análisis del contenido estomacal de peces insectívoros puede fortalecer un panorama aproximado de la abundancia local de la entomofauna; porque los peces tienen mayor alcance a los microhábitats y entornos acuáticos (Wootton, 1990).

VII. CONCLUSIONES

- El pejerrey de río *Basilichthys semotilus* presentó hábitos alimenticios omnívoros – insectívoros, evidenciándose la selectividad de *Leptohyphes*, *Tricorythodes* e Hydrobiosidae, tanto en época seca, como en húmeda; mientras que un rechazo por Elmidae en los estadios de pupa y adulto. La amplitud de nicho trófico para *B. semotilus* evidencia una especialización, siendo la familia Leptohyphidae la más representativa.
- Existe una variación ontogénica en la dieta de *B. semotilus*; siendo que los individuos de menor talla son exclusivamente insectívoros mientras que los mayores son omnívoros. No se evidenció sobreposición de tallas respecto a la alimentación; corroborándose la variación ontogénica en la dieta de la especie.
- No se evidenció una variación estacional significativa entre las épocas de muestreo; sin embargo, se evidenció que la época húmeda presentó mayor abundancia de la familia Leptohyphidae y la presencia de nuevos ítems pero en menor abundancia. El material autóctono fue la principal fuente de alimentación, principalmente pupas y ninfas de insectos.
- La comunidad de peces acompañantes estuvo conformada por tres especies: *Lebiasina bimaculata*, *Bryconamericus peruanus* y *Trichomycterus punctulatus*. La riqueza íctica en el río Chillón no ha variado con respecto a estudios realizados previos.

- La cuenca baja del río Chillón presentó una riqueza de macroinvertebrados, representada y dominada por la clase Insecta, con una docena de familias.
- El protocolo de CERA evidencia que las estaciones de muestreos se encuentran en estado moderado y próximo a su alteración, debido principalmente a los contaminantes antrópicos.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre reproducción y crecimiento para entender cabalmente la biología de *Basilichthys semotilus*.
- Realizar muestreos mensuales o semestrales para observar mejor el comportamiento de la dieta en relación a las épocas estacionales.
- Realizar estudios que relacionen entre el tamaño del depredador y la presa; para entender aún más el comportamiento alimenticio de la especie.
- Evidenciar la presencia de la especie en la zona norte y sur; porque este trabajo se realizó en la zona central; en el río donde sus poblaciones eran dominantes.
- Realizar estudios de oferta no solo de macroinvertebrados, sino también en insectos terrestres que se posan en la capa superficial del río y las ramas, hojas o semillas.
- Reforestar las riberas que se encuentran erosionadas; con preferencia considerando las plantas nativas.
- Realizar estudios de ecología trófica con todas las especies presentes en la zona y determinar si existe algún tipo de competencia.

- Realizar estudios de ecomorfología con las especies de peces presentes en la cuenca del río Chillón.
- Realizar monitoreos de la calidad del agua del río Chillón para saber la presencia de contaminantes, por ser uno de los recursos que más utilizan los pobladores de la zona.
- Sensibilizar a los pobladores con charlas de educación ambiental; para que utilicen de manera eficiente los recursos naturales (agua, energía, suelos, áreas verdes, etc.).

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABC Natural-Biodiversidad. 2017. Los eucaliptos disminuyen la biodiversidad en los ríos. Galicia, España.: ABC Natural-Biodiversidad. Recuperado de http://www.abc.es/natural/biodiversidad/abci-eucaliptos-disminuyen-biodiversidad-rios-201706131343_noticia.html.

Acosta, R., Ríos-Touma, B., Rieradevall, M. & Prat, N. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación en dos cuencas del Ecuador y Perú. *Limnetica*. Vol. 28 (1): 35 – 64.

Acosta R., R. 2009. Estudio de la cuenca altoandina del río Cañete (Perú): Distribución altitudinal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y caracterización hidroquímica de sus cabeceras cársticas. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, Facultad de Biología, España.

Aliaga, M. 2010. “Situación ambiental del recurso hídrico en la cuenca baja del río Chillón y su factibilidad de recuperación para el desarrollo sostenible”. Tesis para obtener el grado de maestría. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Ambiental. Pp. 12-14.

Andrian, I. F., F. A. Lansac-Tôha & L. F. Alves. 1994. Entomofauna disponível para a alimentação de peixes, comedores de superfície, em duas lagoas da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Revista UNIMAR*. 16: 117-126.

Angermeier, P. & Kare, J. 1984. Fish communities along environmental gradients in a systems of tropical streams. *Environmental Biology of Fishes*. 9: 117 - 135.

Aquino, A.E. 1991. Alimentación de *Odontesthes bonariensis* (Cuv. & Val. 1835) (Osteichthyes, Atherinidae) en el embalse El Cadillal (Tucumán, Argentina). *Biol. Acuática* 15: 176-177.

