



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias  
Escuela de Biología Marina

PROFESOR PATROCINANTE:

**Dra. Doris Soto Benavides.**

Instituto de Acuicultura.

Universidad Austral de Chile.

PROFESOR CO-PATROCINANTE:

**Dr. Carlos Jara Senn.**

Instituto de Zoología.

Universidad Austral de Chile.

PROFESOR INFORMANTE:

**Ing. Ivan Arismendi Vidal.**

Laboratorio de Ecología Acuática.

Universidad Austral de Chile.

**“EVALUACIÓN DE INTERFERENCIAS TRÓFICAS ENTRE  
TRUCHAS Y PECES NATIVOS EN RÍOS DEL SUR DE  
CHILE, A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE  
CONTENIDOS ESTOMACALES”**

**Tesis de Grado presentada como  
parte de los requisitos para optar  
al Título de Biólogo Marino.**

JORGE FABIAN GONZALEZ GONZALEZ

VALDIVIA – CHILE

2005

*A mi querida y gran familia, con el orgullo de ser el primero  
pero con la certeza de no ser el último...*

## **AGRADECIMIENTOS.**

*A mis queridos padres y hermanos por ser la constante guía de mis pasos, el firme apoyo para no desfallecer, mi refugio en tiempos tomentosos...*

*A mis amigos y amigas, por compartir mis penas y alegrías, sueños y desilusiones, compañeros en ocasiones de festejo pero también en la cotidianidad de la vida...*

*A Valdivia por ser esa hermosa ciudad, aglutinante de mentes hambrientas de verdad y corazones deseosos de amistad, que me acogió un día...*

*A mi tierra de vientos, mi tierra natal que cual cincel de artesano, desde la roca agrietada por el hielo, me dio forma un día...*

*Finalmente quiero agradecer al equipo humano del LABECOL, donde además de profesionales compañeros de trabajo he encontrado excelentes amigos...*

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>2. ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>3. INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
<b>4. HIPOTESIS Y OBJETIVOS.</b>	<b>8</b>
<b>5. MATERIAL Y METODOS.</b>	<b>9</b>
<b>5.1. Descripción del área de muestreo.</b>	<b>9</b>
<b>5.2. Época de muestreo.</b>	<b>12</b>
<b>5.3. Metodología de muestreo.</b>	<b>12</b>
5.3.1. Caracterización del río.	12
5.3.2. Muestreo de fauna íctica.	13
5.3.3. Muestreo de fauna bentónica.	14
<b>5.4. Metodología de análisis en laboratorio.</b>	<b>15</b>
5.4.1. Análisis de contenidos estomacales.	15
5.4.2. Métodos de análisis.	16
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>19</b>
<b>6.1. Distribución y abundancia de especies.</b>	<b>20</b>
<b>6.2. Descripción de las dietas.</b>	<b>20</b>
6.2.1. Especies nativas.	23
6.2.2. Especies introducidas.	34
<b>6.3. Comparación de dietas entre especies.</b>	<b>40</b>

<b>7. DISCUSION.</b>	<b>45</b>
<b>7.1. Distribución y abundancia de las especies.</b>	<b>45</b>
<b>7.2. Conducta alimenticia de especies nativas.</b>	<b>46</b>
<b>7.3. Conducta alimenticia de especies introducidas.</b>	<b>50</b>
<b>7.4. Interferencias entre especies nativas e introducidas.</b>	<b>51</b>
<b>8. CONCLUSIONES.</b>	<b>53</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>54</b>

## **ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS**

### **Tablas**

Tabla I. Listado de especies encontradas, separadas en nativas e introducidas.

Tabla II. Análisis de varianza no paramétrico para dieta de *B. bullocki*.

### **Figuras**

Figura 1. Mapa Área de muestreo.

Figura 2. Esquema de Pesca eléctrica.

Figura 3. Redes muestreo de fauna bentónica.

Figura 4. Abundancia promedio de especies por zona de muestreo.

Figura 5. Amplitud dietaria por especie respecto al número de muestras.

Figura 6. Dieta de *Percichthys trucha* en el río Pescadero.

Figura 7. Dieta de *P. trucha* y oferta alimentaria en el río Pescadero.

Figura 8. Dieta de *Cheirodon australe*.

Figura 9. Dieta de *Cheirodon australe* y oferta alimentaria en el río Tramaihue.

Figura 10. Dieta de *Trichomycterus areolatus*.

Figura 11. Dieta de *Trichomycterus areolatus* y oferta alimentaria en el río Butalcura.

Figura 12. Dieta de *Galaxias maculatus*.

Figura 13. Dieta de *Galaxias maculatus* y oferta alimentaria en el río San Juan

Figura 14. Dieta de *Brachygalaxias bullocki*.

Figura 15. Variación estacional de la dieta de *Brachygalaxias bullocki*.

Figura 16. Dieta de *Brachygalaxias bullocki* y oferta alimentaria en el río Cañal.

Figura 17. Dieta de *Salmo trutta*.

Figura 18. Variación ontogénica en la dieta de *Salmo trutta*.

Figura 19. Dieta de *Salmo trutta* y oferta alimentaria en el río Machete.

Figura 20. Dieta de *Oncorhynchus mykiss*.

Figura 21. Variación ontogénica en la dieta de *Oncorhynchus mykiss*.

Figura 22. Dieta de *Oncorhynchus mykiss* y oferta alimentaria en el río Sur.

Figura 23. Dendrograma de agrupación de las especies más abundantes.

Figura 24. Variación en la dieta de *B. bullocki*.

Figura 25. Variación de amplitud trófica de *B. bullocki*.

Figura 26. Comparación entre las dietas de *B. bullocki* y *S. trutta*.

## 1. RESUMEN.

La introducción de salmónidos en lagos y ríos de Chile, a principios del siglo pasado, produjo una perturbación sobre la fauna nativa y el ambiente que aun no es conocida a cabalidad. Para evaluar la alimentación de peces nativos y las truchas con el objetivo de evaluar las posibles interacciones tróficas entre ambas, se analizaron contenidos estomacales de 7 especies nativas (*Brachygalaxias bullocki*, *Galaxias maculatus*, *Galaxias platei*, *Trichomycterus areolatus*, *Cheirodon australe*, *Percichthys trucha*, *Aplochiton zebra*) y 2 especies de truchas (*Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss*), todas colectadas en ríos pequeños de la X región de Los Lagos, Chile. Se utilizaron métodos de frecuencia de ocurrencia, volumen, importancia relativa e índice de selectividad para el análisis de las dietas. Los resultados muestran que especies nativas como *T. areolatus* y *Ch. australe* tienen una conducta alimentaria especialista, con una baja amplitud trófica y consumiendo recursos exclusivamente autóctonos, en su mayoría insectos acuáticos. Las especies nativas de Galaxidos como *G. maculatus* y *B. bullocki* tiene una conducta alimentaria generalista, con un rango alimentario mayor y complementando su dieta con recursos alóctonos. Las truchas *O. mykiss* y *S. trutta* son generalistas oportunistas, consumiendo un amplio rango de ítems alimentarios tanto autóctonos como alóctonos, estos últimos principalmente en las tallas mayores. La depredación de especies nativas fue baja en las tallas y lugares muestreados, sin embargo esta puede ser mayor en lugares donde las truchas de mayor talla son mas abundantes. Algunas especies nativas, como *B. bullocki*, estarían siendo segregadas dentro del río, variando su dieta en presencia de altas abundancias de truchas, *S. trutta*. Estas especies compartirían estos refugios con tallas pequeñas de truchas y al consumir ítems alimentarios similares pueden convertirse en potenciales competidores.

## 2. ABSTRACT.

The introduction of salmonids to lakes and rivers of Chile, at the beginning of the last century, produced an impact on native fishes and the environment that is not yet completely known. To evaluate the feeding of native fishes and trout with the objective to understand the possible trophic interactions between them, we analyzed stomach contents of seven native species (*Brachygalaxias bullocki*, *Galaxias maculatus*, *Galaxias platei*, *Trichomycterus areolatus*, *Cheirodon australe*, *Percichthys trucha*, *Aplochiton zebra*) and two trout species (*Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss*), all taken from small rivers in the Lakes District, Southern Chile. Methods of frequency occurrence, volume, relative importance and elective index were utilized for stomach analysis. The results show that native species *T. areolatus* y *Ch. australe* have a specialized feeding behavior with a low trophic range, eating only autochthonous prey, the majority being aquatic insects. The native Galaxiids including *G. maculatus* and *B. bullocki* have a more generalist feeding behavior with a wider trophic range than other natives and complement their diet with allochthonous prey. Trout, *O. mykiss* y *S. trutta*, are opportunistic generalists eating a wide range of items including both autochthonous and allochthonous, which are larger in size. The predation on native species by trout was low considering the large sample size however, in places where larger sized trout were more abundant the predation was greater. Some native species such as *B. bullocki* are possibly being displaced to the interior of the river because they change their diet in presence of high abundances of trout, *S. trutta*. This native species shares these interior locations with the smaller sized trout and eat similar alimentary items therefore, they are potential competitors.

### **3. INTRODUCCIÓN.**

Actualmente, uno de los mayores problemas provocados por el hombre a nivel ecosistémico son los derivados de la introducción y traslado de especies exóticas que, junto con la destrucción del hábitat o el cambio de uso de suelo, provocan la pérdida de servicios ecosistémicos tan importantes como la biodiversidad (Estades 1998, Hooper *et al.* 2005, Lundberg & Moberg 2003, Rodríguez 2001).

#### **Las invasiones biológicas.**

La mayoría de las invasiones biológicas son o han sido provocadas por el hombre debido al transporte e introducción, intencional o accidental, de especies exóticas a nuevos sistemas. En ellos muchas de tales especies, dependiendo de su éxito, han terminado convirtiéndose en agentes invasores, provocando algún tipo de interferencias con las especies nativas o induciendo cambios en el medio (Mack *et al.* 2000). Una especie introducida es considerada como especie “invasora” cuando establece una población autosustentable sin la aparente intervención humana (Crowl *et al.* 1992).

Los sistemas dulceacuícolas son usualmente más vulnerables a las invasiones de especies, probablemente en relación a la naturaleza insular de estos ecosistemas (Carpenter 2003).

Ahora bien, ocurrida la invasión, quizás el mayor problema para las comunidades invadidas radica en que con este fenómeno se agrega un nuevo integrante a la trama trófica (Arenas 1978), el cual por ser un potencial competidor o depredador de la fauna nativa, puede terminar afectando la estructura y funcionamiento de la comunidad acuática (Mills *et al.* 1996).

## **Introducción de especies en Chile.**

Actualmente, la fauna íctica introducida o exótica en ambientes acuáticos continentales de Chile, esta representada por aproximadamente 22 especies, de las cuales 20 pertenecen a Familias no-nativas (Dyer 2000).

De las introducciones de especies, las más importantes han sido las de Salmónidos en un proceso que ha llevado aproximadamente más de un siglo, siendo los primeros intentos exitosos a principios del 1900 (Basulto 2003). Estas se realizaron con ayuda de los gobiernos de la época con fines de pesca deportiva fundamentalmente, pero sin los estudios previos que diagnosticaran las posibles interferencias hacia las especies nativas y comunidades en general (Campos 1970).

Hoy en día las especies introducidas más abundantes, principalmente en el centro y sur de Chile, son la Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y la Trucha Café (*Salmo trutta*) las que conforman poblaciones asilvestradas permanentes (Soto *et al.* en revisión, 2001). Estas son consideradas depredadores tope dentro de la trama trófica, así como voraces competidores por alimento (Berrios *et al.* 2002, Campos 1993, Duarte *et al.* 1971, Palma *et al.* 2002, Ruiz 1993). Además, el hecho de que su distribución sea tan amplia las convierte en “especies invasoras” ya que se han dispersado y proliferado en áreas distintas a las de la introducción inicial y sin evidente ayuda o manipulación humana.

A estas especies se suman otros Salmónidos como el salmón Coho (*Oncorhynchus kisutch*) y salmón del Atlántico (*Salmo salar*) escapados de la salmonicultura (Soto *et al.* 2001) que de conformar poblaciones autosustentables y remontar los ríos, como ya lo esta haciendo el salmón Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) (Arismendi *et al.* 2003), podrían provocar graves problemas medioambientales (Phillips *et al.* 1985) y modificar totalmente la estructura de las comunidades acuáticas.

### **Comunidades dulceacuícolas en Chile.**

Algunas características propias de cada comunidad biológica tales como: riqueza de especies, nichos vacantes, falta de controles biológicos y disturbios antes o durante la invasión, parecen ser fundamentales en la resistencia a eventuales invasores (Mack et al. 2000)

En el caso de las comunidades de agua dulce en Chile, estas poseen ciertas particularidades que podrían hacerlas más vulnerables a la eventual entrada de un nuevo componente al sistema y que en un principio pudieron ser fundamentales en la exitosa proliferación de las truchas. Estas son:

a) Baja riqueza de especies. La fauna íctica dulceacuícola de Chile esta representada aproximadamente por unas 46 especies nativas con un alto grado de endemismo no solo a nivel específico sino que también a nivel de Genero y Familia (Arratia 1981). Este bajo número de especies comparado con el resto de Sudamérica (Campos 1973), es una consecuencia de la geografía propia de Chile, que lo transforma en un territorio con características de “isla biogeográfica”, es decir, una región en relativo aislamiento circunscrito por la cordillera de los Andes, el océano Pacífico y el desierto de Atacama (Campos *et al.* 1998). Todo esto podría derivarse, además, en la existencia de “nichos” vacíos en las comunidades acuáticas, disponibles para ser utilizados por los invasores (Campos 1970).

b) Ausencia de depredadores. En las comunidades acuáticas dulceacuícolas de Chile no existe un agente que actúe como control biológico de un depredador tope como la trucha, lo que es otro factor que las favorecería. La Perca (*Percichthys trucha*) podría desempeñar ese rol, pero no existe evidencia de que esta depreda sobre truchas salmonídeas.

Este conjunto de factores pudo facilitar el éxito del agente invasor e incrementar el efecto sobre las especies nativas y la comunidad en general, sin embargo, esta posible perturbación aun no ha podido ser evaluada cabalmente.

El efecto de la introducción de Salmónidos sobre la fauna nativa ha sido ampliamente estudiado en otros países (Arthington 1991, Crowl 1992, McDowall 1990, 2003, Townsend & Crowl 1991, Townsend 2003), no sin dificultades, especialmente en cuanto a la falta de conocimiento ecológico de la fauna nativa.

Dentro de los potenciales efectos de las especies invasoras se han citado: competencia por alimento, competencia por espacio y depredación, entre otros (Crowl *et al.* 1992, Arthington 1991). Sin embargo, en Chile no se ha determinado aún si la exitosa proliferación de estas especies invasoras se debió a que desplazaron a las nativas o si simplemente ocuparon nichos vacíos que las nativas nunca llegaron a utilizar. Para conocer relaciones tróficas entre organismos, tales como depredación o competencia, resulta fundamental estudiar la conducta alimentaría de cada especie involucrada.

### **Estudio de la conducta alimentaría.**

La descripción de las dietas, tanto de las especies nativas como introducidas, es el primer paso para determinar los roles que estas desempeñan dentro de la comunidad y en estos estudios se utiliza frecuentemente el análisis de contenidos estomacales (Hansson 1998).

Existen variadas técnicas en el análisis de los contenidos estomacales en peces, los que entregan valiosa información sobre sus preferencias alimenticias. Dentro de las cuales destacan los métodos: numérico, volumétrico, gravimétrico, de frecuencia y algunos índices que relacionan los resultados de estos (Hyslop 1980, Cortés 1997, Costello 1990, Amundsen 1993, Lagler 1969). Este tipo de análisis entregará información acerca de, por ejemplo, las preferencias

alimentarias de las truchas y si las especies de peces nativas son parte de la dieta, también si los recursos alimentarios principales están siendo utilizados de manera similar por ambos conjunto de especies de peces. Finalmente podremos determinar si la existencia de competencia por alimento, depredación u otro tipo de interferencia.

Toda esta información será un aporte a la comprensión de la historia de las introducciones invasivas en los ríos del sur de Chile y sus efectos sobre la fauna íctica nativa y el medio en general, lo que a futuro servirá de base científica para fundamentar la toma de decisiones sobre la protección de la biodiversidad en estas comunidades.

## **4. HIPOTESIS y OBJETIVOS.**

### **4.1. Hipótesis de trabajo.**

“Las especies introducidas (truchas) generan un efecto negativo sobre las especies de peces dulceacuicolas nativos ya sea a través de la depredación, competencia por alimento u otra forma de interferencia”.

### **4.2. Objetivo general.**

“Evaluar la alimentación de la fauna íctica presente en los ríos de la X región, basándose en el análisis de contenidos estomacales, con el propósito de aproximarse al entendimiento de las posibles interferencias tróficas causadas por las especies introducidas, en este caso las truchas, sobre las nativas”.

### **4.3. Objetivos específicos.**

- a) Describir las dietas, tanto de las especies nativas como las introducidas encontradas, identificando los principales grupos alimentarios que las componen.
- b) Verificar la posible depredación de las truchas sobre las especies nativas.
- c) Determinar el grado de similitud entre las dietas de las especies nativas y las introducidas.
- d) Determinar posibles interferencias de las truchas en la alimentación de las especies nativas.
- c) Determinar las relaciones entre la composición de las dietas y la oferta alimentaría.

## **5. MATERIALES Y METODOS.**

El presente estudio se desarrolló en el sur de Chile, específicamente, en la X región de los Lagos. En él se incluyeron algunas de las principales grandes cuencas de esta región como son las del río Valdivia, Bueno, Llico, Maullín, Chepu y Puelo.

### **5.1. Descripción del área de muestreo.**

Para el estudio se eligieron ríos de las tres macro zonas propias de la geografía del país como son la Cordillera de los Andes (CA), Depresión Intermedia (DI) y Cordillera de la Costa (CC). Se hace esta distinción debido a que los ríos que aquí se ubican poseen distintas características relacionadas, por ejemplo, con el tipo de uso de suelo de la cuenca, la vegetación ripariana, además de que la distribución y abundancia de las especies de peces es diferente entre macrozonas ( Soto & Arismendi 2004, Soto *et al.* en revisión).

Se estudiaron 37 ríos en total ( Fig.1) distribuidos dentro de las cuencas y zonas elegidas. Estos se caracterizaron por ser mas bien pequeños, tamaño acorde al método de pesca utilizado, de bajo orden (1-3) y en su mayoría del tipo de “ríos de cabecera”.

A continuación se hace una breve descripción de las cuencas (Niemeyer & Cereceda 1984) y se mencionan los ríos estudiados en cada una de ellas.

#### **a) Cuenca del río Valdivia.**

Esta es una cuenca trasandina con una extensión de 9902 km<sup>2</sup>. Nace en el lago Lacar en territorio argentino y desemboca el Océano Pacífico por el estuario Valdivia. Se muestrearon los ríos Chochif, Joaquines, La Plata, Panco, Pillo-pillo, Senderos, San Juan y Reyehueico.