Armitage, P.B., Moss, D. Wright, J.F & Furse, M.T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water. *Water Res.*, 17(3): 333-347.

Autoridad Nacional del Agua (ANA). 2003. Estudio integral de los recursos hídricos de la cuenca del río Chillón componente hidrología superficial. Lima – Perú. 149 pp.

Bahamondes, I., Soto, D. & Vila, I. 1979. Hábitos alimentarios de las especies de Atherinidae del embalse Rapel. *Medio Ambiente* 4(1): 3-18.

Barros, S.E., Regidor, H. & Iwaszkiw, J. 2004. Biología pesquera del Pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Cuvier & Valenciennes, 1835) en el subtrópico de Argentina. *Revista AquaTIC* 20: 32-37. Disponible desde: http://revistaaquatic.com/aquatic/pdf/20_04.pdf

Beal Galina, A & Segatti Hahn, N. 2014. Atividade de forrageamento de *Triportheus spp.* (Characidae, Triportheinae) utilizada como ferramenta da

amostragem da entomofauna, na área do reservatório de Manso, MT. Rev. bras. Zool. Juiz de Fora V. 6 N°1 Jul/2004 Pp. 81-92.

Burbidge, R.G., Carrasco, M.C. & Brown, P.A. 1974. "Age, growth, length weight relationship, sex ratio and food habits of the Argentine pejerrey, *Basilichthys bonariensis* (Cuv. et Val), from Lake Peñuelas, Valparaiso, Chile". Journal of Fish Biology 6(2): 299-306.

Cabrera, S., M. de Lourdes, Baiz., Christiansen, H. & Candia, C. 1973. Algunos aspectos biológicos de las especies de ictiofauna de la zona de Punta Lara (Río de La Plata). 1ra Parte. Alimentación natural del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*). Servicio de Hidrología Naval, Armada Argentina. 10(28): 1-29.

Castro, J. 1991. Ecología trófica de la caballa (*Scomber japonicus* Houttuyn 1780) en aguas del archipiélago Canarias. Las Palmas de Gran Canarias, España. Universidad de las Palmas de Gran Canarias. [Tesis doctoral]. Pp. 19-20.

Ceccon, E & Martínez-Ramos, M. 1999. Aspectos ambientales referentes al establecimiento de plantaciones de eucalipto de gran escala en Áreas Tropicales: aplicación al caso de México. Interciencia, vol. 24 N° 6. Pp. 352-359.

Colonello, J.H. 2005. "Ecología reproductiva y hábitos alimentarios del pez ángel, *Squatina guggenheim* (Chondrichthyes: Squatinidae), en el Distrito Biogeográfico Bonaerense, entre 34° y 42°". [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Mar del

Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero Mar del Plata. 73 pp.

Comte, S. & Vila, I. 1986. Modalidad reproductiva de *Basilichthys microlepidotus* (Jenyns) en el río Choapa. (Pisces: Atherinidae). Anales del Museo Historia Natural de Valparaíso 18: 85-94.

Correa-Araneda, F., Ana Basaguren, R., Abdala-Díaz, A. & Boyero, L. 2017. Resource-allocation tradeoffs in caddisflies facing multiple stressors. Ecology and Evolution. 2017. Pp. 1–8.

Cortijo, A. 2012. Alimentación natural de peces Characiformes: *Brycon hilarii* y *Leporinus friderici* en la parte baja del Río Palcazú (Oxapampa - Pasco). Tesis para optar el grado de Biólogo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Asesor: H. Ortega. 107 pp.

Da Mota, R & Sanches, V. 2004. Dieta de duas espécies de peixes do Ribeirão do Atalho, Itatinga, SP. Rev. bras. Zootecias Juiz de Fora V. 6 Nº2 Dez/2004. Pp. 191-205.

De la Hoz, E. & Tosti-Croce, E. 1981. Osteología de *Basilichthys australis* Eigenmann (Teleostei- Atherinidae). Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso 14: 229-245.

De la Hoz, E., Cancino, C. & Ojeda, E. 1996. Capacidades de modulación y plasticidad funcional de los mecanismos de captura de alimento en Atherinopsinae sudamericanos (Teleostei, Atherinidae). *Investigaciones Marinas, Valparaíso* 22: 45-65.

Del Ponti O. & M. García. 2015. Alimentación del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en las lagunas Bajo Giuliani y Don Tomás - Provincia de La Pampa, Argentina. *Semiárida Rev. Fac. Agron. UNLPam* Vol. 25(1): 7-15

Domínguez, E. & Fernández, H. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología. 1a ed. - Tucumán: Fundación Miguel Lillo. 656 pp. [ISBN 978-950-668-015-2].

Doncel, O. & Paramo, J. 2010. Hábitos alimenticios del pargo rayado, *Lutjanus synagris* (Perciformes: Lutjanidae), en La zona norte Del Caribe colombiano. *Latin american journal of aquatic research* 38(3), 413- 426.