#### **b) Cuenca del río Bueno.**

Esta es una cuenca andina con una extensión de 17.210 km<sup>2</sup>. Nace en la Cordillera de los Andes y comprende tres grandes lagos como son el Ranco, Puyehue y Rupanco, desemboca,

finalmente, al Océano Pacífico. Se muestrearon los ríos Cainalhue, Cañal, Hueicolla, El Manzano, Pichichanlelfu, Pescadero, Poleo, Tramaihue y Trumao.

**c) Cuenca del río Llico.**

Esta es una cuenca costera con una extensión de 1400 km<sup>2</sup>. Nace en el extremo norte de la cordillera del Sarao y cubre un amplio sector de la Cordillera de la Costa y el Valle central, finalmente, desemboca al Océano Pacífico. Se muestrearon los ríos Blanco, Cerco y Eucaliptus.

**d) Cuenca del río Maullín.**

Esta es una cuenca preandina con una extensión de 4298 km<sup>2</sup>. Nace en el lago Llanquihue y desemboca al Océano Pacífico a través de un estuario que lleva su nombre. Se muestrearon los ríos Arenas, Gatito, Pescado, Pescado nacimiento, Pescado afluente, Sur, Maullín I, Maullín II, Machete, Las Quemadas y Gatito, todos tributarios de la cuenca.

**e) Cuenca del río Puelo.**

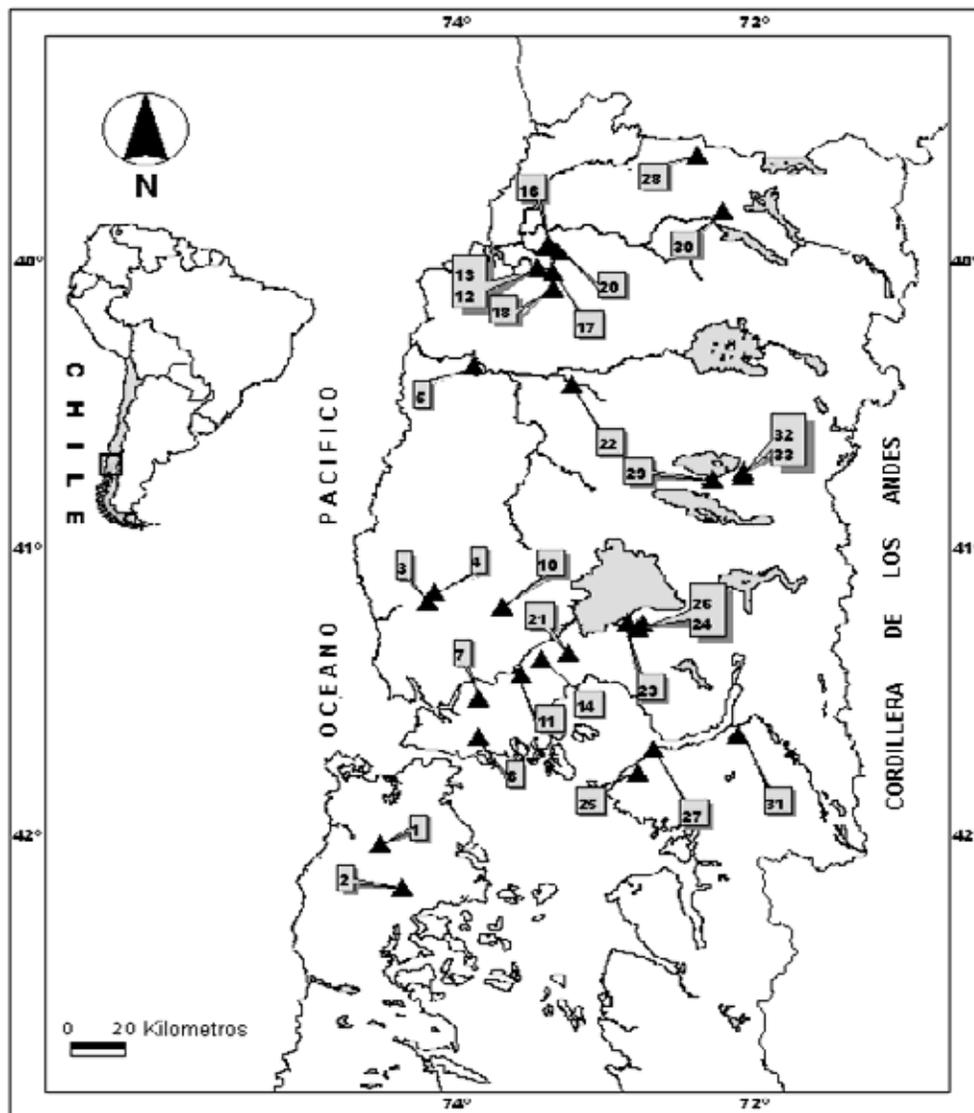
Esta es una cuenca trasandina con una extensión de 8817 km<sup>2</sup>. Nace en el lago del mismo nombre en el territorio Argentino y desemboca al estuario del Reloncaví. Se muestreó el río Poicas, tributario de la cuenca.

**f) Cuenca del río Chepu.**

Esta es una cuenca costera con una extensión de 1020 km<sup>2</sup>. Drena gran parte del norte y centro de la isla de Chiloé y desemboca al Océano Pacífico. Se muestrearon dos de sus principales afluentes: el río Puntra y el Butalcura.

g) Interfluvio Puelo-Vodudahue.

También se incluyeron dos pequeñas cuencas ubicadas entre los ríos Puelo y Vodudahue y que desaguan en la costa sur del seno del Reloncaví. Estas son las cuencas de los ríos Puelche y Contao, donde se muestrearon sus cursos principales.



**Figura 1. Mapa Area de muestreo.** Distribución general de los ríos muestreados en el estudio. Ubicación exacta de los ríos en Tabla I del Anexo I.

## **5.2. Época de muestreo.**

Los muestreos se realizaron entre julio del 2002 y julio del 2003. Se hicieron, en el mejor de los casos, dos muestreos por río abarcando dos épocas del año.

Las épocas del año se designaron según las características pluviométricas de la fecha lo que es reflejado en los caudales de los ríos. Así encontramos una época denominada “lluviosa”, entre los meses abril y diciembre, con alta pluviosidad y caudales altos. Y una época “seca”, entre los meses de enero y marzo, con bajas precipitaciones y menores caudales en los ríos.

## **5.3. Metodología de muestreo.**

Las actividades de muestreo en terreno comprendieron principalmente tres áreas: la caracterización del río, el muestreo de fauna íctica y el muestreo de fauna bentónica.

### **5.3.1. Caracterización del río.**

Para la caracterización del río, se midieron algunas características físico-químicas “*in situ*” y se tomaron muestras de agua para su posterior análisis en laboratorio.

Las mediciones “*in situ*” sobre la columna de agua fueron principalmente pH, Oxígeno disuelto (mg/L), temperatura (°C) y conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ). Para ello se utilizó una sonda multiparámetro Orion Modelo-1230. También se midió velocidad de la corriente (m/seg) con un correntómetro Hydro-Bios Kiel, además del ancho y profundidad máxima para calcular el caudal del río (l/seg).

### 5.3.2. Muestreo de Fauna íctica.

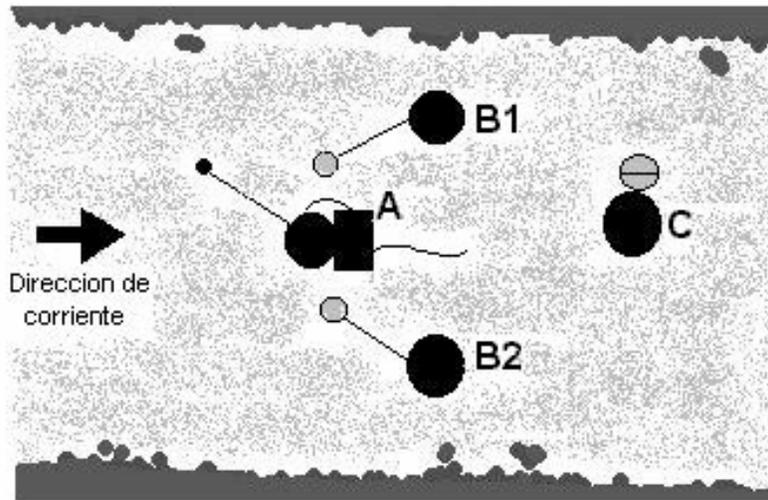
La fauna íctica se muestreó utilizando el método de pesca eléctrica, el cual es ampliamente utilizado en investigación de peces en ríos. La ventaja de este método es su efectividad, ya que con él se puede obtener casi la totalidad de los peces presentes en un área de pesca determinada (Hayes *et al.* 1994).

El equipo de muestreo se compone, idealmente, de cuatro personas: una que lleve el equipo de pesca, dos personas que atrapen los peces con redes de mano (“quechas”) y una persona que lleve un balde con agua donde se almacenen los peces atrapados (Fig. 2). Se utilizó un equipo de pesca eléctrica “Smith and Root Modelo-12B” de alta potencia y eficiencia.

Luego de capturados los peces fueron identificados, contados, medidos y pesados. Se midió la longitud total (extremo frontal de la cabeza al extremo de la cola estirada) de los peces en un ictiómetro, con precisión  $\pm 0.1$ cm. También se obtuvo la masa total en una balanza de precisión  $\pm 0.1$ gr. A partir de la distancia recorrida y el ancho de la banda de barrido del equipo se estimó el área de pesca que luego, junto con el conteo de los peces, se utilizó para calcular la abundancia de individuos en el río ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ).

Del total de la captura se extrajo una muestra representativa de peces, a los cuales se les realizó el análisis de contenido estomacal. El tamaño de esta muestra dependió del número de peces de cada especie que se hayan capturado, siendo utilizado el total de la captura cuando ésta fue escasa.

Los peces conservados para el análisis de los contenidos estomacales fueron fijados en terreno inyectando etanol en su cavidad abdominal con el objetivo de detener la digestión del contenido estomacal, luego al llegar a laboratorio fueron congelados para una óptima preservación hasta que fueron analizados.



**Figura 2. Esquema de Pesca eléctrica.** A: pescador con equipo de pesca, B1 y B2: recolectores con redes de mano para capturar los peces y C: persona con balde para depositar los peces capturados.

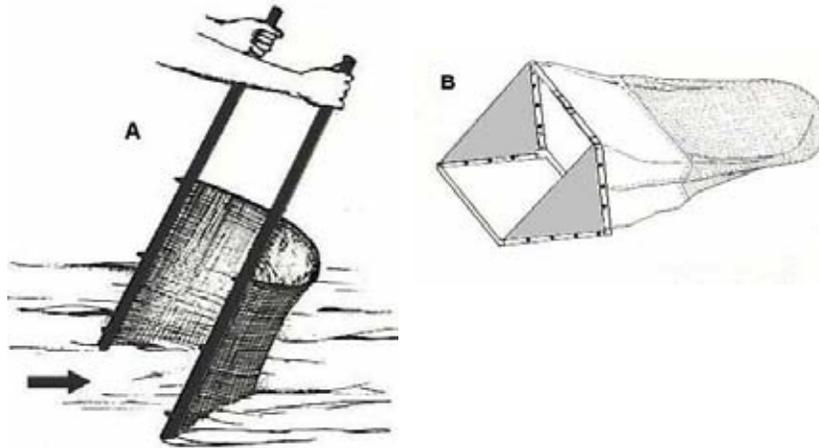
### 5.3.3. Muestreo de Fauna bentónica.

Para la descripción de la fauna bentónica se realizó un muestreo cualitativo y cuantitativo de cada río.

Para el muestreo cualitativo de la fauna bentónica se utilizó una red sacciforme de 80 cm. de ancho arrastrada en contra de la corriente del río removiendo con los pies todo el fondo para que los organismos se desprendan del sustrato y sean arrastrados para quedar atrapados en ella (Fig.3A). Este muestreo permite conocer la diversidad de la fauna bentónica presente en el río.

Para el muestreo cuantitativo se utilizó una red “surber”, la cual posee una base de área determinada ( $900\text{ cm}^2$ ) que es ubicada en el fondo del río y luego con las manos es removido el fondo procurando lavar todas las piedras para que se desprendan los organismos que luego son arrastrados por la corriente al fondo de la red (Fig.3B). Este muestreo permite determinar la abundancia ( $\text{individuos}/900\text{cm}^2$ ) de la fauna bentónica presente en el río.

Todas las muestras fueron fijadas en etanol (sin dilución) y transportados a laboratorio para su análisis. El análisis de las muestras fue realizado por personal idóneo en el Laboratorio de Ecología Acuática de la Universidad Austral.



**Figura 3. Redes muestreo de fauna bentónica.** A: Red sacciforme o “palitos” (cualitativa). B: Red “surber” (cuantitativa).

#### **5.4. Metodología de análisis en laboratorio.**

##### **5.4.1. Análisis de contenidos estomacales.**

En el laboratorio los estómagos fueron extraídos disectando el tracto digestivo desde el esófago hasta los ciegos pilóricos, desechando el intestino que por el avanzado estado de digestión de su contenido dificulta la identificación taxonómica.

Cada estómago fue vaciado en una placa Petri y su contenido observado bajo lupa estereoscópica, Leica Zoom 2000 con un aumento máximo de 45x, separando los distintos grupos alimentarios encontrados.

Se midió el volumen total del contenido estomacal y de cada grupo alimentario por desplazamiento de agua en una probeta de precisión  $\pm 0.1$  ml. Cuando los volúmenes de uno o más grupos alimentarios fueron pequeños e imposibles de medir se estimó visualmente el aporte

de cada grupo al volumen total, asignándole una proporción o porcentaje según el área de cobertura en la placa Petri. Luego, con este porcentaje y el volumen total del estomago se calculó el volumen real de cada grupo para incorporarlo al cálculo de los distintos índices (Lagler 1969).

Los grupos alimentarios fueron identificados hasta Orden, en el caso de los insectos y con menor detalle para otros grupos (Tabla II en Anexo1), con ayuda de bibliografía especializada (Bland & Jaques 1978, Fernández & Domínguez 2001, Merrit & Cummins 1984). Además, fueron clasificados en “autóctonos” cuando provenían del interior del río y “alóctonos” cuando su origen era terrestre. Todo el contenido estomacal no-animal, como arena, tejido vegetal o detritus, fue agrupado en otro grupo denominado “otros”.

#### **5.4.2. Métodos de análisis.**

En el análisis de los contenidos estomacales se utilizaron métodos de frecuencia de ocurrencia, abundancia relativa en volumen y el índice de importancia relativa de los grupos alimentarios encontrados. Además para la comparación de la dieta con la oferta alimentaria se utilizó el índice de Ivlev.

Para estos métodos de análisis no se consideraron los estómagos vacíos ni tampoco los sitios con sólo un estómago por muestreo.

##### **a) Método de Frecuencia.**

Para la aplicación de este método sólo se necesita determinar los distintos grupos alimentarios presentes en los estómagos. Representa la amplitud de los hábitos alimentarios de la población (Cortés 1997)

La frecuencia de ocurrencia corresponde al número de estómagos que contienen un determinado grupo alimentario y puede ser expresado como un porcentaje de todos los estómagos

analizados (Amundsen *et al.* 1996, Costello 1990, Hyslop 1980). La expresión matemática de este método es la siguiente:

$$\%F: (n_p / N_t) \times 100.$$

Donde  $n_p$  corresponde al número de estómagos con presa  $p$  y  $N_t$  corresponde al número total de estómagos.

**b) Método de abundancia.**

Se utilizó el método de abundancia relativa volumétrica, que nos entrega información relacionada con el aporte energético de las presas al depredador (Cortés 1997). Para la realización de este método se deben medir los volúmenes de cada grupo alimentario.

La abundancia relativa de cada grupo alimentario encontrado para las distintas especies fue expresada como un porcentaje del total del volumen de todos los contenidos estomacales (Amundsen *et al.* 1996, Costello 1990, Hyslop 1980), calculado para cada especie, río o talla según fuera el requerimiento. Esto puede ser expresado matemáticamente como:

$$\%V: (\sum v_p / \sum V_t) \times 100.$$

Donde  $v_p$  corresponde al volumen total de la presa  $p$  y  $V_t$  al volumen total de los contenidos estomacales de un grupo muestral.

**c) Índice de importancia relativa.**

Debido a que cada método de análisis entrega información particular sobre la dieta de las especies es necesario utilizar algún método que las relacione.

El índice de importancia o dominancia de las presas que fue utilizado en este estudio relaciona la frecuencia de ocurrencia con la abundancia relativa que en este caso fue medida en volumen (Encina *et al.* 1999, Meléndez 1984). Este índice de importancia en la alimentación (IIA) puede ser expresado matemáticamente de la siguiente forma:

$$IIA: \sqrt{(\%F \times \%V)}.$$

Donde  $\%F$  corresponde al porcentaje de frecuencia y  $\%V$  al porcentaje volumétrico.

**d) Índice de selectividad.**

El índice de selectividad de Ivlev, es utilizado para detectar preferencias de las especies por algún ítem alimentario particular así como el rechazo o indiferencia a otros (Lechowicz 1982). Este índice es expresado como:

$$E_i = (r_i - p_i) / (r_i + p_i).$$

Donde  $r_i$  es el porcentaje con que la especie utiliza el recurso  $i$  y  $p_i$  el porcentaje en que el recurso  $i$  se encuentra disponible. Los valores de  $E_i$  pueden fluctuar entre  $-1$  y  $+1$ , indicando los valores entre  $0$  y  $+1$  preferencia y entre  $0$  y  $-1$  rechazo por la presa.

**e) Análisis estadísticos.**

Se utilizaron análisis exploratorios como dendrogramas de similitud (“Tree clustering”) para encontrar diferencias preliminares entre las distintas especies según su dieta. También se hicieron análisis de Anova no-paramétrico (“Kruskal–wallis”) para explorar diferencias significativas entre las dietas de las distintas especies. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa STATISTICA 6.0.

## 6. RESULTADOS.

Se incluyeron en este estudio 37 ríos, de las distintas cuencas antes mencionadas, en los cuales se registró un total de 10 especies de fauna íctica, 7 de las cuales correspondieron a peces nativos y 3 a introducidos (Tabla I).