Dyer, B. 1997. Phylogenetic revision of Atherinopsinae (Teleostei, Atherinopsidae), with comments on the systematics of the South American freshwater genus *Basilichthys* Girard. *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan* 187: 1-64.52.

Dyer, B. 2000. Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. *Estudios Oceanológicos, Chile* 19: 77-98.

Dyer, B. 2006. Systematic revision of the South American silversides (Teleostei, Atheriniformes). *Biocell* 30(1): 69-88.

Encalada, A.C., Rieradevall, M., Ríos-Touma, B., García, N. & Prat, N. 2011. Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S). USFQ, UB, AECID, FONAG, Quito, 83 pp.

Espino, J. 2017. Caracterización hidrobiológica y calidad de agua en la cuenca del río Acarí (Ayacucho – Arequipa).. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis para optar el Título de Biólogo. Asesor: H. Ortega. 110 pp.

Esteves, K. E. & Aranha, M. R. 1999. Ecología trófica de peixes de riachos. 157-182. In: E. P. Caramaschi; R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto (eds). *Ecologia de Peixes de Riachos. Série Oecologia Brasiliensis*, vol. VI, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro. 260 pp.

Ferreira, A. 2004. Ecología Trófica de *Astyanax paranae* (OSTEICHTHYES, Characidae) em córregos da bacia do rio passa-cinco, Estado de São Paulo. Dissertação do mestrado em Ecologia de Agroecossistemas. Universidade de São Paulo - Brasil. Pp. 19-20.

Gajardo, G.M. 1988. Genetic divergence and speciation in *Basilichthys microlepidotus* Jenyns, 1842 and *B. australis* Eigenmann, 1927 (Pisces, Atherinidae). *Genética* 76: 121-126.

García, R. 2016. Diversidad de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca alta del Río Chillón (Lima, Perú) y su uso como indicadores biológicos. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Asesor: I. Samanez. 135 pp.

Gerking, D.S. 1994. Feeding ecology of fish. Academic, Londres, Inglaterra. 416 pp.

Gill, A.B. & Hart, P.J.B. 1999. Dynamic changes in prey choice by stickleback during simultaneous encounter with large prey. *Journal of Fish Biology*, London, 55: 1317-1327.

Gordon, N.D. Stream hydrology: an introduction. Chichester: John Wiley and Sons. 1993.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). [Visitado 01 de Octubre del 2016].

Disponible en:

<http://www.gbif.org/species/2412253/datasets?type=OCCURRENCE>.

Gutiérrez-Garaviz, J., Peláez-Rodríguez, M. & Ovalle-Serrano, H . 2016. Macroinvertebrados acuáticos presentes en dietas de peces de la cuenca del río Hacha (Caquetá, Colombia). *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 40(156):420-432, julio-septiembre de 2016 doi: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.344>.

Ivlev, V.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. New Haven: Yale University Press. Pp. 234-236.

Habit, E., Dyer, B. & Vila, I. 2006. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. *Gayana* 70:100-112.

Habit, E., González, J., Ortiz-Sendoval, J., Elgueta, A. & Sobenes, C. 2015. Effects of salmonid invasion in rivers and lakes of Chile. *Revista Ecosistemas* 24(1): 43-51. Doi.: 10.7818/ECOS.2015.24-1.08

Hynes, B. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J Anim Ecol* 1950; 19(1):36-58.

Langton, R.W. 1982. Diet overlap between the Atlantic cod *Gadus morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis* and fifteen other northwest Atlantic finfish. *Fishery Bulletin B-NOAA* 80: 745-759.

Lima Belmont, L., Falcão Salles, F. & Hamada, N. 2012. Leptohiphidae (Insecta, Ephemeroptera) do Estado do Amazonas, Brasil: novos registros, nova combinação, nova espécie e chave de identificação para estágios ninfais. *Revista Brasileira de Entomologia* 56(3): 289–296.

López, A., Durán, W. & Tejera, L. 2003. Alimentación de la ictiofauna del río Sauce Grande, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Biología Acuática*. 20: 73-79.

Lowe, S., Browne, M., Boudjeleasm, S. & De Poorter, M. 2004. "Cien de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo". Una selección del Global Invasive Species Database. Grupo Especialista de Especies Invasoras (CSE-IUCN), Auckland, New Zealand. Pp. 6.

Lowe-McConnell, R. H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. New York: Cambridge University press. 382 pp.

Mancini, M., Nicola, I., Salinas, V. & Bucco, C. 2009. Biología pesquera de *Odontesthes bonariensis* (Piscis, Atherinopsidae) de la laguna Los Chacros (Córdoba, Argentina). *Revista Peruana de Biología* 15(2): 65-71.

McCafferty, W.P. 1981. *Aquatic entomology: the fishermen's and ecologist's illustred guide to insects and their relatives*. Jones & Bartlett, Boston, EEUU.

Merrit, R.W., Cummins, K.W. & Berg, M.B. 2008. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America* (4th ed). Kendall: Hunt Publishing Company. Pp. 42-71.

Mittelbach, G.G. & Pearson, L. 1998. The ontogeny of piscivory and its ecological consequences. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Ottawa, 55: 1454-1465.

Molina, C. I., Gibon, F., Pinto, J. & Rosales, C. 2008. Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un río altoandino de la Cordillera Real, Bolivia: Variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales. *Ecología Aplicada*, Vol. 7(1,2): 105 – 116.

Moreno, C., Urzua, R. & Bahamondes, N. 1977. Breeding, sexual rate and fecundity of *Basilichthys australis* Eigenmann 1927, from Maipo River, Chile (Atherinidae, Pisces). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 12: 217-223.

Norris, R.H. & A. Georges. 1993. Analysis and interpretation of benthic macroinvertebrates surveys, p. 234-286. In D.M. Rosenberg & V.H. Resh (eds.). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman Hall, Nueva York, EEUU.

Olaya, C., Soto, P. & Barrera, J. 2009. Hábitos Alimentarios de la Mayupa (*Sternopygus macrurus* Bloch & Schneider, 1801) en el río Sinú. *Rev. MVZ Córdoba* 14(3): 1787-1795.

Olaya-Nieto, C.W., Tobías-Arias, A.J., Segura-Guevara, F., Brú-Cordero, S.B. & Tordecilla-Petro, G. 2003. Modificación del índice de importancia relativa (IIR) de Yáñez-Arancibia, Curiel-Gómez & Leyton (1976). Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Acuicultura, Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Lorica. 310 pp.

Olarte, B. 2007. La cuenca del río Chillón: Problemática y potencial productivo. Universidad de Lima. Ingeniería Industrial N° 25. Pp. 53-68.

Ortega, H., Guerra, H. & Ramírez, R. 2007. The Introduction of Nonnative Fishes into Freshwater Systems of Peru. T.M. Bert (Ed.). Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities. Dordrecht: Springer. Pp. 247-278. [ISBN 978-140-20614-8-6]

Ortega, H., Hidalgo, M., Trevejo, G., Correa, E., Cortijo, A.M., Meza, V. & Espino, J. 2012. Lista anotada de Peces de aguas continentales del Perú: Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Segunda edición. Ministerio del Ambiente - Museo de Historia Natural, UNMSM. Lima. Pp. 14-16. [ISBN 978-612-16053-2-1]

Ortega, H., Espino, J., Valenzuela, S., Valenzuela, L., Armas, M & Marchena, J. 2015. Ríos y arroyos costeros representativos del Perú: caracterización, diversidad de la biota acuática y amenazas a la conservación. En: Lasso, C. A., J. F. Blanco-Libreros & P. Sánchez-Duarte. 2015. XII. Cuencas pericontinentales de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela: tipología, biodiversidad, servicios ecosistémicos y sostenibilidad de los ríos, quebradas y arroyos costeros. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. Pp. 380 – 392.

Pardo, I., M. Alvarez, J. L. Moreno, S. Vivas, N. Bonada, J. Alba-Tercedor, P. Jaimez- Cuellar, G. Moya, N. Prat, N. Robles, M. Toro & M. R. Vidal-Abarca. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21(3-4): 115-134.

Power, M.E. 1983. Grazing responses of tropical freshwater fishes to different scales of variation in their food. *Env. Biol. Fishes*, Dordrecht, v.9, n. 2. Pp.103-115.

Quiroz, S. 2007. Ecología trófica de la ictiofauna del Río Petorca: antecedentes para la conservación de la diversidad acuática, de la Quinta Región. Cuadernillos técnicos de Restauración de Ecosistemas Acuáticos. Museo de Historia Natural de Valparaiso. Pp. 9-10.

Reis, R., Kullander, S. & Ferraris, C. Jr. 2003. Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America (CLOFFSCA). Porto Alegre, Brasil. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (EDIPUCRS). 680 pp. ISBN 85-7430-361-5.

Reis, R. & Lima, F. 2009. *Basilichthys semotilus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009. Downloaded on 01 March 2017.

Rezende C. F. & Mazzoni, R. 2006. Disponibilidade e uso de recursos aloctones por *Bryconamerius microcephalus* (Miranda-Ribeiro) (Actinopterygii, Characidae), no correjo Andorinha, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 23 (1): 218-222.

Ringuelet, R.A., R. Iriart & A. H. Escalante. 1980. Alimentación del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*, Atherinidae) en la Laguna Chascomús (Buenos Aires, Argentina). Relaciones Ecológicas de Complementación y Eficiencia Trófica del Plancton. Limnobiós 1: 448-460.

Roldán, G. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. FEN, COLCIENCIAS, Universidad de Antioquia, Colombia. 217 pp. ISBN 958-9129-04-8.