Familia	<i>Nombre científico</i>	Nombre común
	<b>Nativas.</b>	
Galaxiidae	<i>Brachygalaxias bullocki</i> (Regan, 1908)	“Puye rojo”
	<i>Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842)	“Puye chico”
	<i>Galaxias platei</i> (Steindachner, 1898)	“Puye grande”
Aplochitonidae	<i>Aplochiton zebra</i> (Jenyns, 1842)	“Peladilla”
Trichomycteridae	<i>Trichomycterus areolatus</i> (Valenciennes, 1848)	“Bagrecito”
Characidae	<i>Cheirodon australe</i> (Eigenmann, 1927)	“Pocha del Sur”
Percichthyidae	<i>Percichthys trucha</i> (Valenciennes, 1833)	“Perca trucha”
	<b>Introducidas</b>	
Salmonidae	<i>Salmo trutta</i> (Linneo, 1758)	“Trucha café”
	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	“Trucha arcoiris”
	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i> (Walbaum, 1792)	“Salmón Chinook”

**Tabla I.** Listado de especies encontradas en el estudio, separadas en nativas e introducidas.

### **6.1. Distribución y abundancia de especies.**

Los resultados muestran que las especies registradas no se distribuyen homogéneamente ni en abundancias similares. Así encontramos, en algunos ríos, especies muy poco abundantes y por lo mismo se obtuvieron pocos estómagos para ser analizados.

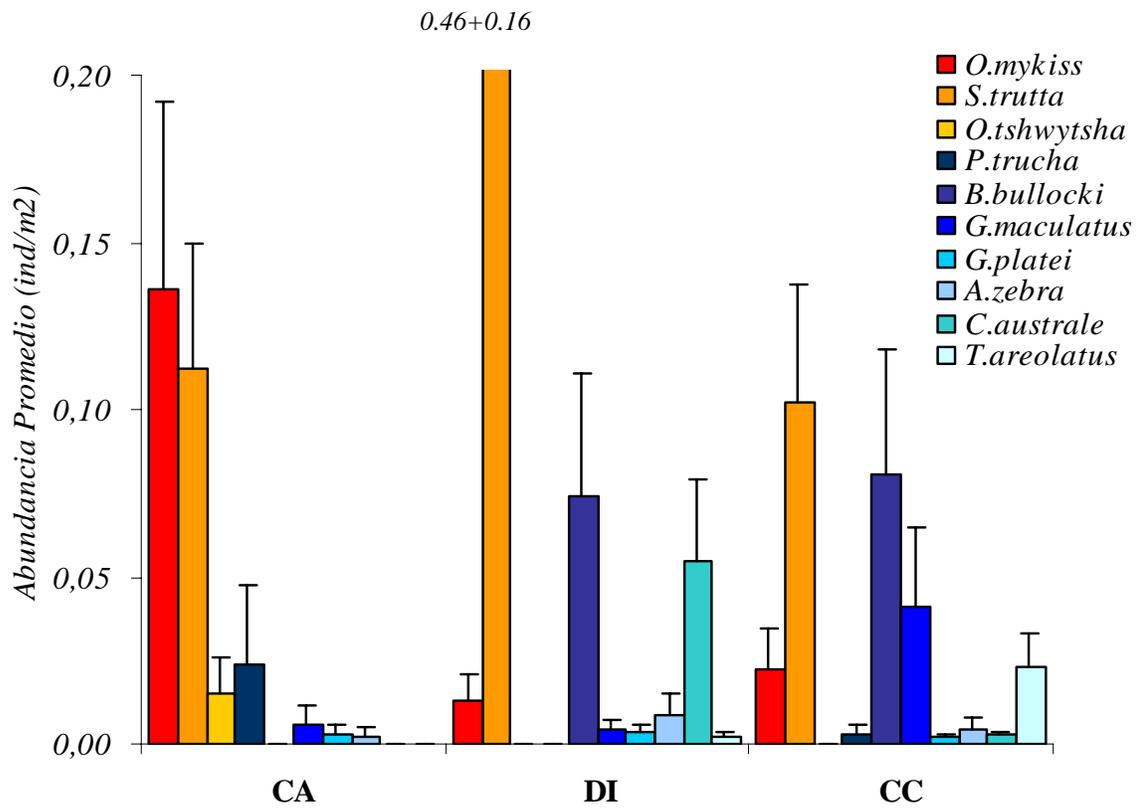
Las especies exóticas *S. trutta* y *O. mykiss*, presentaron una amplia distribución en todas las zonas del estudio, encontrándose en la mayoría de los ríos desde la Cordillera de los Andes (CA) hasta la de la Costa (CC). Sin embargo existen algunas diferencias en cuanto a sus abundancias locales. Es así que *O. mykiss* es abundante en ríos de la zona CA pero muy escasa en las demás zonas, mientras que la trucha *S. trutta* parece preferir ríos de la depresión intermedia (DI), como se ve en la Figura 4.

La distribución de las especies nativas, en cambio, se presentó más acotada, restringiéndose a algunos ríos de las zonas DI y CC. Su abundancia es , en general, baja destacandose sólo las especies *Ch. australe* y *B. bullocki* como las más abundantes (Fig.4).

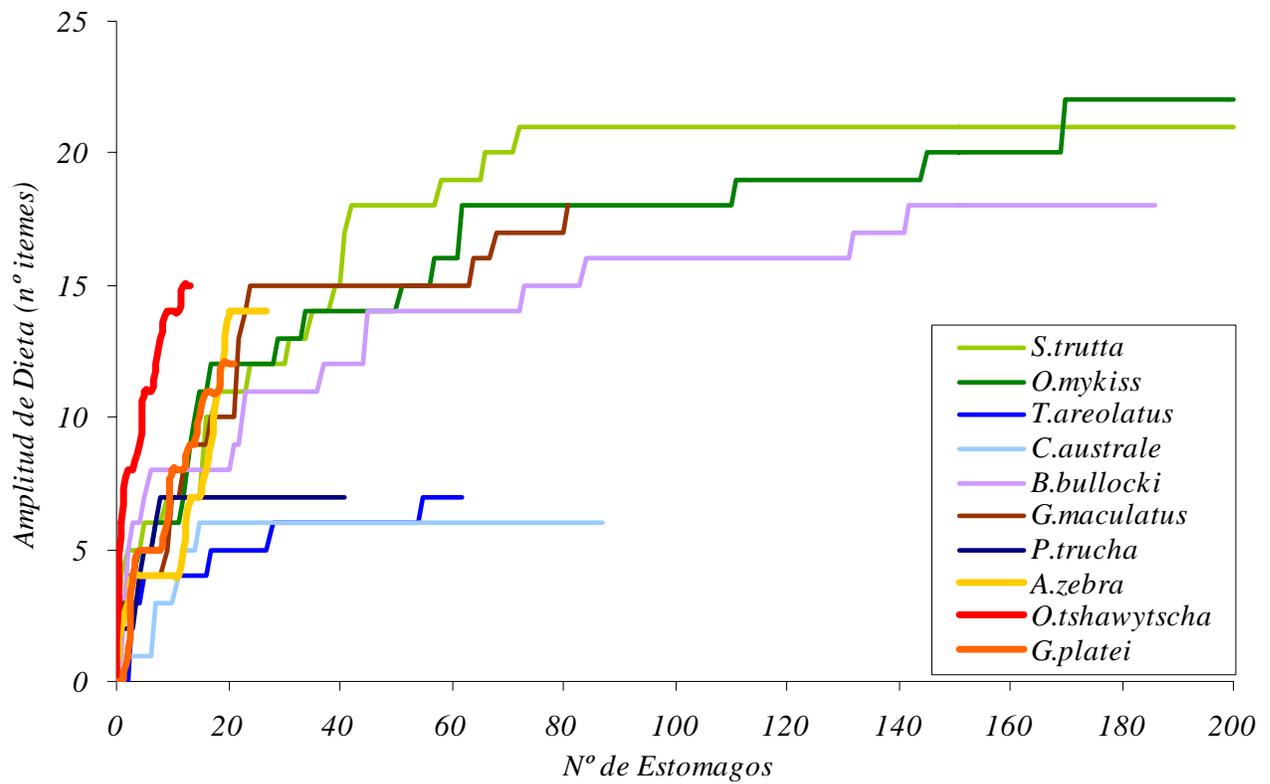
### **6.2. Descripción de las dietas.**

Se analizaron 1400 estómagos correspondientes al conjunto de todas las especies y ríos estudiados.

Algunas especies fueron representadas por un bajo numero de estomagos analizados. Tal es el caso de las especies *O. tshawytscha*, *A. zebra* y *G. platei*, en las que el bajo numero de estomagos analizados impidio que la diversidad de items alimentarios de la población se estabilizara, esto se aprecia gráficamente en la figura n°5. Por lo anterior, estas especies no se incluirán en el resto del análisis. Sin embargo, cabe señalar la tendencia de *O. tshawytscha* a utilizar una gran cantidad de items alimenticios, más que todas las demás especies.



**Figura 4. Abundancia promedio (+EE) de especies por zona de muestreo.** Incluyendo todos los ríos estudiados y agrupados por zona (CA n=14 ríos; DI n=12 ríos; CC n=11 ríos).



**Figura 5. Amplitud dietaria por especie respecto al número de muestras.** Expresada en número acumulativo de ítems alimentarios para la dieta de cada especie respecto al número de estómagos analizados.

### 6.2.1. Especies nativas.

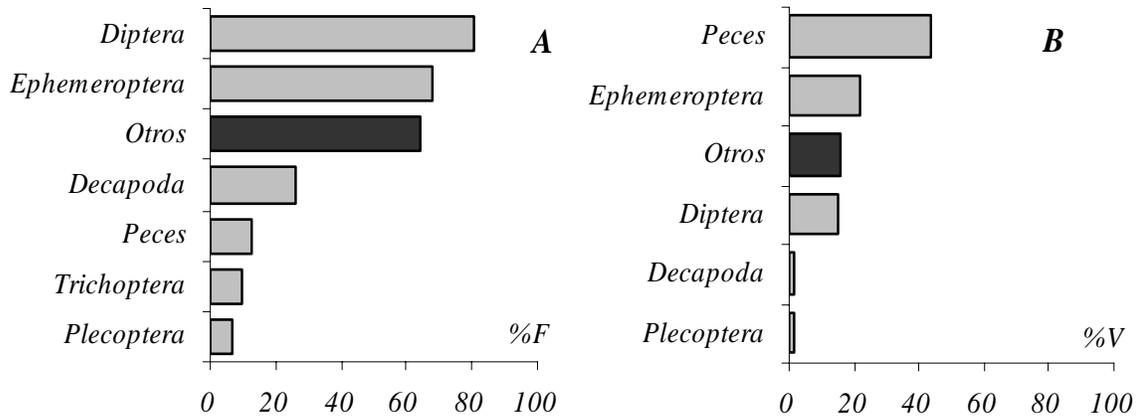
#### a) *Percichtys trucha* o “*Perca trucha*”.

*P. trucha* fue capturada esporádicamente en los ríos muestreados. La mayor abundancia se encontró en el río Pescadero (0.48 individuos/m<sup>2</sup>). La gran abundancia de *P. trucha* en este río es ocasional, puesto que no se encontró en otros muestreos.

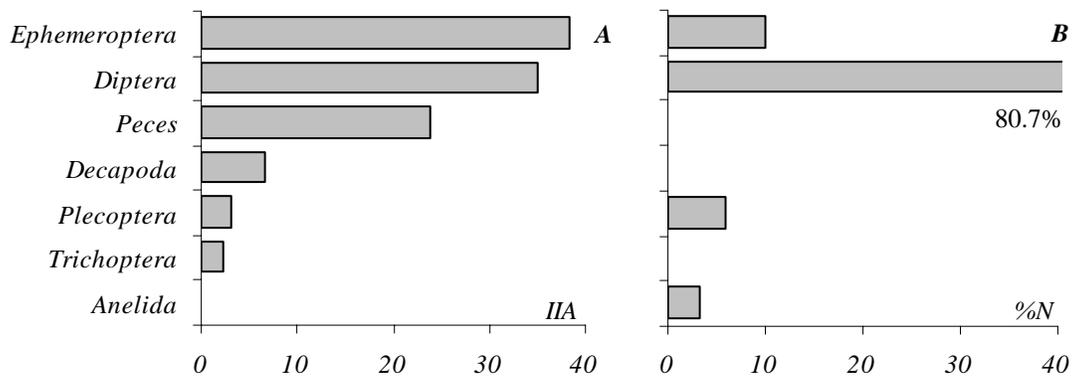
Se analizaron 41 estómagos de esta especie de los cuales un 15% no presentaron contenido. Del total de los estómagos analizados para esta especie solo se encontraron 7 ítems alimentarios los cuales fueron de origen exclusivamente autóctonos.

La dieta de esta especie, en el río Pescadero, estuvo constituida principalmente por insectos acuáticos. Los ítems alimentarios más frecuentes fueron larvas de Díptera (80,7 %F), ninfas de Ephemeroptera (67,7 %F) y otros (Fig. 6A). Sin embargo, el grupo alimentario más abundante en volumen fue Peces (43,7 %V) (Fig. 6B).

La oferta alimentaria de origen autóctono estuvo representada en su mayoría por insectos acuáticos entre los que destacan larvas de Díptera (80,7 %N)(Fig. 7B), lo que muestra cercana relación con la oferta alimentaria encontrada en el mismo río (Fig. 7A), apreciándose cierta selección por ítems como Ephemeroptera (Ivlev=0,6) y Decápoda (Ivlev=1).



**Figura 6. Dieta de *Percichthys trucha* en el río Pescadero.** A: Porcentaje de Frecuencia de ocurrencia (%F) y B: Volumen (%V)(valores mayores a 1%). Las barras grises corresponden a ítems autóctonos y la barra negra a “otros”(material no animal como vegetales, piedras y detritus).



**Figura 7. Dieta de *P. trucha* y oferta alimentaria para el río Pescadero.** A: Dieta de *P. trucha* expresada en IIA. B: Abundancia de fauna bentónica expresada en % numérico (%N).

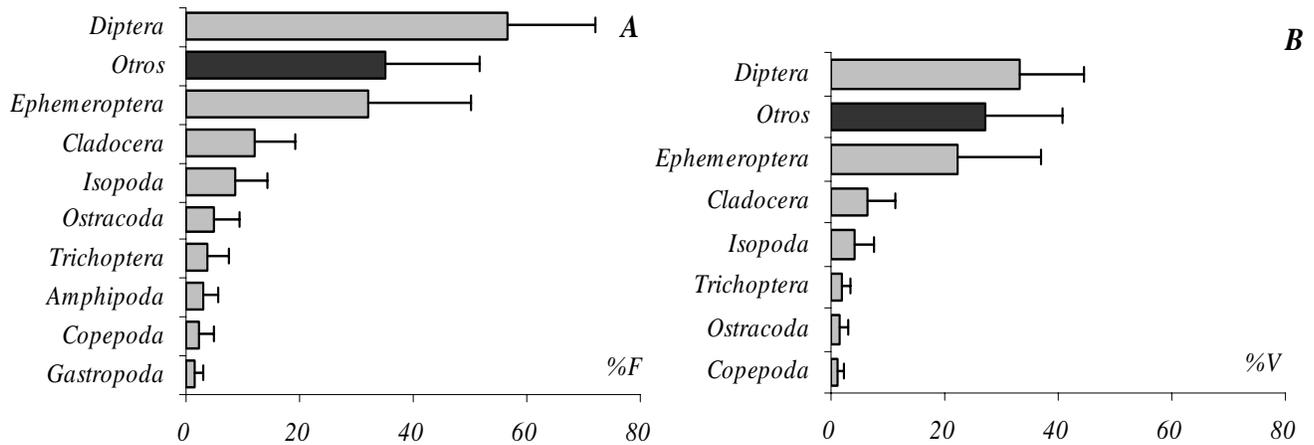
**lb) *Cheirodon australe* o “Pochita del Sur”.**

Esta especie tuvo mayor presencia y abundancia en ríos pertenecientes a la DI y estuvo casi ausente en las otras zonas. La mayor abundancia se encontró en el río Tramaihue con 0.44 ind./m<sup>2</sup>. Generalmente, se encontró esta especie asociada a sectores de los ríos con velocidades de corriente bajas, somera profundidad y con presencia de macrofitas acuáticas.

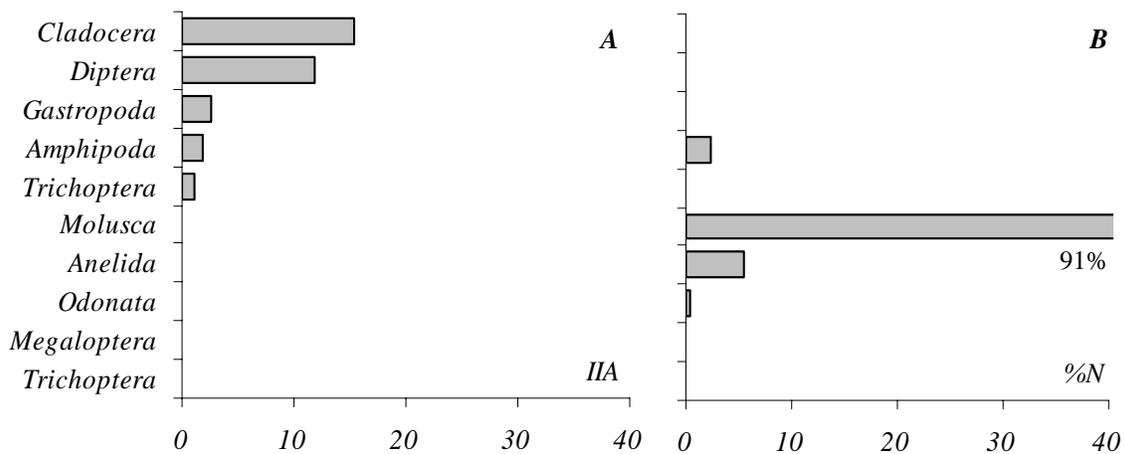
Se analizaron 87 estómagos provenientes de 6 ríos distintos, en los cuales sólo se encontró un 14% de los estómagos vacíos. En los contenidos estomacales de esta especie se encontraron en total 10 ítems alimentarios de origen exclusivamente autóctono.

Los ítems alimentarios más importantes fueron larvas de Díptera (56,6 %F; 33,3%V), ninfas de Ephemeroptera (32,1%F; 22,2%V) y el grupo denominado “otros” (35,1%F; 27,3%V) correspondiendo a contenido no-animal (Fig.8). También destacan la presencia de grupos de crustáceos pequeños como Cladocera, Isopoda, Ostracoda, Amphipoda y Copepoda, ausentes en la dieta de la mayoría de las demás especies.

Para comparar la dieta de esta especie con la oferta alimentaria, se eligió el río Tramaihue por presentar el mayor número de estómagos analizados. Los resultados muestran que el recurso más abundante en el río corresponde a moluscos Gastropoda llegando al 91% de abundancia numérica (Fig.9B). No existe relación entre esta oferta y la dieta de *Ch. australe* representada en IIA, la que está constituida en su mayoría por Cladocera y larvas de Díptera (Fig. 9A)



**Figura 8. Dieta de *Cheirodon australe*.** Porcentaje promedio (+EE) de todos los ríos (n=6) representado en **A**: Frecuencia de ocurrencia (%F) y **B**: abundancia volumétrica (%V), solo valores mayores a 1%. Las barras grises corresponden a grupos “autóctonos” y la barra negra a “otros”.