Rodríguez-Ruiz, J., Sánchez-Lizaso, L. & Ramos-Esplá, A. 2001. Cambios estacionales en la dieta de *Diplodus annularis* (L., 1758) en el sudeste ibérico. España. Boletín del Instituto Español de Oceanografía 17(1-2): 87-95. ISSN: 0074-0195.

Ruiz, L., Prieto, A. & Lemus, M. 2001. Morfología bucofaríngea y hábitos alimentarios de *Micropogonias furnieri* (Pisces: Sciaenidae) en la costa norte del Estado Sucre. Venezuela. Revista de Biología Tropical 49(3-4): 903-913.

Russo, M. R., Ferreira, A. & DIAS, R.M. 2002. Disponibilidade de invertebrados aquáticos para peixes bentófagos de dois riachos da bacia do rio Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil. Acta Scientiarum. 24: 411-417.

Sagretti, Luis, & Bistoni, María de los Angeles. 2001). Alimentación de *Odontesthes bonariensis* (CUVIER Y VALENCIENNES 1835)

(ATHERINIFORMES, ATHERINIDAE) en la laguna salada de Mar Chiquita (CORDOBA, ARGENTINA). *Gayana (Concepción)*, 65(1), 37-42.

Samanez, I., Rimarachin, V., Palma, C. y Ortega, H. 2014. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. Pp. 37 - 43.

Sandoval-Londoño, L., Leal-Flórez, J., Blanco-Libreros, J. & Taborda-Marín, A. 2014. Hábitos alimenticios y aspectos del uso del hábitat por el chivo cabezón *Ariopsis sp. (aff. assimilis)* (Siluriformes: Ariidae), en una laguna costera Neotropical (Ecorregión Darién, Colombia). *Actual Biol Volumen 37 / Número 102*.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). 2007. Monitoreo de la Calidad de Agua de los ríos en el Perú. Disponible en: www.senamhi.gob.pe/main_down.php?ub=est&id=hidro_monCalAgua_peru08

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). 2017. Monitoreo Hidrológico 2016-2017. N° 192-17. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/02660SENA-390.pdf>

Sifuentes, M. 1992. Ictiología básica y aplicada en la Cuenca del río Santa (Ancash) – Perú. Primera edición. Museo de Historia Natural, UNMSM. Lima. EDITEC del Perú S.R.Ltda. Pp. 32-34.

Sifuentes, M. 2017. Composición, distribución y ecología de la ictiofauna de la cuenca del río Cañete, Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis para optar el Grado Académico de Magister en Recursos Acuáticos. Asesor: H. Ortega. 107 pp.

Simon, K.S & Townsend, C.R. 2003. Impacts of freshwater invaders at different levels of ecological organization, with emphasis on salmonids and ecosystem consequences. *Freshwater Biology* 48, 982-994.

Smith, P.E. & Zaret, M.P. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology* 63: 1248-1253.

Sobarzo, G. 2014. Dieta de *Orestias ascotanensis* Parenti en tres vertientes del Salar de Ascotán. Tesis para optar al Título Profesional de Médico Veterinario. Universidad de Chile. Asesora: Irma Vila Pinto. 44 pp.

Tognelli M.F., Lasso, C.A., Bota-Sierra, C.A., Jiménez-Segura, L.F. y Cox, N.A. 2016. Estado de conservación y distribución de la biodiversidad de agua dulce en los Andes Tropicales. Gland, Suiza, Cambridge, UK y Arlington, USA: UICN. 199 pp.

Trujillo-Jiménez, P. & E. Díaz-Pardo. 1996. Espectro trófico de *Ilyodon whitei* (Pisces: Goodeidae) en el río del muerto, Morelos, México. *Revista Biológica Tropical*. 44: 755-761.

Uieda, V.S. 1995. Comunidades de peixes em um riacho litorâneo: composição, hábitat e hábitos. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Urzúa, R., Díaz, C., Karmy, E. & Moreno C. 1977. Alimentación natural de *Basilichthys australis* en Tejas Verdes, Chile. *Biología Pesquera, Chile* 9: 45-61.

Vannote R. L., G. Minshall, W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. & Cushing, C. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 37: 130-137.

Vera, A., Oyague, E., Castañeda, L. & Quinteros Z. Hábitos alimentarios del bagre "life" *Trichomycterus punctulatus* (VALENCIENNES, 1846) (ACTINOPTERYGII, SILURIFORMES) En el río Pisco, Perú. *Ecología Aplicada*, 12(2), 2013 Presentado: 15/04/2013 ISSN 1726-2216.

Vila, I., Fuentes, L. & Contreras, M. 1999. Peces Límnicos de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 48: 61-75.

Vila, I., Soto, D & Bahamondes, I. 1981. Age and growth of *Basilichthys australis* (Eigenmann 1927) in Rapel reservoir, Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 16: 9-22.