**Figura 9. Dieta de *Cheirodon australe* y oferta alimentaria para el río Tramaihue.** A: Dieta de *Ch. australe* expresada en IIA. B: Abundancia de fauna bentónica expresada en % numérico (%N).

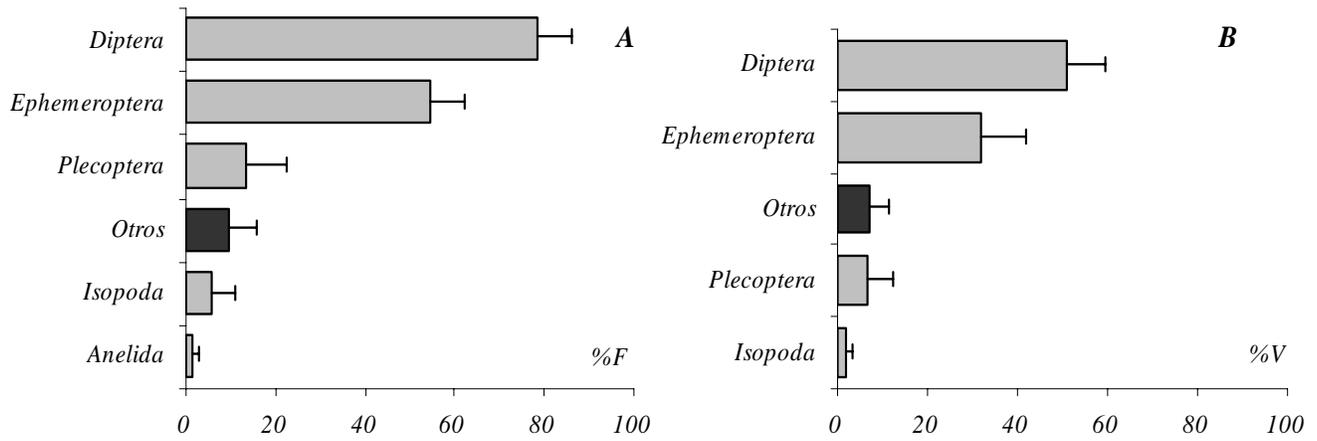
**c) *Trichomycterus areolatus* o “Bagrecito”.**

Esta especie presentó mayor abundancia en ríos de la CC que en las otras zonas. La abundancia máxima se encontró en el río Blanco de la cuenca del río Llico con 0.14 ind./m<sup>2</sup>.

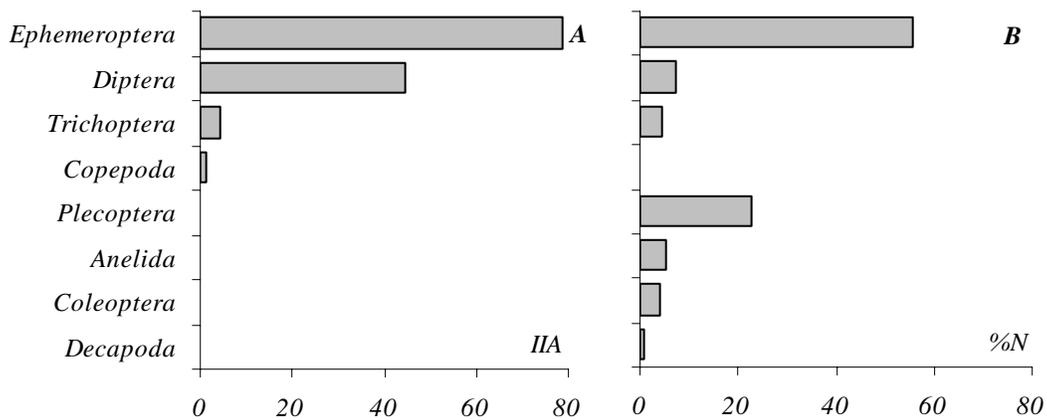
Se analizó un total de 62 estómagos de 4 ríos distintos de los cuales un 93% presentaron algún tipo de contenido. En este análisis encontramos solo 9 ítems alimentarios exclusivamente autóctonos o acuáticos.

En general, tomando en cuenta todos los ríos donde se encontró la especie, los ítems alimentarios más importantes tanto en frecuencia como abundancia fueron larvas de Diptera (78,3 %F; 51,2%V) y ninfas de Ephemeroptera (54,5%F; 32%V) (Fig. 10).

Para la comparación de dieta y la oferta alimentaria se eligió el río Butalcura. Los resultados del análisis de fauna bentónica muestran que ésta es representada en su mayoría por insectos acuáticos principalmente ninfas de Ephemeroptera (55,5 %N) y Plecoptera (22,6 %N) (Fig.11B). En la dieta de la especie, expresada en IIA, se observan coincidencias con la oferta seleccionando ítems como Ephemeroptera (Ivlev=0,2) y Díptera (Ivlev=0,7) mientras que rechaza Plecoptera (Ivlev=-1) y Anélida (Ivlev=-1) (Fig. 11A).



**Figura 10. Dieta de *Trichomycterus areolatus*.** Porcentaje promedio (+EE) de todos los ríos (n=4) representado en Frecuencia de ocurrencia (mayores a 1%). Las barras grises corresponden a ítems autóctonos y la barra negra a otros o misceláneos.



**Figura 11. Dieta de *Trichomycterus areolatus* y oferta alimentaria para el río Butalcura.**

A: Dieta de *T. areolatus* expresada en IIA. B: Abundancia de fauna bentónica expresada en porcentaje numérico.

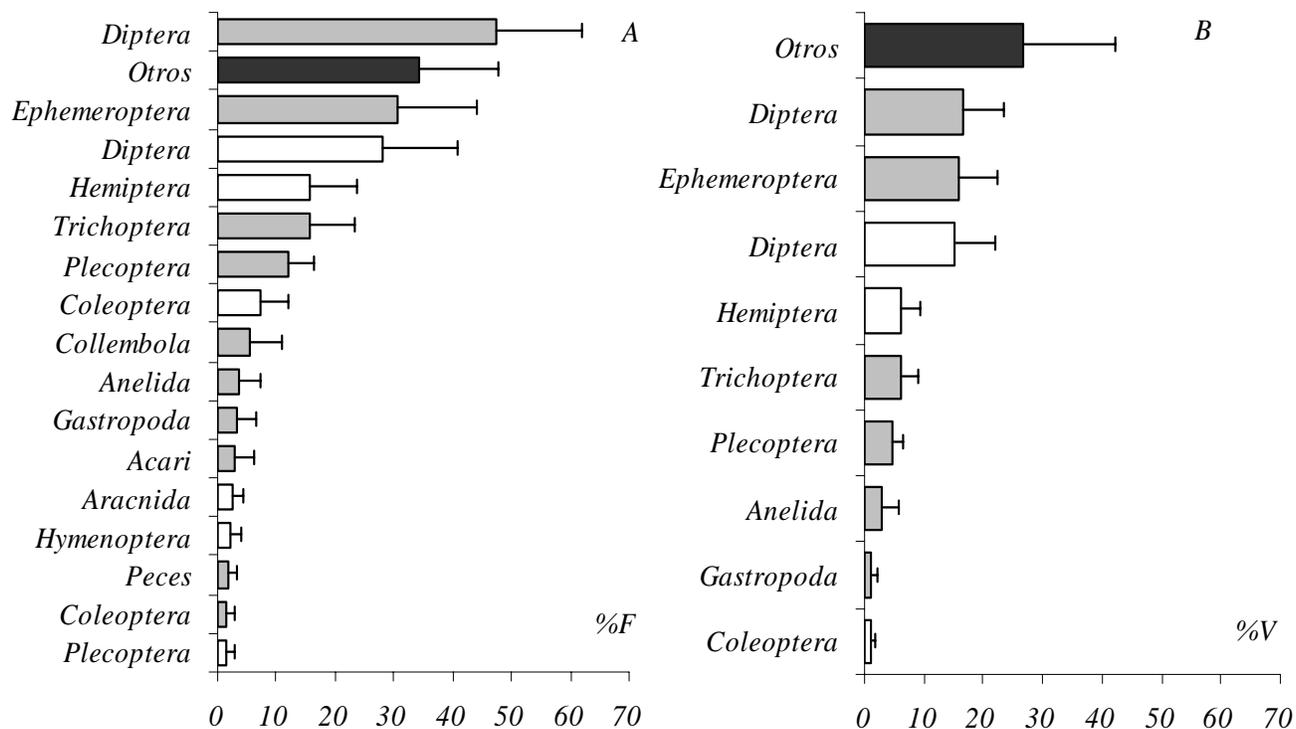
**d) *Galaxias maculatus* o “Puye Chico”.**

Esta especie fue capturada en todas las zonas pero en baja abundancia. La abundancia máxima fue de 0.425 ind./m<sup>2</sup> en el río Pillo- Pillo, cordillera de la Costa.

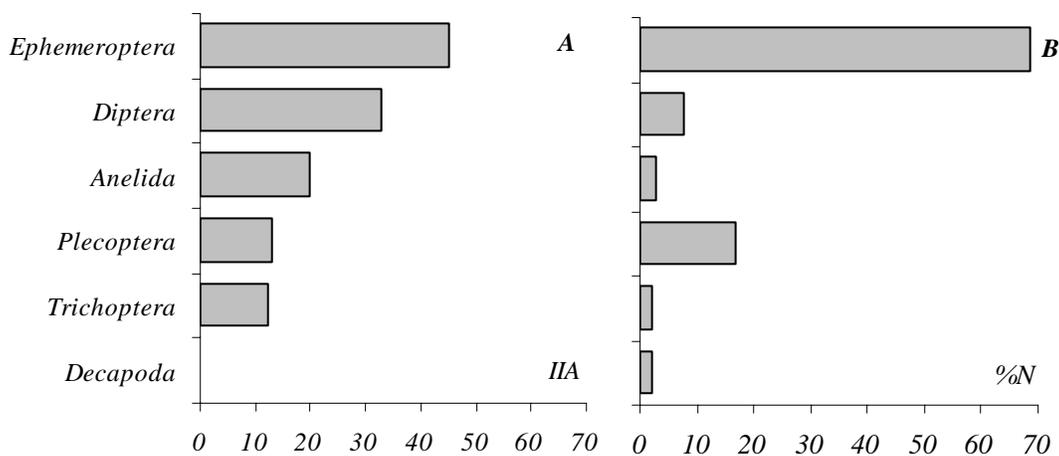
Se analizaron un total de 81 estómagos provenientes de 6 ríos distintos y sólo se encontró un 4% de estómagos vacíos. En general, se encontraron un total de 19 ítems alimentarios, tanto autóctonos como alóctonos, en los estómagos de esta especie.

Los grupos más frecuentes encontrados fueron larvas de Díptera (47,6 %F; 16,4 %V), “Otros” (34,2 %F; 26,5 %V) y ninfas de Ephemeroptera (30,6 %F; 16 %V. También destacan ítems alimentarios alóctonos como son insectos terrestres del orden Díptera y Hemíptera (Fig.12).

Para la comparación de dieta y la oferta alimentaria se eligió el río San Juan. Los resultados del análisis de fauna bentónica muestran que ésta es representada en su mayoría por insectos acuáticos, principalmente ninfas de Ephemeroptera (68,5 %N) como se ve en la figura 13B. En la dieta de esta especie, expresada en IIA, se aprecia una selección por ítems de la oferta como Díptera (Ivlev=0,6) y Anélida (Ivlev=0,8) mientras que ítems como Ephemeroptera (Ivlev=-0,2) y Plecoptera (Ivlev=-0,1) muy abundantes en la oferta no lo son tanto en la dieta (Fig.13).



**Figura 12. Dieta de *Galaxias maculatus*.** Porcentaje promedio (+EE) de todos los ríos (n=5) representado en Frecuencia de ocurrencia (valores mayores a 1%). Las barras grises corresponden a ítems autóctonos, barras blancas a terrestres y la barra negra a otros o misceláneos.



**Figura 13. Dieta de *Galaxias maculatus* y oferta alimentaria para el río San Juan.** A: Dieta de *T. areolatus* expresada en IIA. B: Abundancia de fauna bentónica expresada en porcentaje numérico.

e) *Brachygalaxias bullocki* o “Puye Rojo”.

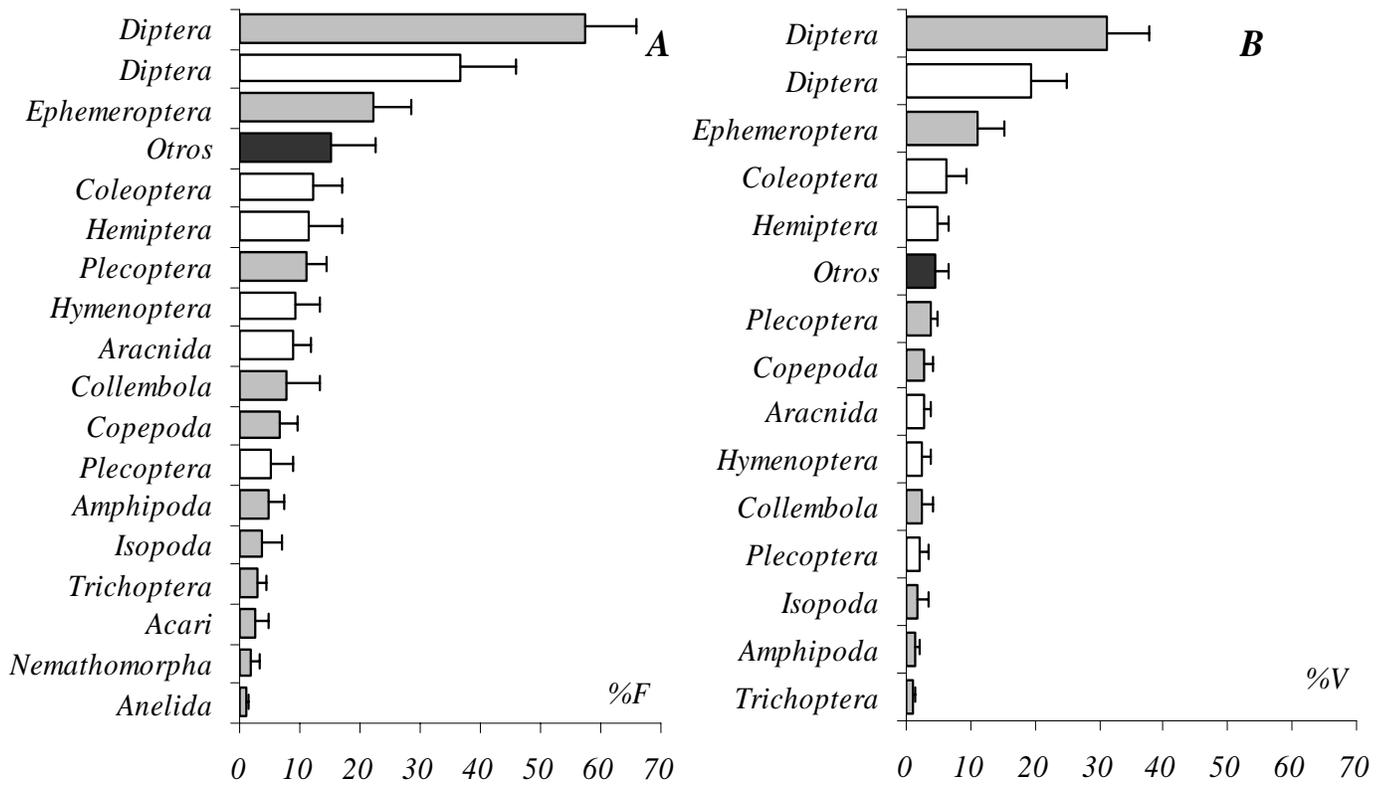
Esta fue la especie nativa más abundante con un máximo de 0.625 ind./m<sup>2</sup> en el río Cañal (época seca). Sin embargo su gran abundancia, su distribución se restringe a algunos ríos en las zonas DI y CC.

Se analizaron un total de 204 estómagos provenientes de 13 ríos distintos, la mayoría de la cuenca del río Bueno. Del total de estómagos analizados un 94% presentaron contenido estomacal. Se encontró que la dieta está constituida por un amplio número de ítems alimentarios (24) de origen tanto autóctono como alóctono.

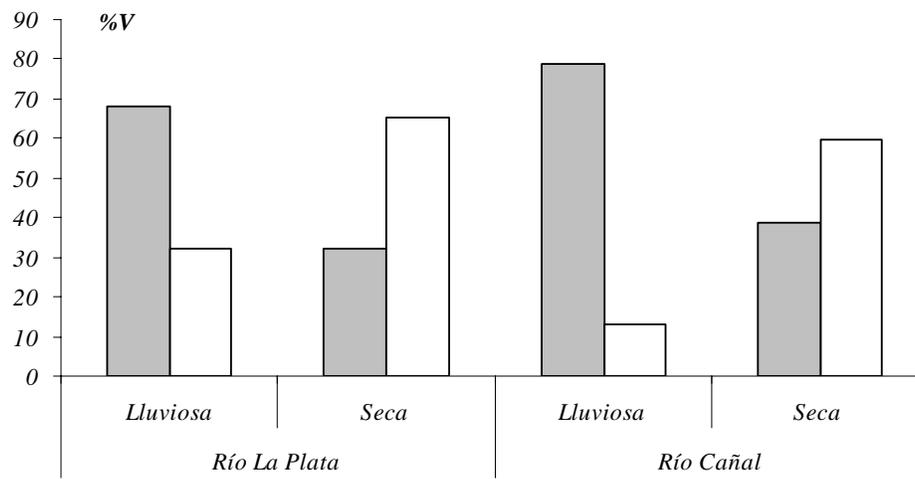
En general, los ítems alimentarios más frecuentes y abundantes fueron larvas de Díptera (57,4 %F; 31,1 %V), insectos adultos del mismo orden (37,7 %F; 19,3 %V) y ninfas de Ephemeroptera (22,1 %F; 11,2 %V) (Fig.14).

Se encontró una variación estacional en la abundancia de los ítems alimentarios en los ríos La Plata y Cañal, observándose, en ambos ríos, que en la época seca existe una tendencia de *B. bullocki* al consumo de presas de origen alóctono (Fig. 15).

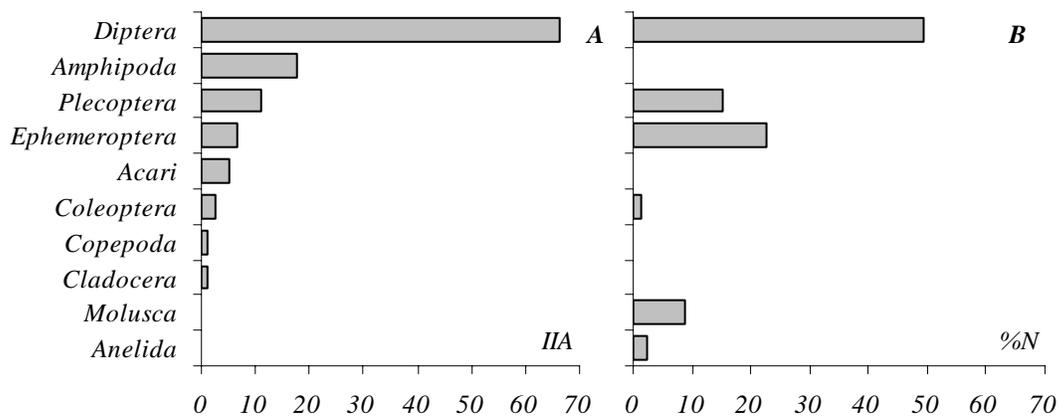
Para la comparación de dieta y la oferta alimentaria se eligió el río San Juan. Los resultados del análisis de fauna bentónica muestran que ésta fue representada en su mayoría por insectos acuáticos principalmente larvas de Díptera (49,4 %N)(Fig.16B). En la dieta de esta especie se aprecia una baja selección por ítem Díptera (Ivlev=0,1), mientras que parece rechazar las ninfas de Plecoptera (Ivlev=-0,2) y Ephemeroptera (Ivlev=-0,5) como se ve en la figura 16A.



**Figura 14. Dieta de *Brachygalaxias bullocki*.** Porcentaje promedio (+EE) de todos los ríos (n=10) representado en Frecuencia de ocurrencia (%F) (valores mayores a 1%). Las barras grises corresponden a ítems alimentarios autóctonos, blancas a alóctonos y el grupo “otros” esta representado con una barra negra .



**Figura 15. Variación estacional de la dieta de *Brachygalaxias bullocki*.** Porcentaje volumétrico (%V) de ítems alimentarios para los ríos La Plata y Cañal. Las barras grises corresponden a ítems alimentarios “autóctonos” y las barras blancas a “alóctonos”.



**Figura 16. Dieta de *Brachygalaxias bullocki* v/s oferta alimentaria para el río Cañal. A:** Dieta de *T. areolatus* expresada en IIA. **B:** Abundancia de fauna bentónica expresada en porcentaje numérico.

### 6.2.2. Especies introducidas.

#### a) *Salmo trutta* o “Trucha Café”.

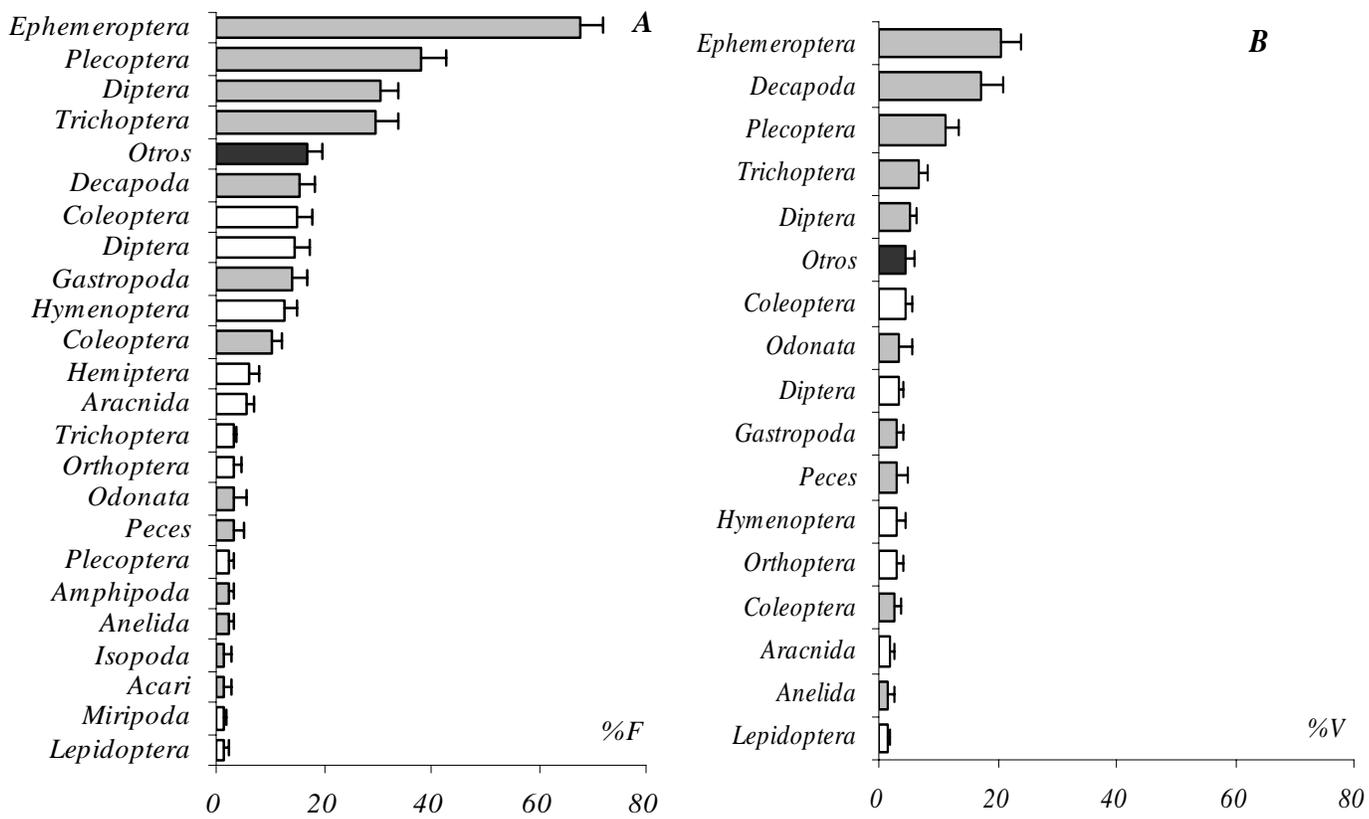
Fue la especie de más amplia distribución, encontrándose una gran abundancia en las tres zonas descritas. La máxima abundancia de 2.79 ind./m<sup>2</sup> se registró en el río Las Quemadas (época seca), perteneciente a la cuenca del río Maullín.

Se analizó un total de 597 estómagos provenientes de 31 ríos distintos. De este total un 97% de los estómagos presentó algún tipo de contenido. Se encontró que la dieta está constituida por un amplio número de ítems alimentarios (28) de origen tanto autóctono como alóctono.

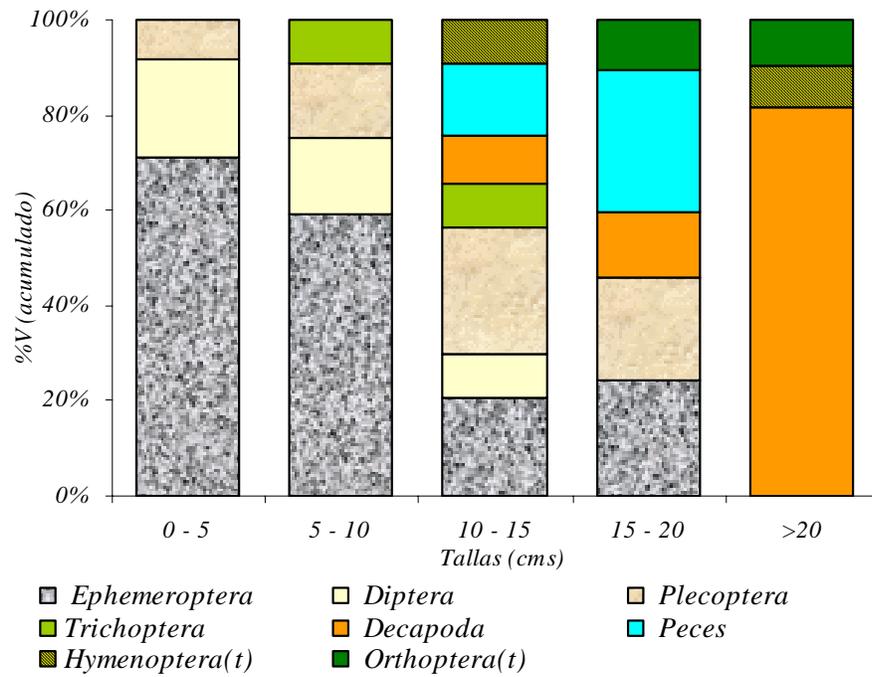
En general, los ítems alimentarios más frecuentes en la dieta de esta especie fueron las ninfas de Ephemeroptera (67,9%) y Plecoptera (38,2%)(Fig. 17A), mientras que las más abundantes en volumen fueron Ephemeroptera (20,6%) y Decápoda (17,3%)(Fig. 17B) todos correspondientes al material autóctono.

Se encontraron diferencias ontogénicas en el uso de los recursos presa, o sea, que los ítems alimentarios y la abundancia de los mismos varió con la talla de los individuos. Así encontramos una tendencia a que las tallas menores prefieren insectos acuáticos como ninfas de Ephemeroptera y larvas de Díptera, en cambio tallas mayores prefieren crustáceos Decápodos, Peces e insectos terrestres como Orthoptera (Fig. 18).

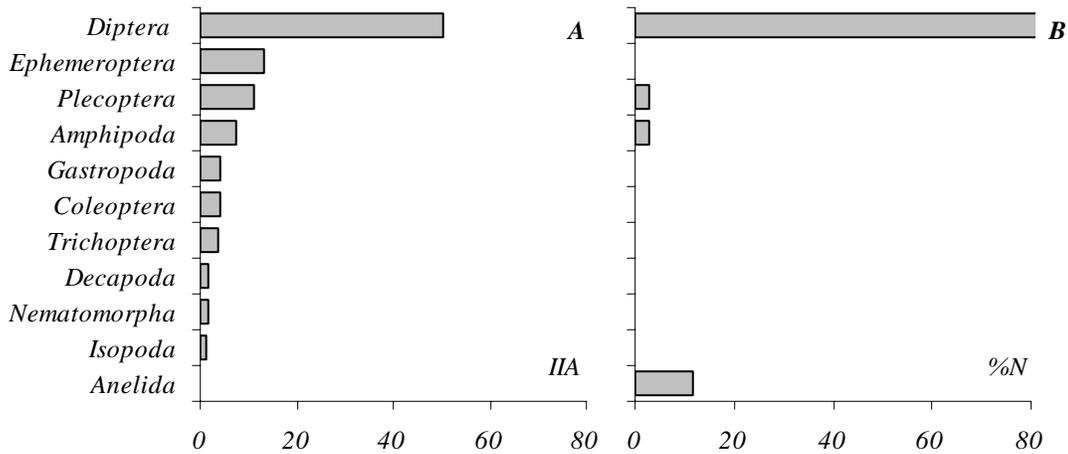
Para la comparación de dieta y la oferta alimentaria se eligió el río Machete. Los resultados del análisis de fauna bentónica muestran que ésta fue constituida principalmente por insectos acuáticos principalmente larvas de Díptera (83,2 %N)(Fig.19B). En la dieta de esta especie se aprecia poca selectividad por el ítem principal Díptera (Ivlev=-0,2) (Fig.19A), mientras que la selectividad fue mayor por otros ítems secundarios como Ephemeroptera (Ivlev=1) y Plecoptera (Ivlev=0,6)



**Figura 17. Dieta de *Salmo trutta*.** Porcentaje promedio (+ EE) de todos los ríos (n=28) representado en Frecuencia de ocurrencia (valores mayores a 1%). Las barras grises corresponden a ítemes autóctonos, barras blancas a terrestres y la barra negra a otros o misceláneos.



**Figura 18. Variación ontogénica en la dieta de *Salmo trutta*.** Abundancia de ítemes alimentarios por grupos de talla, representado en porcentaje de volumen (valores mayores a 5%).



**Figura 19. Dieta de *Salmo trutta* v/s oferta alimentaria para el río Machete.** **A:** Dieta de *S. trutta* expresada en IIA. **B:** Abundancia de fauna bentónica expresada en porcentaje numérico.

**b) *Oncorhynchus mykiss* o “Trucha Arcoiris”.**

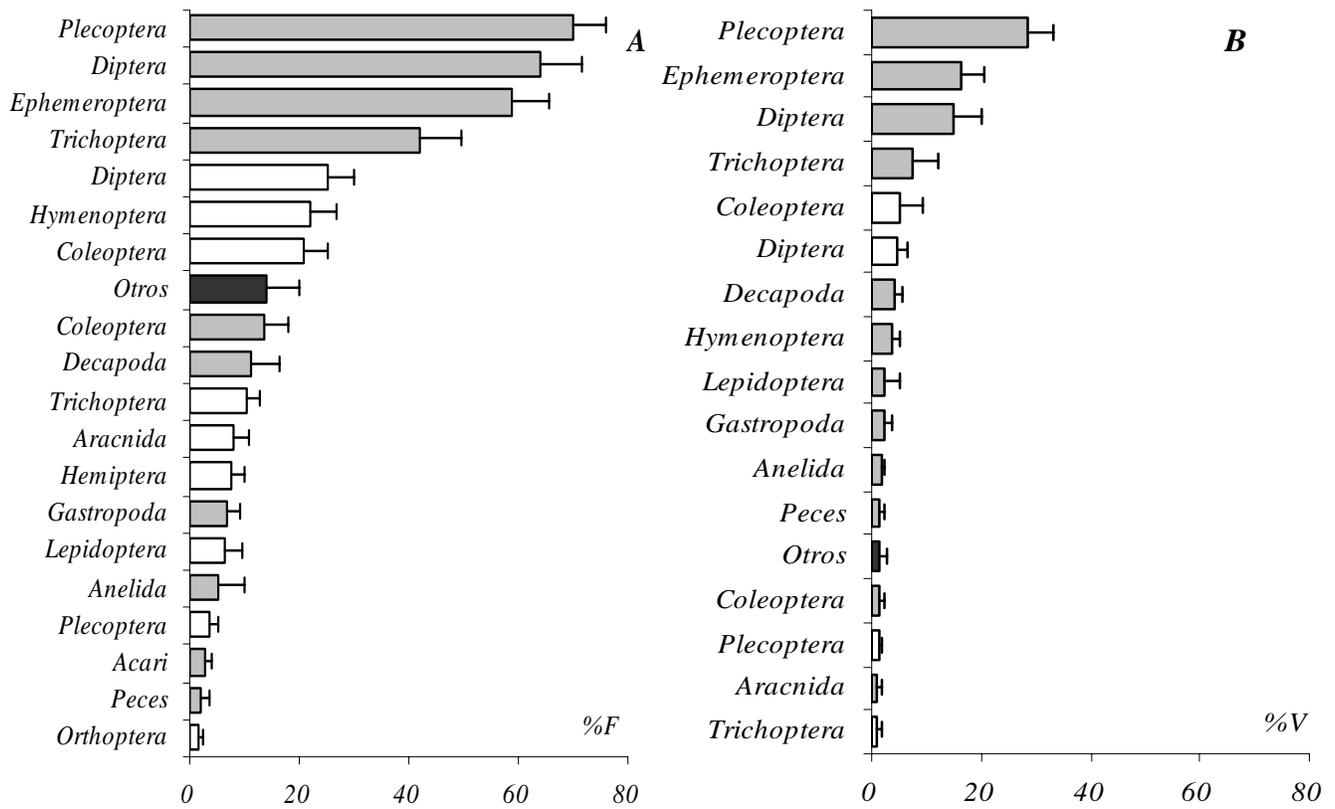
Esta especie se encontró con mayor abundancia en CA que en las otras zonas. La mayor abundancia se encontró en el río El Manzano, de la cuenca del río Bueno, con 1.1 ind./m<sup>2</sup>.

Se analizó un total de 242 estómagos provenientes de 20 ríos distintos. De este total se encontraron menos del 1% de los estómagos vacíos. Se encontró que la dieta de esta especie está constituida por 25 ítemes alimentarios de origen tanto autóctono como alóctono.

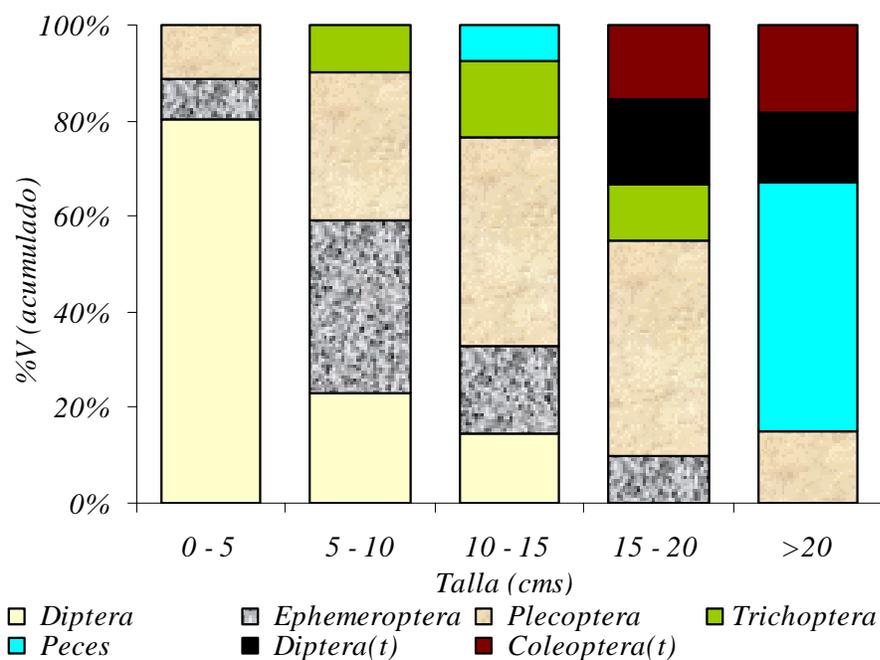
En general, los ítemes alimentarios más frecuentes en la dieta de esta especie fueron las ninfas de Ephemeroptera y Plecoptera seguidas por larvas de Díptera y Trichoptera, todos correspondientes al material autóctono (Fig.20).

Se encontró una variación ontogénica en la dieta de *O. mykiss*, así advertimos una preferencia de las tallas pequeñas de truchas por grupos autóctonos como larvas de Díptera y ninfas de Ephemeroptera, en cambio las tallas mayores prefieren Peces e insectos terrestres (alóctonos) de los ordenes Díptera y Coleoptera (Fig.21).