Villamarín F., C. 2008. Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos de Ecuador y Perú. *Diseño de*

un sistema de medida de la calidad del agua con índices multimétricos. Asesores: Narcís Prat i Fornells y María Rieradevall i Sant. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, Facultad de Biología, España.

Wayne, W.D. 1997. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa. México. 878 pp.

Wainwrite, P.C, & Barton, R. A. 1995. Predicting patterns of prey use from morphology of fishes. *Environmental Biology of Fishes*. 44: 97 – 113.

Wootton, R.L. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman & Hall, London, England. 404 pp.

Zaret, T.M. & Rand, A.S. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, 52(2):336-342.

Zavala, L. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes, EDUEM, Nupelia, Maringá. 31-33. ISBN 85-85545-20-8.

X. ANEXO

Anexo 1. Estación de muestreo BS-01.



Anexo 2. Estación de muestreo BS-02.



Anexo 3. Estación de muestreo BS-03.



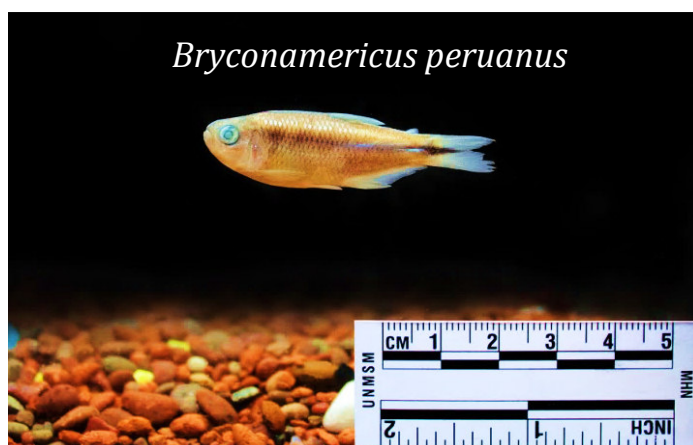
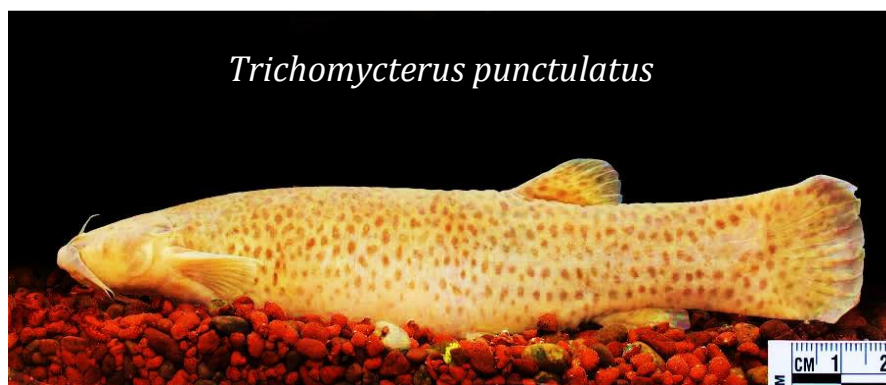
Anexo 4. Metodología de la captura de los peces.



Anexo 5. Metodología de la colecta de macroinvertebrados con la red Surber.



Anexo 6. Comunidad de peces presentes en la cuenca baja del río Chillón.

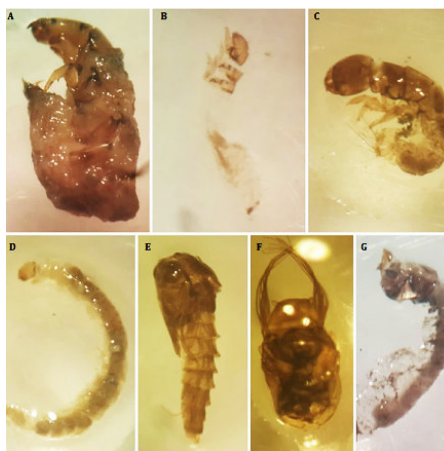




Anexo 7. Procesamiento de los estómagos de *Basilichthys semotilus*.



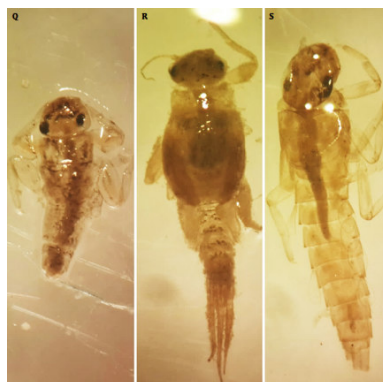
Anexo 8. Ítems presentes en los estómagos de *Basilichthys semotilus*. A. Hydrobiosidae; B. Hydroptilidae; C. Hydropsichidae; D. Chironomidae; E. Chironomidae pupa; F. Simuliidae pupa; G. Simuliidae.



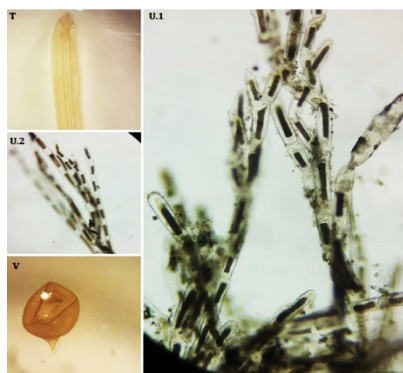
Anexo 9. Ítems presentes en los estómagos de *Basilichthys semotilus*. H. Elmidae pupa; I. Elmidae adulto; J. Blepharoceridae; K. Empididae; L. Lepidoptera pupa; M. Diptera pupa; N. Formicidae; O. Physidae; P. Oligochaeta.



Anexo 10. Ítems presentes en los estómagos de *Basilichthys semotilus*. Q. *Tricorythodes*; R. *Leptohyphes*; S. Baetidae.



Anexo 11. Ítems presentes en los estómagos de *Basilichthys semotilus*. T. Hoja de Poaceae; U. Cladophora; V. Semilla de Poaceae.



Anexo 12. Riqueza de familias y/o géneros por cada filo de macroinvertebrados y plantas encontrado en los estómagos de *Basilichthys semotilus*.

Reino	Phylum	Clase / Subclase	Orden	Familia	Género
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Lymnaeidae	
				Physidae	<i>Physa</i>
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	
				Diptera	Blephariceridae
			Chironomidae		
			Empididae		
			Simuliidae		
			Muscidae		
			Ephemeroptera	Baetidae	
				Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> <i>Tricorythodes</i>
				Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>
			Hemiptera	Belostomatidae	
			Hymenoptera	Formicidae	
			Lepidoptera	Pyralidae	
			Odonata		
			Trichoptera	Hydrobiosidae	
				Hydropsychidae	
				Hydroptilidae	
	Arachnida	Trombidiformes	Hydracarina		
		Aranaea			
Annelida	Clitellata Oligochaeta				
Plantae	Chlorophyta	Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora</i>
	Magnoliophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	

**Anexo 13. Protocolo de condición de referencia de las estaciones de muestreo -
Calidad Ecológica de los Ríos Altoandinos (CERA).**



Apartado	Poco	Medio	Mucho
CUENCA			
1.1 Cobertura de especies introducidas (Eucaliptos y Pinos especialmente)	5	3	1
1.2 Porcentaje de cobertura en pastos artificiales	5	3	1
1.3 Porcentaje de cobertura en usos urbanos	5	3	1
1.4 Ausencia de vegetación autóctona	5	3	1
1.5 Explotaciones mineras	5	3	1
1.6 Explotaciones ganaderas intensivas (intensivas)	5	3	1
HIDROLOGÍA			
2.1 Presencia de grandes presas aguas arriba del lugar	5	3	1
2.2 Derivaciones de agua para hidroeléctricas azudes < 10m	5	3	1
2.3 Traslados a otras cuencas o desde otras cuencas	5	3	1
2.4 Derivaciones para usos en agricultura y ganadería	5	3	1
2.5 Derivaciones para uso en minería	5	3	1
2.6 Derivaciones para uso urbano (usos domésticos e industriales)	5	3	1
TRAMO (Incluye ribera y zona inundación)			
3.1 Canalización del río por infraestructuras rígidas (escolleras, etc...)	5	3	1
3.2 Canalización del río por terraplenes	5	3	1
3.3 Presencia de cultivos i/ovacas y pasto en la llanura de inundación	5	3	1
3.4 Infraestructuras laterales (carreteras, construcciones...)	5	3	1
3.5 Falta de cubierta de la zona de ribera (árboles o arbustos)	5	3	1
3.6 % Cubierta vegetal por especies introducidas (árboles o arbustos)	5	3	1
LECHO			
4.1 Sustrato del lecho totalmente artificial (p.e. cemento, escollera...)	5	3	1
4.2 Infraestructuras transversales (p.e. azudes, vados)	5	3	1
4.3 Presencia de efluentes directos al río	5	3	1
4.4 Contaminación orgánica evidente	5	3	1
4.5 Contaminación minera evidente	5	3	1
4.6 Presencia de basuras y escombros (sea en la ribera o en el mismo lecho)	5	3	1

El valor máximo del índice es de 120, el mínimo de 24.

Se considera que valores superiores a 100 son necesarios para poder considerar un punto como de referencia.

De todas formas un punto de referencia debe obtener como mínimo 20 puntos en cada apartado.

Anexo 14. Índice de hábitat fluvial (IHF) (Adaptado de Pardo *et al.*, 2002).