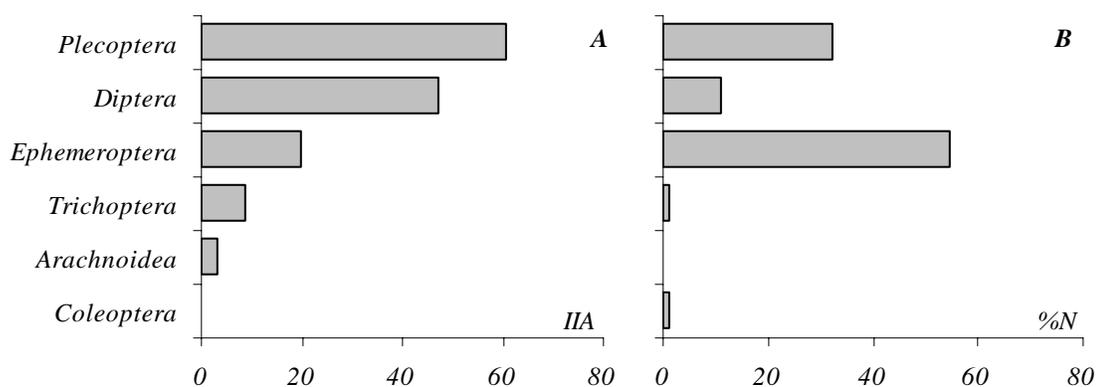
Para la comparación de dieta y la oferta alimentaria se eligió el río Sur. Los resultados del análisis de fauna bentónica muestran que ésta está constituida principalmente por insectos acuáticos, en particular ninfas de Ephemeroptera (54,7%N) (Fig.22B). En la dieta de la especie expresada en IIA se aprecia cierta selectividad por presas como Plecoptera (Ivlev=0,3), Diptera (Ivlev=0,6 ) y Trichoptera (Ivlev=0,8 ) (Fig.22A), mientras que Ephemeroptera (Ivlev=-0,5) aún cuando es muy abundante en la oferta alimentaria no lo es en la dieta.



**Figura 20. Dieta de *Oncorhynchus mykiss*.** Porcentaje promedio (+EE) de todos los ríos (15) representado en Frecuencia de ocurrencia (valores mayores a 1%). Las barras grises corresponden a ítems autóctonos, barras blancas a terrestres y la barra negra a otros o misceláneos.



**Figura 21. Variación ontogénica en la dieta de *Oncorhynchus mykiss*.** Abundancia de ítemes alimentarios por grupos de talla, representado en porcentaje de volumen (valores mayores a 5%). Grupos alóctonos o terrestres señalados con una (t).



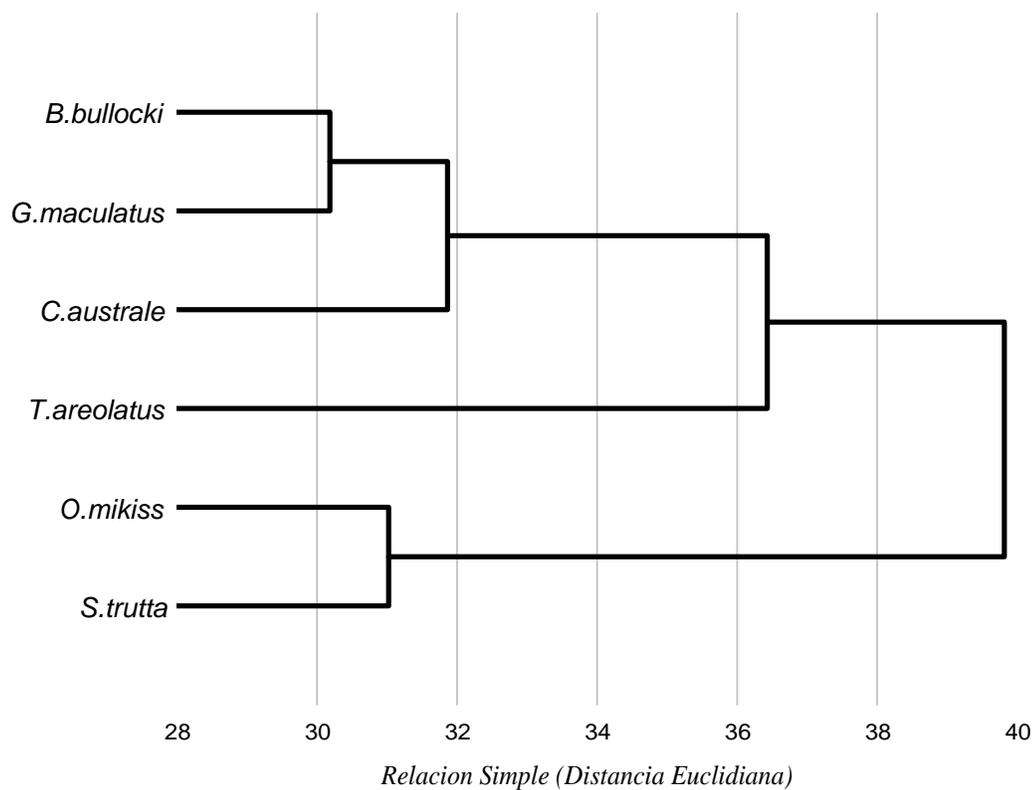
**Figura 22. Dieta de *Oncorhynchus mykiss* v/s oferta alimentaria para el río Sur.** A: Dieta de *O. mykiss* expresada en IIA. B: Abundancia de fauna bentónica expresada en porcentaje numérico.

### 6.3. Comparación de dietas entre especies.

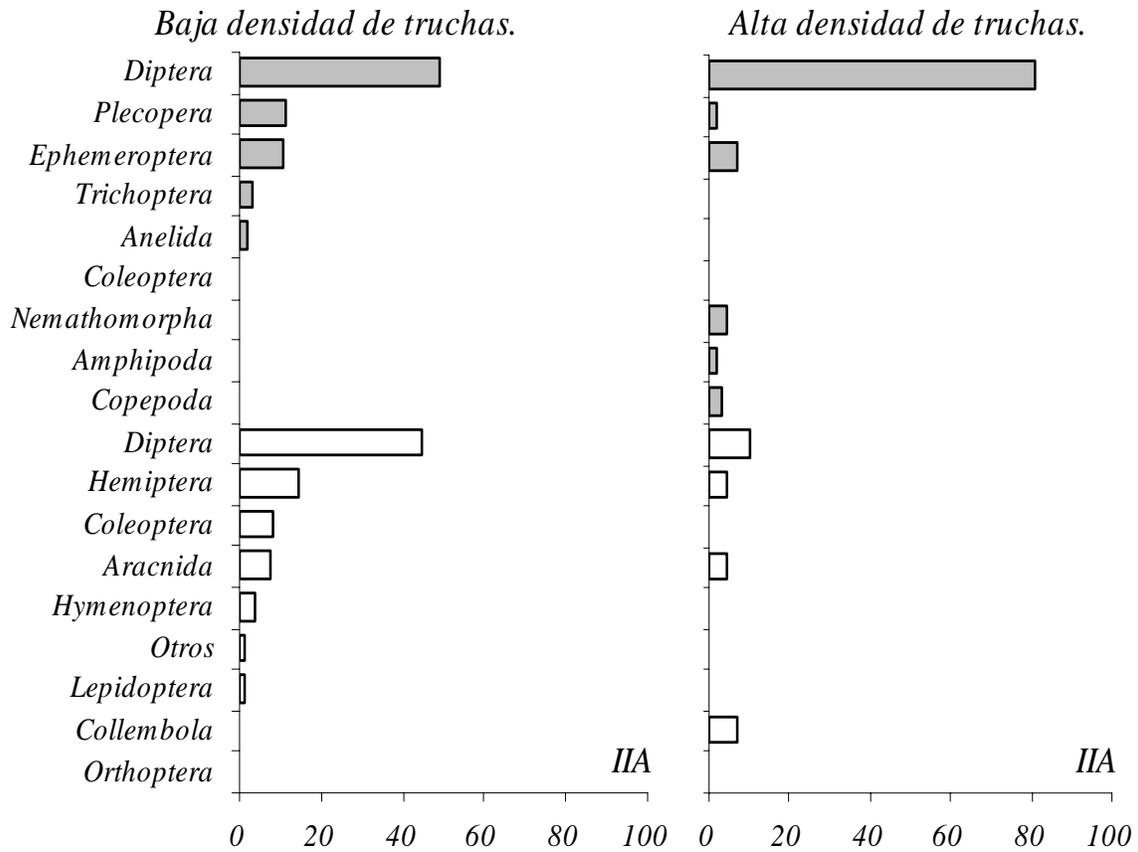
Con el análisis de conglomerados entre las distintas especies, basándose en la dieta de cada una, se encontró una clara agrupación de las truchas por un lado y las especies nativas por otro (Fig.23). También se observa que dentro del grupo de las especies nativas *Ch. australe* y sobre todo *T. areolatus* tienden a separarse del grupo.

Las especies tipo seleccionadas para comparar ambos grupos de especies serán la nativa *B. bullocki* y la trucha *S. trutta* debido a que son estas especies las que presentan mayor similitud en cuanto a número de estómagos analizados, ubicación geográfica, amplitud trófica y consumo de recursos presa alóctonos. Además coinciden en la preferencia por ocupar ríos ubicados en la Depresión intermedia lo que es fundamental para comprobar algún tipo de interferencia.

Al comparar las conductas alimenticias de las especies en ríos donde ambas están presentes, se encontró que existe una tendencia de *B. bullocki* a variar su dieta en presencia de altas densidades de la trucha *S. trutta*, haciéndose mas “especialista” y ocupando en menor proporción presas de origen alóctono (Fig. 24).

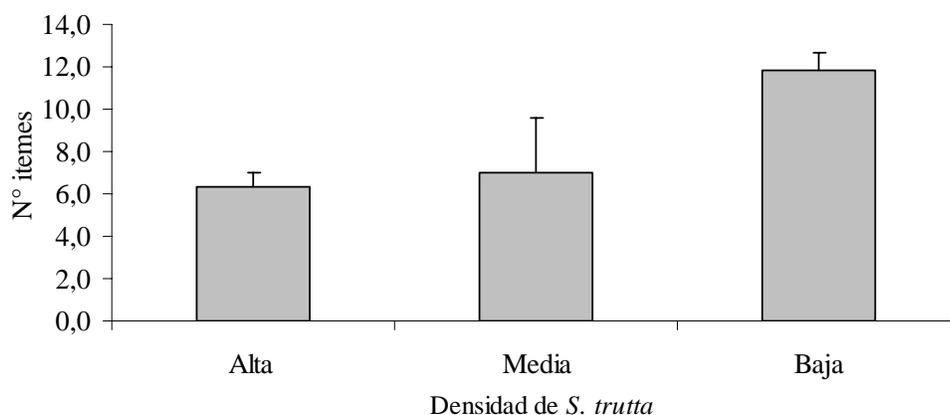


**Figura 23. Dendrograma de agrupación de las especies más abundantes.** Basado en la composición de las dietas, expresadas en %IIA. La menor distancia euclidiana representa mayor similitud entre las especies.



**Figura 24. Variación en la dieta de *B.bullocki*.** Dieta de *B.bullocki* expresada en Índice de Importancia alimenticia (IIA) en dos situaciones: ríos con baja y alta densidades de *S. trutta*.

Así se encontraron diferencias significativas ( $p=0,01$ ) (Tabla II) en el número de ítemes alimentarios presentes en la dieta de *B. bullocki* en presencia de distintas densidades de la trucha *S. trutta* (alta, media y baja), presentando un mayor número de ítemes cuando la densidad de trucha fue relativamente baja (Fig. 25) y viceversa.

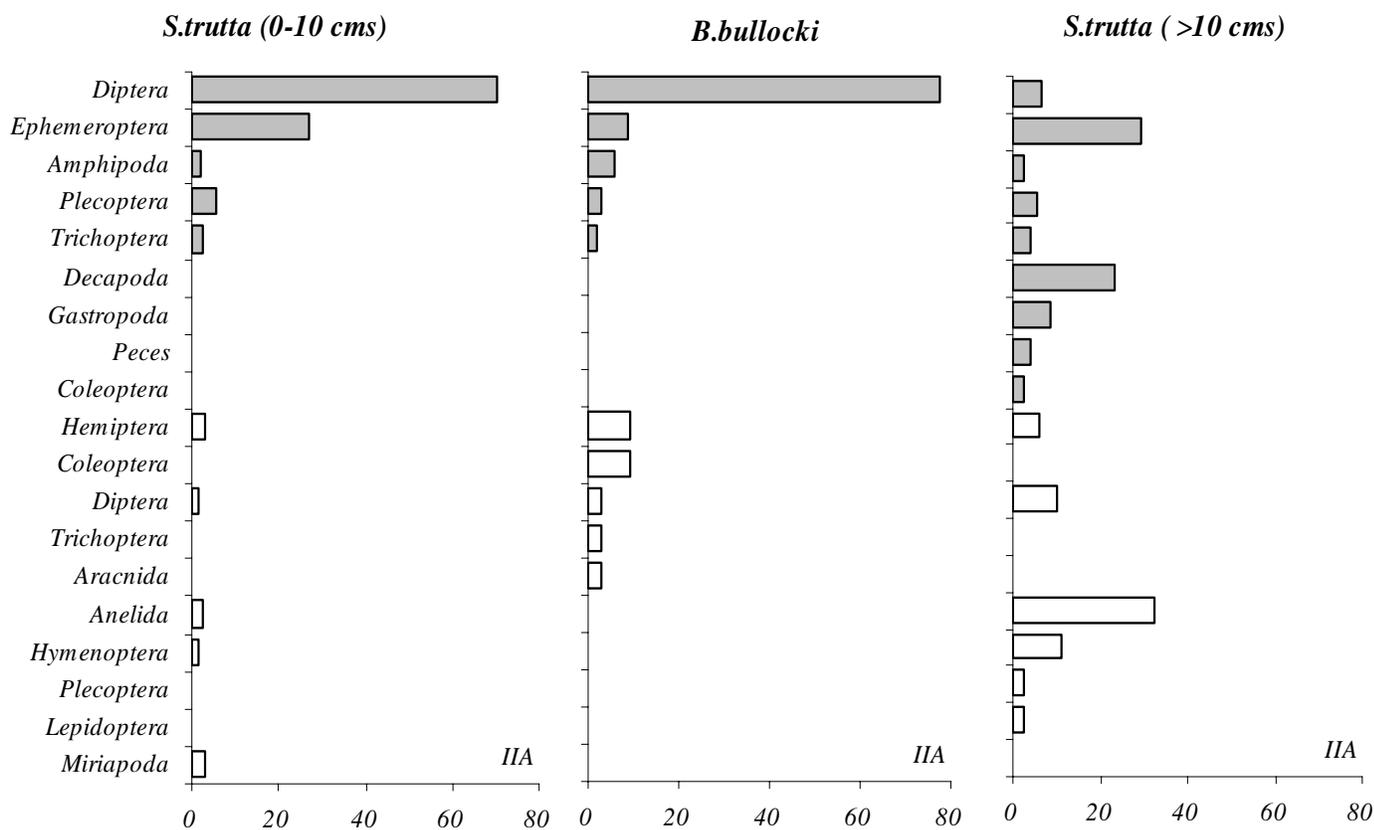


**Figura 25. Variación de amplitud trófica de *B. bullocki*.** Dieta expresada en número promedio (+EE) de ítemes alimentarios en tres situaciones de abundancias de *S. trutta*: Alta, Media y Baja.

ANOVA no-parametrico. Kruskal-Wallis.		
Variable Independiente: Densidad de <i>S. trutta</i>		
H ( 2, N= 13) = 9,189944 p =0,0101		
Dens. <i>S. trutta</i>	<i>n</i>	Suma Rangos
Baja	6	63,0
Media	3	11,0
Alta	4	17,0

**Tabla II.** Análisis de varianza no paramétrico para el numero de ítemes en la dieta de *B. bullocki* a distintas abundancias de *S. trutta*: baja, media y alta.

También se encontró que en los ríos donde existe mayores abundancias de truchas, el río Machete por ejemplo, la dieta de *B.bullocki* tiende a ser más semejante a la de *S.trutta* de tallas pequeñas (0-10 cms), consumiendo ambas preferentemente larvas de Diptera, que de tallas mayores (> 10 cms) las que prefieren ninfas de Ephemeroptera, Decapodos y varios ítemes alóctonos (Fig.26). Además la amplitud de la dieta varía entre 10 ítemes alimentarios para *B.bullocki* y *S. trutta* pequeñas hasta 15 para truchas de mayor tamaño. También en estas últimas aparece, aunque en baja proporción, el ítem Peces.



**Figura 26. Comparación dieta de *B.bullocki* con *S.trutta* en dos grupos de tallas (0-10 y >10 cm.). Dietas expresadas en Índice de Importancia alimenticia (IIA) para el río Machete.**

## **7. DISCUSIÓN.**

En Chile, actualmente, encontramos muy pocos ríos que carezcan de truchas (Soto *et al.* en revisión), por esto es una incógnita si la actual conducta alimenticia de las especies nativas es natural o producto de la presencia de las especies invasoras. De esta forma resulta de gran dificultad diagnosticar interferencias tróficas, como competencia por alimento, entre las truchas y las especies nativas (Arenas 1978), puesto que no tenemos suficientes sitios para comparar las situaciones: con y sin trucha.

Sin embargo, los resultados de este estudio muestran una significativa variación (Tabla II) de la dieta (en número de ítems) de *B. bullocki* a distintas abundancias de *S. trutta* (Fig.24) lo que demuestra que la presencia de truchas produce una interferencia negativa sobre, por lo menos, algunas especies nativas.

Además, en los lugares con alta abundancia de *S. trutta* la dieta de la especie nativa *B. bullocki* se asemeja a la de las truchas de tamaño pequeño (Fig. 26) con las que podrían competir por alimento. Lo cual no puede ser asegurado sin un análisis acabado de solapamiento de nichos y disponibilidad de recursos alimenticios.

Por otro lado no se encontró una depredación importante sobre las especies nativas por parte de las truchas, sin embargo, esta podría ser mayor en lugares donde las truchas de mayor talla son abundantes, lagos y ríos de mayor orden, por ejemplo.

### **7.1. Distribución y abundancia de las especies.**

Las truchas, en general, se distribuyen en todas las zonas de estudio, sin embargo existen algunas diferencia en cuanto a sus abundancias locales. Por ejemplo, *O. mykiss* se encuentra

abundante en ríos de la zona cordillera de los Andes pero muy escasa en las demás zonas, mientras que la trucha *S. trutta* parece preferir ríos de la Depresión Intermedia (Fig.4).

La distribución y abundancia actual de las especies nativas es restringida. Estas se focalizan en las zonas: Depresión Intermedia y Cordillera de la Costa (Soto *et al.* en revisión), esto podría ser considerado como un resultado de desplazamiento por interferencia con las truchas. Sin embargo, las especies nativas más abundantes son *B. bullocki* y *Ch. australe*, especies típicas de ambientes poco correntosos llamados “humedales” por Campos (1985), los cuales son difíciles de encontrar en la zona de Cordillera de los Andes. Por lo tanto es muy probable que estas especies, sobre todo *Ch. australe*, no hayan sido desplazadas por las truchas sino nunca hayan sido abundantes en esta zona.