Bloques		Puntuación
1. Inclusión rápidos		
Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0
		TOTAL (una categoría)
2. Frecuencia de rápidos		
	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25	4
	Sólo pozas	2
		TOTAL (una categoría)
3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)		
% Bloques y piedras	1 - 10%	2
	> 10%	5
% Cantos y gravas	1 - 10%	2
	> 10%	5
% Arena	1 - 10%	2
	> 10%	5
% Limo y arcilla	1 - 10%	2
	> 10%	5
		TOTAL (sumar categorías)
4. Regímenes de velocidad / profundidad		
	somero:< 0.5 m 4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10
	lento:< 0.3 m/s Sólo 3 de las 4 categorías	8
	Sólo 2 de las 4	6
	Sólo 1 de las cuatro	4
		TOTAL (una categoría)
5. Porcentaje de sombra en el cauce		
	Sombreado con ventanas	10
	Totalmente en sombra	7
	Grandes claros	5
	Expuesto	3
		TOTAL (una categoría)
6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)		
	Hojarasca > 10% ó < 75%	4
	< 10% ó > 75%	2
	Presencia de troncos y ramas	2
	Raíces expuestas	2
	Diques naturales	2
		TOTAL (una categoría)
7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)		
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10
	< 10% ó > 50%	5
	Ausencia absoluta	0
% Pecton	10 - 50%	10
	< 10% ó > 50%	5
	Ausencia absoluta	0
% Fanerógamas	10 - 50%	10
	< 10% ó > 50%	5
	Ausencia absoluta	0
		TOTAL (sumar categorías)
		PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)

Anexo 15. Índice de la calidad de vegetación de la ribera de los ríos andinos (QBR-And).

ÍNDICE QBR-And
Calidad de la ribera para
Comunidades arbóreas
Protocolo CERA



La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos		Estación	
		Observador	
		Fecha	
Grado de cubierta de la zona de ribera		Puntuación bloque 1	
Puntuación			
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)		
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
+ 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total		
+ 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%		
- 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%		
-10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%		
Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)		Puntuación bloque 2	
Puntuación			
25	recubrimiento de árboles superior al 75 %		
10	recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %		
5	recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %		
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %		
+ 10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %		
+ 5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %		
+ 5	si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque.		
- 5	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %		
- 5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad		
-10	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %		
Calidad de la cubierta		Puntuación bloque 3	
Puntuación			
25	Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos		
10	Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas		
5	26 a 50% de los árboles de ribera son especies introducidas		
0	Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas		
+ 10	>75% de los arbustos son de especies autóctonas.		
+ 5	51-75% o más de los arbustos de especies autóctonas		
- 5	26-50% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas		
-10	Menos del 25% de la cobertura de los arbustos de especies autóctonas		
Grado de naturalidad del canal fluvial		Puntuación bloque 4	
Puntuación			
25	el canal del río no ha estado modificado		
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal		
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río		
0	río canalizado en la totalidad del tramo		
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río		
- 10	si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río		
-5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes		
-10	si hay un basurero permanente en el tramo estudiado		
Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)			

Anexo 16. Propuesta de la puntuación para el Índice Abiótico Andino (ABI) para evaluar la calidad del agua de los ríos andinos.

Turbellaria	5	Trichoptera	Helicopsychidae	10
Hirudinea	3		Calamoceratidae	10
Oligochaeta	1		Odontoceridae	10
Gasteropoda	Ancylidae		Leptoceridae	8
	Physidae		Polycentropodidae	8
	Hydrobiidae		Hydroptilidae	6
	Limnaeidae		Xiphocentronidae	8
	Planorbidae		Hydrobiosidae	8
Bivalvia	Sphaeriidae		Glossosomatidae	7
Amphipoda	Hyalellidae		Hydropsychidae	5
Ostracoda			Anomalopsychidae	10
Hydracarina			Philopotamidae	8
Ephemeroptera	Baetidae		Limnephilidae	7
	Leptophlebiidae	Lepidoptera	Pyrilidae	4
	Leptohyphidae	Coleoptera	Ptilodactylidae	5
	Oligoneuridae		Lampyridae	5
Odonata	Aeshnidae		Sciitidae (Helodidae)	5
	Gomphidae		Staphylinidae	3
	Libellulidae		Elmidae	5
	Coenagrionidae		Dryopidae	5
	Calopterygidae		Gyrinidae	3
	Polythoridae		Dytiscidae	3
Plecoptera	Perlidae		Hydrophilidae	3
	Gripopterygidae		Hydraenidae	5
Heteroptera	Veliidae	Diptera	Blepharoceridae	10
	Gerridae		Simuliidae	5
	Corixidae		Tabanidae	4
	Notonectidae		Tipulidae	5
	Belostomatidae		Limoniidae	4
	Naucoridae		Ceratopogonidae	4
			Dixidae	4
			Psychodidae	3
Estación: _____			Dolichopodidae	4
			Stratiomyidae	4
Fecha: _____			Empididae	4
			Chironomidae	2
			Culicidae	2
			Muscidae	2
Operador: _____			Ephydriidae	2
			Athericidae	10
			Syrphidae	1

Anexo 17. Hidrograma de caudales del río Chillón, Estación Obrajillo 2016-2017.