La distribución actual de los galáxidos podría estar también relacionada a otro tipo de fenómeno como por ejemplo con los procesos de post-glaciación (Cussac *et al.* 2004) o al carácter migratorio de algunas especies como *G. maculatus* (McDowall 1990, 1998A, 1998B). Separar estos posibles efectos del provocado por los salmónidos resulta de una gran complejidad.

*S. trutta* parece ser la especie exótica que más interacción tiene con las especies nativas puesto que ocupan ríos similares en ubicación geográfica y características. Esto sumado al hecho de que *S. trutta* puede ser un depredador mas fuerte que *O. mykiss* (Crowl *et al.* 1992) la convierte en un agente esencial a la hora de analizar el efecto de las truchas sobre las especies nativas.

## **7.2. Conducta alimenticia de especies nativas.**

Los análisis de las dietas muestran que existen diferentes estrategias alimenticias dentro de las especies nativas.

Encontramos especies como *T. areolatus* y *Ch. australe* que se caracterizaron por poseer una amplitud de dieta menor que el resto de las especies y por utilizar recursos alimentarios de origen, exclusivamente, autóctono. Lo anterior, sumado a su distribución específica dentro de los ríos, las convierte en especies con una conducta alimentaria típica de peces “especialistas”.

El bagre *T. areolatus* se registró en lugares relativamente corrientosos y refugiados debajo de las rocas, tanto así que muchas veces fueron capturados con las redes de fauna bentónica. Esta conducta ha sido citada anteriormente (Campos 1985, Campos *et al.* 1993), también se mencionó que esta distribución puede extenderse a otro tipo de ambientes (Habit 1994). Se presenta como una especie bentófaga consumiendo principalmente insectos acuáticos (Díptera, Ephemeroptera) asociados a rocas del fondo del río, lo que concuerda con lo citado en trabajos previos (Campos 1985, Campos *et al.* 1993).

La especie *Ch. australe* se registró en zonas del río con baja corriente y asociada a vegetación acuática, hábitat que coincide con lo citado para su género y su especie (Campos 1982, 1985, Campos *et al.* 1993, Duarte *et al.* 1971). Esta especie posee la dieta más particular dentro de las especies analizadas no sólo por el hecho de consumir exclusivamente recursos autóctonos, principalmente insectos acuáticos (Campos *et al.* 1993), sino porque además se alimenta de microcrustáceos como Cladocera, casi ausentes en la dieta de las otras especies. Esta dieta concuerda con lo citado para el mismo género y especie (Aldunate & De la Hoz 1993, Campos 1985). Esta especie se encontró asociada a especies como *B. bullocki* y la especie introducida *Gambusia affinis*, asociación citada anteriormente (Campos 1985), con las que podría tener algún tipo de interferencia, en cambio sería la menos afectada por la presencia de las truchas debido a que estas prefieren hábitat totalmente distintos.

*Percichthys trucha* solo se encontró en una ocasión, en el río Pescadero, y se presume que estas llegaron desde el Lago Puyehue siguiendo cardúmenes de *G. maculatus* juveniles, debido a que estos fueron muy abundantes en los contenidos estomacales. Se presenta como una especie “especialista”, consumiendo, principalmente insectos acuáticos y peces. Esto concuerda en parte con la literatura publicada al respecto (Campos 1985, Campos *et al.* 1993) donde ha sido descrita como bentófaga y piscívora pero con aporte de material alóctono en su dieta lo que difiere un poco de lo encontrado en el estudio donde el consumo de este material estuvo ausente, lo que se debería a lo acotado y ocasional del grupo analizado.

Por otro lado están las especies del grupo de los Galaxidos (*B. bullocki* y *G. maculatus*) que además de tener una mayor amplitud de dieta se caracterizan por consumir presas de origen alóctono lo que las asemeja a la conducta alimentaria de las truchas y con las cuales podrían tener mayores interferencias.

*G. maculatus* se encontró en bajas abundancias en hábitats diversos (McDowall 1971) en todas las zonas. Presenta una dieta basada en insectos acuáticos (Campos 1985) y complementada con insectos de origen alóctono (Campos *et al.* 1993). Se han citado diferencias ontogénicas relacionadas a su carácter migratorio (Campos *et al.* 1993), las cuales no se encontraron en este estudio. La alta presencia del grupo “otros” se debería a que un grupo de estos peces capturados en el río Pescadero presentaron una gran cantidad de alimento artificial para salmones en sus contenidos estomacales, seguramente proveniente del Lago Puyehue donde existen centros de cultivo.

La más abundante de las especies nativas fue *B. bullocki*. Ha sido citada para ambientes poco corrientosos y con vegetación, similares a los que ocupa *Ch. australe* (Campos 1985, Campos *et al.* 1993), sin embargo, se ha encontrado en variados tipos de habitat (McDowall

1971). Esta especie presenta una dieta compuesta principalmente por insectos acuáticos pero con un gran aporte de presas de origen alóctono como insectos terrestres. Esto refleja el carácter “generalista” de la conducta alimentaria de esta especie que puede comer del fondo, de la columna de agua y de la superficie según sea la disponibilidad de presas. Lo anterior concuerda con algunos trabajos (Campos 1985) pero difiere con otros donde se le considera una especie, exclusivamente, bentófaga (Campos *et al.* 1993). También refuerza su conducta oportunista que se haya encontrado una variación estacional en su dieta, consumiendo más insectos terrestres en la época seca cuando estos son más abundantes.

### **7.3. Conducta alimenticia de especies introducidas.**

Las dietas de las especies *S. trutta* y *O. mykiss* se presentan relativamente similares en la amplitud del rango trófico (numero de ítemes) y el consumo de recursos alóctonos. En éstas se aprecia un gran número de ítemes alimentarios y un importante aporte de grupos alóctonos, en su mayoría insectos terrestres que son atrapados luego de caer al agua.

La dieta de *S. trutta* se presenta como generalista con el mayor número de ítemes alimentarios (28) de todos los peces incluidos en el estudio. Esta conducta concuerda con lo encontrado en otros estudios (Cada *et al.* 1987 A, 1987 B, Berrios *et al.* 2002). La dieta, en general, está compuesta principalmente por insectos acuáticos (Campos 1984, Berrios 2002) con aporte de recursos alóctonos que se hace importante en tallas mayores. Esta variación ontogénica puede ser de gran importancia sobre todo por la incorporación en las tallas mayores de Peces y Decápodos. Se puede inferir de esto que aún cuando esta especie no parece ser gran piscívora, ya que el ítem Peces no es importante en la dieta total, esta conducta cambiaría con el aumento de talla.

El número de ítems alimentarios (25) presentes en la dieta de *O. mykiss* denota su conducta generalista-oportunista (Duarte *et al.* 1971, Palma *et al.* 2002, Berrios *et al.* 2002, Arenas 1978), consumiendo ítems tanto autóctonos como alóctonos. Su dieta está constituida principalmente por insectos acuáticos y no presenta mayores diferencias con la de *S. trutta* (Berrios *et al.* 2002). También se aprecia una variación ontogénica de la dieta, conducta citada anteriormente (Campos *et al.* 1993, Palma *et al.* 2002), consumiendo preferentemente insectos acuáticos (Díptera, Plecoptera) en tallas pequeñas y Peces en tallas mayores (Fig. 21) lo que concuerda con lo encontrado por otros autores (Arenas 1978).

El análisis de selectividad (Ivlev) para la dieta de todas las especies, en este estudio solo se utilizó como ejemplo en algunos ríos debido a que la diferencia entre los métodos de análisis de fauna bentónica y contenidos estomacales pueden hacer muy discutibles los resultados obtenidos. Para el análisis de fauna bentónica se utilizó el método numérico y para los contenidos estomacales el volumétrico. Además el método de toma de muestras de la fauna bentónica, que en este caso fue la red “surber”, no alcanza algunos hábitat específicos, como el de *Ch. australe* por ejemplo. Con esta salvedad, encontramos que la dieta de *Ch. australe* presentó poca relación con la fauna bentónica, lo cual se debería a la metodología de toma de muestras, como ya se había mencionado. Por otra parte, en la comparación de la dieta de *T. areolatus* con la oferta alimentaria se aprecia la especialización de esta especie, ya que selecciona solo una parte de todos los ítems disponibles (Fig. 11). También se encontró que *S. trutta* presenta poca selectividad por sus presas, consumiendo lo más abundante dentro de la oferta alimentaria (Fig. 19), lo que respalda su carácter de especie oportunista. En cambio, para *O. mykiss* se encontró cierta selectividad por algunos ítems autóctonos lo que se contradice con lo citado por otros autores (Palma *et al.* 2002), donde esta especie aparece como poco selectiva.

#### 7.4. Interferencias entre especies nativas e introducidas.

La evidencia más robusta de interferencia entre los peces nativos y las truchas se encontró en *B. bullocki* la cual varía significativamente ( $p=0,01$ , Tabla II) su dieta en presencia de altas densidades de *S. trutta* haciéndose más especialista (menor número de ítems) y también dejando de consumir material alóctono. Esto podría deberse a que, en los ríos donde la trucha es más abundante, la especie nativa no logra acceder a todos los recursos alimentarios por ser desplazada por la trucha, especialmente las grandes, para evitar el riesgo a la predación que es una conducta común en los peces (Botero 2004). Este desplazamiento llevaría a la especie a ocupar lugares periféricos o refugiales dentro del río donde la oferta alimentaria es menor, podríamos estar frente a un caso de competencia por espacio más que por alimento (Crowl *et al.* 1992).

El hecho que la dieta de *B. bullocki* se asemeja a la de *S. trutta* de tallas menores (<10 cm) sugiere que ambas serían desplazadas por las truchas grandes y ocuparían los mismos lugares dentro del río lo que las podría llevar a competir por alimento. En este caso ocuparían el fondo del río, entre las piedras donde son abundantes las larvas de Díptera de las cuales se alimentaron (Fig.26).

En cuanto a la depredación encontramos que el ítem peces fue muy poco frecuente tanto en *S. trutta* (4 %F) como en *O. mykiss* (3 %F) lo cual señala que ésta sería baja. Sin embargo, la tendencia a que las truchas de mayor tamaño manifiesten conducta piscívora (Fig. 18 y 21) indicaría que en lugares donde son más abundantes, como ríos de mayor orden y lagos, la depredación sobre los peces nativos también podría ser mayor. Por otra parte, si las especies nativas han logrado escapar de la depredación al refugiarse en presencia de las truchas. Esto sumado a la acotada distribución y baja abundancia con que se presentaron las especies nativas en

los ríos estudiados, se explicaría la escasa aparición de estas en los contenidos estomacales de las truchas.

Estas interferencias tróficas comprueban, en parte, el efecto de las truchas sobre especies de la fauna íctica nativa como los galaxidos. Sin embargo, la metodología utilizada podría haber sido insuficiente para comprobar a cabalidad competencia por alimentación o sobreposición de nichos, principalmente por la falta de datos como: disponibilidad de recursos presas, distribución dentro del río (microhabitat) y hábitos diarios de alimentación (diurno-nocturno).

Algunos autores han señalado que la existencia de diferencias en los patrones diarios de alimentación y en la ocupación de microhabitat probablemente reducen la competencia entre galaxidos y salmónidos (Crowl *et al.* 1992, McDowall 2003). Además, se ha encontrado que existe variación diurno-nocturno en la alimentación de las truchas y no en los galaxidos (McIntosh & Townsend 1995, Townsend 2003). Por otra parte, estas variaciones están asociadas probablemente a la variabilidad de la deriva de macroinvertebrados (Figuroa *et al.* 2000).

Por todo esto la metodología de trabajo en próximos estudios debería incluir determinación y caracterización de microhabitat para conocer si las especies comparten los mismos sitios de alimentación y descanso, cuando están en los mismos ríos. También la periodicidad de alimentación o de actividad nos daría información sobre los hábitos diurno-nocturno de las especies. Además se debería estudiar con mayor detalle la abundancia y variabilidad de la deriva de macroinvertebrados bentónicos, junto con la oferta alimentaria alóctona. Finalmente con toda esta información adicional podremos concluir que tan sobrepuestos están los nichos de las especies más relacionadas, así como el grado de competencia existente entre ellas.

## 8. CONCLUSIONES.

.- Especies nativas como *T. areolatus* y *Ch. australe* tienen una conducta alimentaria especialista, con una baja amplitud trófica y consumiendo recursos exclusivamente autóctonos, en su mayoría insectos acuáticos.

.- Las especies nativas de Galaxidos como *G. maculatus* y *B. bullocki* tiene una conducta alimentaria generalista, con un rango alimentario mayor y complementando su dieta con recursos alóctonos que caen al río.

.- Las truchas *O. mykiss* y *S. trutta* son generalistas oportunistas, consumiendo un amplio rango de ítems alimentarios tanto autóctonos como alóctonos, estos últimos principalmente en las tallas mayores.

.-La depredación de especies nativas fue baja en las tallas y lugares muestreados, sin embargo esta puede ser mayor en lugares donde las truchas de mayor talla son más abundantes.

.-Algunas especies nativas, *B. bullocki*, estarían siendo desplazadas a lugares refugiales dentro del río donde no tendrían la misma oferta alimentaria, reduciendo así el rango alimentario de su dieta.

.- Estas especies compartirían estos refugios con tallas pequeñas de truchas y al consumir ítems alimentarios similares pueden convertirse en potenciales competidores.

Finalmente con esta información se acepta parcialmente la hipótesis, planteada inicialmente, ya que las truchas tienen un efecto negativo sobre por lo menos una especie nativa, advirtiéndose interferencia en el acceso a los recursos alimentarios. Además se aprecia una baja depredación y por ultimo, una potencial competencia por alimento.

## 9. BIBLIOGRAFIA.

ALDUNATE R. & E. DE LA HOZ. 1993. Diversidad trófica de *Cheirodon pisciculus* G.(Ostariophysi: Characidae): ¿consecuencia de una versatilidad del mecanismo alimentario?. Revista Chilena de Historia Natural. 66:177-184.

AMUNDSEN P., H. GABLER & F. STALDVIK. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. J. Fish Biol. 48: 607-614.

ARTHINGTON A. H. 1991. Ecological and genetic impact of introduced and translocated fresh water fishes in Australia. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 48 (Suppl.1): 33-43.

ARENAS, J. N. 1978. Análisis de la alimentación de *Salmo gairdneri* Richardson en el lago Llanquihue y río San Pedro, Chile. Medio Ambiente. 3(2): 50-58.

ARISMENDI I., D. SOTO, C. DI PRINZIO & F. JARA. 2004. Salmón Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) en cuencas trasandinas del sur de Sud América: historia temprana del asentamiento de una especie exótica. Resúmenes de la II Reunión Binacional de Ecología: Ecología en tiempos de cambio. Mendoza. Argentina. Pág. 424.

ARRATIA G. 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Publicaciones ocasionales del Museo Nacional de Historia Natural. 34:3-108.

BASULTO, S. 2003. El largo viaje de los salmones: una crónica olvidada, Propagación y cultivo de especies acuáticas en Chile. Maval Limitada, Editores. Santiago, Chile, 102 pp.

BERRIOS P., V. RUIZ, R. FIGUEROA, E. ARAYA & A. PALMA. 2002. Hábitos alimentarios de *Salmo trutta* (Linneo, 1758) y *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), en el río Chillán (Chile). Bol. Soc. Biol.. Concepción, Chile. Tomo 73, pp, 103-114.

BLAND R. & H. JAKUES. 1978. How to know the insects. 3ª Edición. Wm. C. Brown Company Publishers. Iowa. 409pp.

BOTERO M. 2004. Selecciones: Comportamiento de los peces en la búsqueda y la captura del alimento. Rev. Col. Cienc. Pec. 17(1).

CADA G., J. LOAR & D. COX. 1987A. Food and feeding preferences of Rainbow and Brown trout in southern Appalachian streams. The American midland naturalist. 117(2): 374-385.

CADA G., J. LOAR & M. SALE. 1987B. Evidence of food limitation of Rainbow and Brown trout in southern Appalachian soft-water streams. Transaction of America fisheries society. 116: 692-702.

CAMPOS H. 1970. Introducción de especies exóticas y su relación con los peces de agua dulce de Chile. Noticiario mensual del Museo Nacional de Historia Natural. 14(162): 3-9.

CAMPOS H. 1973. Lista de peces de aguas continentales de Chile. Noticiario mensual del museo nacional de historia natural. 17(198-199): 3-14.

CAMPOS H. 1982. Sistemática del Genero Cheirodon (Pisces: Characidae) en Chile con descripción de una nueva especie. Análisis multivariado. Studies on Neotropical fauna and Environment. 17: 129-162.

CAMPOS H. 1985. Distribution of the fishes in the andean rivers in the South of Chile. Arch. Hidrobiol. 104(2): 169-191.

CAMPOS H., DAZAROLA G., DYER B., FUENTES L., GAVILÁN J., HUAQUÍN L., MARTÍNEZ G., MELÉNDEZ R., PEQUEÑO G., PONCE F., RUIZ V., SIELFELD W., SOTO D., VEGA R. & VILA I. 1998. Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. 47: 101-122.

CAMPOS H., J. ARENAS, C. JARA, T. GONSER & R. PRINS. 1984. Macrozoobentos y fauna íctica de las aguas limneticas de Chiloé y Aysén continentales (Chile). *Medio Ambiente*. 7(1):52-64.

CAMPOS H., F. ALAY, J. GAVILÁN, V. RUIZ. 1993. Peces del río Bio-bio. Serie: Publicaciones de divulgación EULA. Faranda F. & Parra O. (Ed.). Concepción. 5:100pp.

CARPENTER S. 2003. I. Prevalence and importance of regime shifts. Regime shift in lake ecosystems: Pattern and variation. *Excellence in Ecology* 15: 15-26.

CORTÉS E. 1997. A critical review a methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 726-738.

CORTÉS E. 1998. Methods of studying fish feeding: reply<sup>1</sup>. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 2708.

COSTELLO M. J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *J. Fish Biol.* 36: 261-263.

CROWL T., C. TOWNSEND & A. MCINTOSH. 1992. The impact of the introduced brown and rainbow trout on native fish: the case of Australasia. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2: 217-241.

CUSSAC V., S. ORTUBAY, G. IGLESIAS, D. MILANO, M. LATTUCA, J. BARRIGA, M. BATTINI & M. GROSS. 2004. The distribution of South American galaxiid fishes: the rol of biological traits and post-glacial history. *J. Biogeogr.* 31: 103-121.

DYER B. 2000. Systematic review and biogeography of the freshwaters fishes of Chile. *Estud. Oceanol.* 19:77-98.

DUARTE W., R. FEITO, C. JARA, C. MORENO & A. ORELLANA. 1971. Ictiofauna del sistema hidrográfico del río Maipo. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat.* 32:227-268.

ENCINA L., V. CASTAÑO, B. GARCIA & M. GIL. 1999. Ecología trófica del Barbo (*Barbus sclateri*) en cuatro embalses del sur de España. *Limnetica*. 17:95-106.

ESTADES C.F. 1998. Especie non-grata: efectos ecológicos de las especies exóticas. *Ciencia al día*. 1(2). <http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen1/numero2/articulos/articulo6.html>

FERNÁNDEZ H. R. & E. DOMÍNGUEZ. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Tucumán-Argentina. Editorial Universitaria de Tucumán. 282pp.

FIGUEROA R., E. ARAYA & C. VALDOVINOS. 2000. Deriva de macroinvertebrados bentónicos en un sector de ritrón: Río Rucúe, Chile Centro-Sur. *Bol. Soc. Biol. Concepción*. 71: 23-32.

HABIT E. 1994. Contribución al conocimiento de la fauna íctica del río Itata. *Bol. Soc. Biol. Concepción*. 65:143-147.

HABIT E., S. GONZALEZ & P. VICTORIANO. 2002. Alcances sobre el uso sustentable de la Ictiofauna de sistemas fluviales. *Theoría*. 11:15-20.

HANSSON, S. 1998. Methods of studying fish feeding: a comment<sup>1</sup>. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 2706-2707.

HAYES J.W. & BAIRD D. B. 1994. Estimating relative abundance of juvenile brown trout in rivers by underwater census and electrofishing. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 28:243-253.

HYSLOP E.J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17 : 411-429.

HOOPER D.U., CHAPIN III F.S., EWEL J.J., HECTOR A., INCHUSTI P., LAVOREL S., LAWTON J.H., LODGE D.M., LOREAU M., NAEEM S., SCHMID B., SETALA H., SYMSTAD A. J., VANDERMEER J. & WARDLE D.A. 2005. Effects of biodiversity on ecological functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monograph*. 71(1): 3-35.

LAGLER K.F. 1969. *Freshwater fisheries biology*. Wm. C. Brown Company Publishers. Iowa. 421 pp.

LECHOWICZ M.J. 1982. The sampling characteristics of electivity indices. *Oecologia*. 52:22-30.

LUNDBERG J. & MOBERG F. 2003. Mobile link organism and ecosystem funtionig: Implicatios for ecosystem resilience and management. *Ecosystems*. 6: 87-98.

MACK R., SIMBERLOFF D., LONSDALE W., EVANS H., CLOUT M. & BAZZAZ F. 2000. Invasiones biológicas : Causas, epidemiología, consecuencias globales y control. *Tópicos en ecología*. 5 : 19pp.

MCDOWALL R. 1971. The galaxiid fishes of South America. *Zool. J. Limn. Soc.* 50:33-73.

MCDOWALL R. 1990. When galaxiid and salmonid fishes meet – a family reunion in New Zealand. *J. Fish Biol.* 37(Supplement A): 35-43.

MCDOWALL R. 1998 A. Fighting the flow: downstream-upstream linkages in the ecology of diadromous fish faunas in West Coast New Zealand rivers. *Freshwaters Biology*. 40:111-122.

MCDOWALL R. 2003. Impacts of introduced salmonids on native galaxiids in New Zealand upland streams: a new look at an old problem. *Transactions of the American Fisheries Society*. 132: 229-238.

MCINTOSH A. & TOWNSEND C. 1995. Contrasting predation risk presented by introduced Brown trout and native common river galaxias in New Zealand streams. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 1821-1833.

MELÉNDEZ R. 1984. Alimentación de *Merluccius gayi* (Guichenot) frente a Chile central, (32°05'S-36°50'S). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural.* 40:145-151.

MERRITT R. & CUMMINS K. 1984. An introduction to the aquatic insects of north America. 2<sup>a</sup> Edición. Kendall / Hunt publishing company. Iowa. 722 pp.

MILLS E., STRAYER D., SCHEUERELL M. & CARLTON J. 1996. Exotic species in the Hudson river basin: a history of invasions and introductions. *Estuaries.* 19(4): 814-823.

NIEMEYER, H. & P. CERECEDA. 1984. Hidrografía. Colección Geográfica de Chile. Tomo VIII. Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile.

PALMA A., FIGUEROA R. RUIZ V., ARAYA E. & BERRIOS P. 2002. Composición de la dieta de *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792) (Pisces: Salmonidae) en un sistema fluvial de baja intervención antrópica: Estero Nonguén, VIII región, Chile. *Gayana* 66(2): 129-139.

PHILLIPS M. J., M. BEVERIDGE & L. GROSS. 1985. The environment impact of salmonid cage culture on inland fisheries: present status and future trends. *J. Fish. Biol.*, 27 (Supl. A): 123-137.

RICHARDSON J. 1999. Life beyond salmon streams: Communities of headwaters and their role in drainage networks. L.M. Darling, editor .

RODRÍGUEZ J.P. 2001. La amenaza de las especies exóticas para la conservación de la biodiversidad sudamericana. *Interciencia.* 26(10).

RUIZ, V. 1993. Ictiofauna del río Andalién (Concepción, Chile). *Gayana Zoología* 57(2):109-278.

SOTO D. & ARISMENDI I. 2004. Fauna íctica de la cuenca del río Bueno: relevancia de los afluentes en la conservación de especies nativas. En: *Ecología y biodiversidad de los bosques de la Cordillera de la Costa de Chile*. Eds. C Smith-Ramírez, J Armesto & C Valdovinos. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

SOTO D., JARA F. & MORENO C. 2001. Escaped salmon in the inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts. *Ecol. Applications*. 11(6): 1750-1762.

SOTO D., ARISMENDI I., GONZALEZ J., GUZMAN E., SANZANA J., JARA F. Y JARA C. En revisión. Southern Chile, trout and salmon country: conditions for invasion success and challenges for biodiversity conservation. *Revista Chilena de Historia Natural*.

TOWNSEND, C. R. 2003. Individual, population, community and ecosystem consequences of a fish invader in New Zealand streams. *Conservation Biology*. Volume 17, N° 1, Pages 38-47.

TOWNSEND, C. R. & CROWL, T. A. 1991. Fragmented population structure in a native New Zealand fish: an effect of introduced brown trout?. *Oikos*. 61:3. 347-354.

## ANEXO I. TABLAS.

Macrocuenca	Zona	Rio	Ubicación Geografica	
			X (UTM)	Y (UTM)
Bueno	C.Andes	Manzano	727641	5491905
		Pescadero	719453	5490062
		Pichichanlelfu	727308	5490208
	D.Intermedia	Cañal	642248	5435849
		Poleo	652919	5534700
		Tramaihue	666944	5528100
		Trumao	654992	5532704
	C.Costa	Cainalhue	631898	5535976
		Hueicolla	645232	5541434
Chepu	C.Costa	Butalcura	606773	5318567
		Puntra	598478	5336484
Llico	D.Intermedia	Cerco	623522	5436721
		Eucaliptus	618160	5440894
	C.Costa	Blanco	616030	5437182
Maullin	C.Andes	Pescado	686571	5429128
		Pescado afluente	690809	5427244
		Pescado nacimiento	692361	5428223
		Sur	690429	5426002
	D.Intermedia	Tepu	701799	5432866
		Arenas	661535	5416035
		Gatito	648457	5406779
		Lahuenñadi 1	665294	5416015
		Machete	633741	5397254
		Maullín 1	633617	5381153
		Maullín 2	629881	5386436
Quemas	656236	5413105		
Puelche	C.Andes	Puelche	695640	5376190
Puelo	C.Andes	Poicas	726202	5381747
Puñon	C.Andes	Puñon	690445	5366698
Valdivia	C.Andes	Chochif	744281	5612596
		Reyhueico	252876	5602437
		Panco	748592	5611785
	C.Costa	Joaquines 1	654737	5576251
		Pillo-Pillo	663630	5584148
		Plata	659958	5568385
		San Juan	635652	5578149
Senderos	657897	5585617		

**Tabla I.** Ubicación geográfica en UTM de los ríos muestreados en el presente estudio.

	<b>Phylum/Clase</b>	<b>Clase/Orden</b>
<b>Autoctonos</b>	Insecta	<i>Diptera</i>
		<i>Ephemeroptera</i>
		<i>Plecoptera</i>
		<i>Trichoptera</i>
		<i>Coleoptera</i>
		<i>Hemiptera</i>
		<i>Odonata</i>
	Crustacea	<i>Decapoda</i>
		<i>Amphipoda</i>
		<i>Copepoda</i>
		<i>Isopoda</i>
		<i>Cladocera</i>
		<i>Ostracoda</i>
	Mollusca	<i>Gastropoda</i>
Anelida	<i>Oligochaeta</i>	
Nematomorpha	<i>Gordioidea</i>	
Chelicerata	<i>Arachnoidea</i>	
Pisces	<i>indeterminado</i>	
<b>Aloctonos</b>	Insecta	<i>Diptera</i>
		<i>Coleoptera</i>
		<i>Hemiptera</i>
		<i>Hymenoptera</i>
		<i>Lepidoptera (larva)</i>
		<i>Trichoptera</i>
		<i>Plecoptera</i>
		<i>Dermaptera</i>
		<i>Thysanoptera</i>
		<i>Orthoptera</i>
		<i>Collembola</i>
	Chelicerata	<i>Arachnida</i>
	Miriapoda	<i>indeterminado</i>
<b>Otros (piedras, vegetales)</b>		

**Tabla II.** Listado de ítem presa registrados en los contenidos estomacales.

Zona	Rio	Abundancias (ind./m <sup>2</sup> )									
		<i>O.mykiss</i>	<i>S.trutta</i>	<i>O.tshawytsha</i>	<i>B.bullocki</i>	<i>G.maculatus</i>	<i>G.platei</i>	<i>A.zebra</i>	<i>Ch.australe</i>	<i>T.areolatus</i>	<i>P.trucha</i>
C.Andes	Manzano	1,083	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pescadero*	0,035	0,152	0,006	-	0,056	0,029	-	-	-	0,238
	Pichichanlelfu*	-	0,436	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pescado*	0,250	0,201	-	-	-	-	-	-	0,005	-
	Pescado afluente	0,063	0,025	0,200	-	-	-	-	-	-	-
	Pescado nacimiento*	0,032	0,075	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sur*	0,114	0,013	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tepu	0,440	0,010	-	-	-	-	-	-	-	-
	Puelche	0,003	0,080	-	-	-	-	-	-	-	-
	Poicas*	0,035	0,165	0,048	-	-	-	-	-	-	-
	Puñon	-	0,046	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chochif	0,035	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Reyhueico	0,120	-	-	-	-	-	0,050	-	-	-
Panco	0,043	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D.Intermedia	Cañal*	-	0,064	-	0,552	-	0,004	-	-	-	-
	Poleo	0,013	-	-	0,525	-	-	-	-	-	-
	Tramaihue*	0,016	0,043	-	0,012	-	0,003	-	0,352	0,021	-
	Trumao	-	0,067	-	0,017	0,017	-	-	0,100	-	0,017
	Cerco*	0,025	0,356	-	0,042	-	-	-	-	-	-
	Eucaliptus*	0,092	0,250	-	-	0,008	-	0,017	-	-	-
	Arenas	0,005	0,053	-	-	-	-	-	0,189	-	-
	Gatito*	-	1,690	-	-	-	-	0,008	-	-	-
	Lahuenñadi 1	-	0,320	-	0,100	-	-	-	0,020	-	-
	Machete*	-	0,399	-	0,096	0,008	0,020	0,064	-	-	-
	Mauñín 1*	-	0,339	-	0,021	-	-	0,004	0,061	-	-
	Mauñín 2*	-	0,033	-	-	0,024	0,013	0,001	0,006	-	-
	Quemas*	-	1,458	-	-	-	-	-	-	-	-
C.Costa	Cainalhue	-	0,040	-	-	0,067	-	-	0,007	-	-
	Hueicolla	0,017	-	-	0,017	-	-	-	-	0,017	0,050
	Butalcura*	-	0,050	-	0,001	-	0,005	-	-	0,053	-
	Puntra*	-	0,057	-	0,076	-	0,010	-	0,011	0,010	-
	Blanco*	0,025	0,480	-	-	-	-	-	0,005	0,135	-
	Joaquines 1*	0,157	0,061	-	-	-	0,004	0,033	-	-	-
	Pillo-Pillo	0,013	0,138	-	0,375	0,425	-	0,013	-	-	-
	Plata*	-	0,015	-	0,188	-	-	-	-	-	-
	San Juan*	-	0,043	-	0,004	0,101	-	-	0,004	-	-
Senderos*	-	0,123	-	-	0,020	-	-	-	-	-	

**Tabla III.** Abundancia (indiv./ m<sup>2</sup>) de las especies de peces en los ríos considerados en el presente estudio. \*Ríos donde se realizaron dos muestreos. Los valores de abundancia corresponden al promedio de las dos épocas (lluviosa y seca).

## **ANEXO II. FOTOGRAFIAS.**



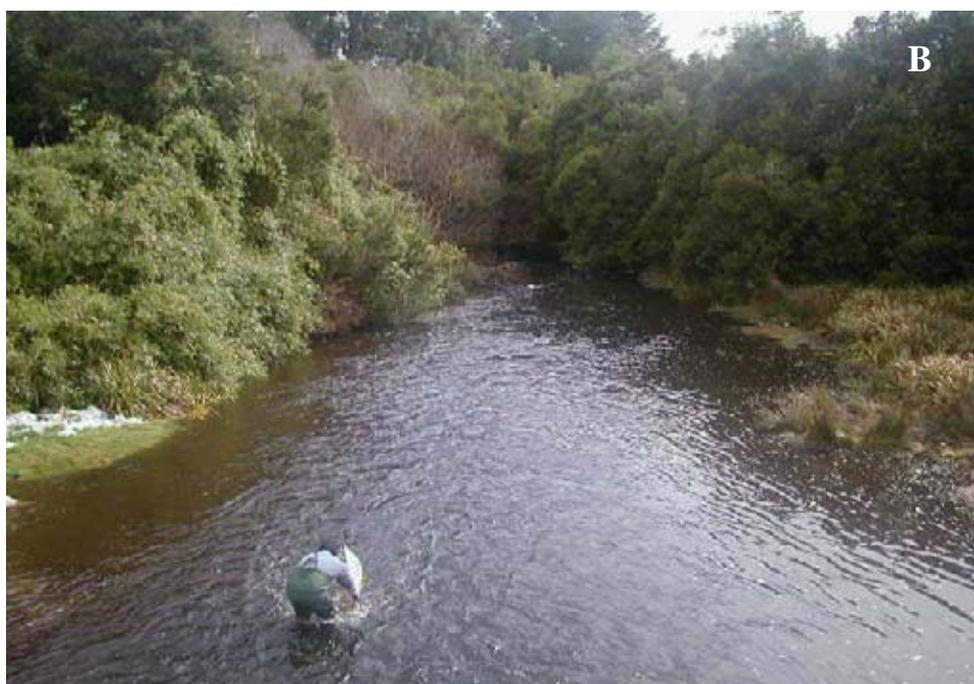
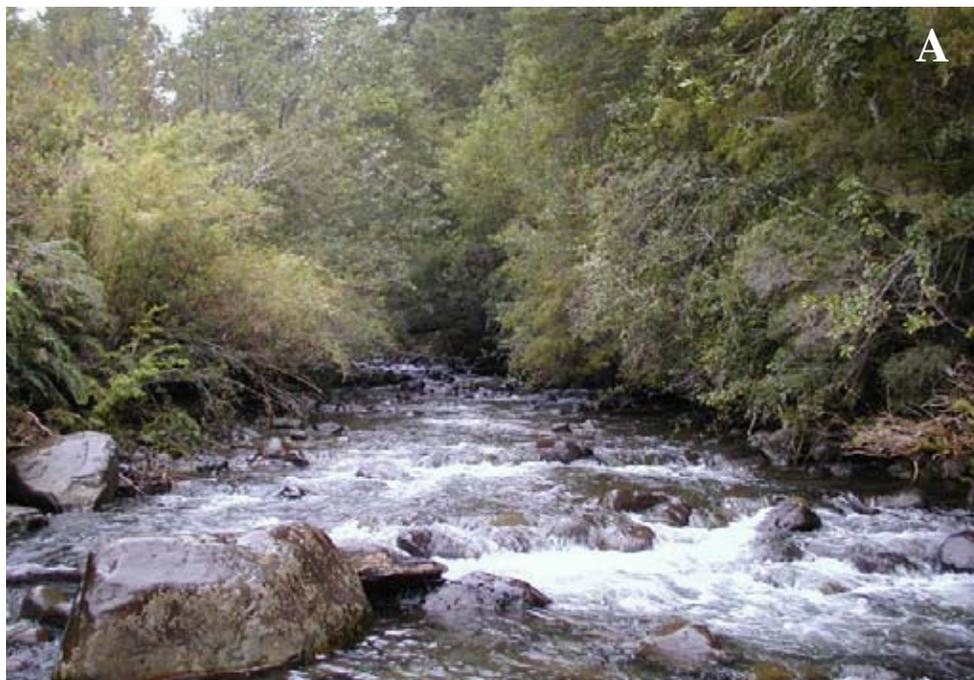
**Fotografía 1. Ríos muestreados. A:** Río Pescado nacimiento, típico de Cordillera de los Andes. **B:** Río Cañal, típico de Depresión Intermedia.



**Fotografía 2. Trabajo en terreno. Pesca eléctrica.**



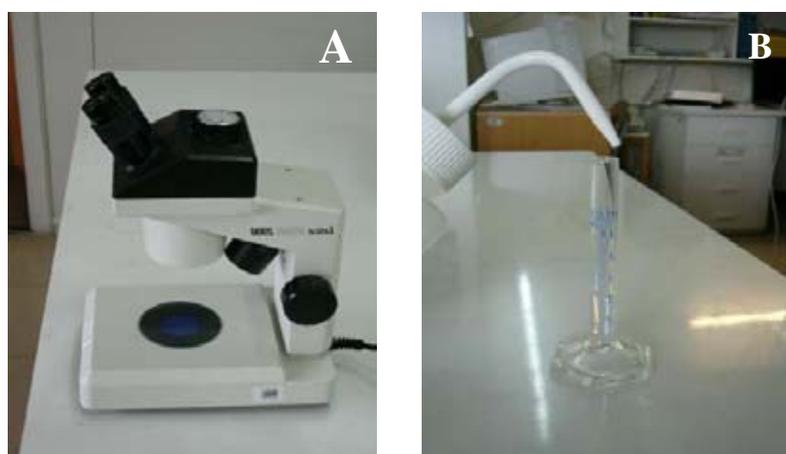
**Fotografía 3 . Trabajo de terreno. A: Medición de peces. B: Peces en recuperación.**



**Fotografía 1. Ríos muestreados. A:** Río Pescado nacimiento, típico de Cordillera de los Andes. **B:** Río Cañal, típico de Depresión Intermedia.



**Fotografía 5 . Especies introducidas.. *Salmo trutta*. A: Juvenil. B: Adulto. *Oncorhynchus mykiss*. C: Juvenil. D: Adulto.**



**Figura 6. Instrumentos de laboratorio. A: Lupa estereoscópica. B: Probeta ( $\pm 0.1$  ml.).**