



*Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas  
de los Ríos Limay, Neuquén y Negro*

**SECRETARÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN y MODELADO DE LAS POBLACIONES DE PECES DEL LAGO  
TRAFUL CON MIRAS AL DESARROLLO DE UNA PESQUERIA RECREACIONAL  
DISTINTIVA**

**INFORME FINAL**

*Convenio Complementario  
AIC - U. N. C. (C. R. U. B.)*



**Bariloche , Junio 2009**



## *Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro*

### AUTORIDADES

- ***Consejo de Gobierno:***

- *Presidente: Ministro del Interior  
Dr. Florencio RANDAZZO*
- *Gobernador de la Provincia de Neuquén  
Dr. Jorge SAPG*
- *Gobernador de la Provincia de Río Negro  
Dr. Miguel SAIZ*
- *Gobernador de la Provincia de Buenos Aires  
Don Daniel SCIOLI*

- ***Comité Ejecutivo:***

- *Presidente: (cargo rotativo anual)  
Representante de la Provincia de Río Negro  
Ing. Horacio COLLADO.*
- *Representante de la Provincia de Neuquén  
Ing. Elías SAPAG*
- *Representante de la Provincia de Buenos Aires  
Don Jorge IZARRA*
- *Representante del Estado Nacional  
Arq. Alberto CIAMPINI.*

Edición: Mes de Junio de 2009. –

Tirada: 05 ejemplares.

Propietario: Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los  
Ríos Limay, Neuquén y Negro.

Número de Propiedad Intelectual (en trámite) (\*).

Director de la Publicación: Presidente del Comité Ejecutivo.

(\*). Se autoriza el copiado y/o duplicado de la información contenida en este ejemplar, siempre que se cite la fuente.

*Unidad Ejecutora*

***EVALUACIÓN y MODELADO DE LAS POBLACIONES DE  
PECES DEL LAGO TRAFUL CON MIRAS AL DESARROLLO  
DE UNA PESQUERIA RECREACIONAL DISTINTIVA***

***Grupo de Evaluación y Manejo de Recursos Icticos  
Centro Regional Universitario Bariloche  
Universidad Nacional del Comahue***



**Dr. Pablo Horacio Vigliano**

**Director**

*Integrantes:*

**Mg. Sc.. en Acuicultura Gustavo Enrique Lippolt**

**Lic. Romina Juncos**

**Dr. Patricio Jorge Macchi**

**Mg. Sc. en Acuicultura Marcelo Fabián Alonso**

**Tca. CONICET María Amalia Denegri**

**Lic. Magalí Rechencq**

**Tco en Acuicultura Virginia Hougham**

Centro Regional Universitario Bariloche  
Universidad Nacional del Comahue  
Quintral 1250 (8400) Bariloche, Río Negro  
[pviglia@crub.uncoma.edu.ar](mailto:pviglia@crub.uncoma.edu.ar)

Citar como:

Vigliano, P.H., G.E. Lippolt, R. Juncos, P. Macchi, M.F. Alonso, M.A. Denegri, y V. Hougham 2009. EVALUACIÓN y MODELADO DE LAS POBLACIONES DE PECES DEL LAGO TRAFUL CON MIRAS AL DESARROLLO DE UNA PESQUERIA RECREACIONAL DISTINTIVA Informe final. Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro). Cipolletti, Argentina. 119 pp.



---

## RESUMEN EJECUTIVO

### **. EVALUACIÓN y MODELADO DE LAS POBLACIONES DE PECES DEL LAGO TRAFUL CON MIRAS AL DESARROLLO DE UNA PESQUERIA RECREACIONAL DISTINTIVA**

#### *INFORME FINAL*

El presente estudio ha sido generado por convenio entre el Centro Regional Universitario Bariloche y la Autoridad Interjurisdiccional de la Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro. El mismo tiene por objetivo general la realización de una evaluación de los recursos ícticos del lago Traful. Para ello el GEMaRI desarrollo las tareas pertinentes para la evaluación y modelado de las poblaciones de peces del lago Traful con miras al desarrollo de una pesquería recreacional distintiva.

Para ello se establecieron cuatro aproximaciones:

- I. Relevamiento de la disponibilidad y viabilidad espacio-temporal de fondos de desove en arroyos tributarios y río Traful

El objetivo de esta aproximación fue determinar si arroyos tributarios del lago Traful, reunían las características ambientales requeridas por el salmón encerrado. Para ello la AIC relevo las características y parámetros ambientales de un grupo de arroyos tributarios de poder analizar la adecuabilidad de los mismos para el salmón encerrado en función de la metodología HSI (Habitat Suitability Indexes).

El resultado de estos análisis mostró que los índices de adecuabilidad del hábitat para la calidad del agua, alevinos, juveniles y adultos son poco propicios o nulos para el salmón encerrado a lo largo del período de estudio y en especial en la época de reproducción, otoño y primer crecimiento de invierno. Las puestas y los alevinos se ven sometidos a condiciones adversas, dadas por la probable acumulación de sedimentos, turbiedad, velocidades altas de la corriente, bajas temperaturas y/ o profundidades del cauce no adecuadas en períodos críticos. Los arroyos sometidos a estudio, podrían presentar algunos sitios aptos para el desove y cría, pero en términos generales la amplitud de los parámetros de las variables determinadas limita su importancia en este sentido. A la fecha el único desovadero aparente en el sistema



sería el propio río Traful, sin embargo no existen estudios del mismo, por lo que sería recomendable su realización.

II. Análisis del Factor humano de la pesquería recreacional del lago Traful: a través de la información del Sistema de Registros de Pesca implementado por la AIC durante la temporada de pesca 2005-2006.

El objetivo de esta aproximación fue obtener datos de uso de la pesquería por parte de los pescadores, así como de variables relacionadas a la experiencia de pesca y calidad de la misma y a la presión de pesca que el lago soporta. El análisis de la información recolectada mostró patrones similares a los observados con anterioridad (Vigliano et al, 2002). La pesquería se halla caracterizada por pescadores recreacionales-familiares que acuden al lago por lo que el mismo ofrece en términos de experiencia de pesca en general. Esto incluye tanto factores no vinculados a la captura de ejemplares como a la pesca en sí misma. La mayor parte de los pescadores entrevistados pueden ser considerados como especializados en cuanto a la metodología usada ( $\approx 55\%$  pesca con mosca) y no utilizan servicios especializados de pesca. El número de ejemplares visto como deseable para sacrificar es de 1-2 peces por pescador. El salmón encerrado es considerado importante como pieza a cobrar debido a su exclusividad o rareza. La presión de pesca sobre el lago es baja, concentrándose mayormente en las áreas de fácil acceso y acampe.

III. Elaboración de modelos demográficos de las especies presentes en el lago: sobre la base de muestreos de captura e hidroacústicos del lago Traful.

El objetivo de esta aproximación fue analizar mediante simulaciones de dinámica poblacional el posible resultado de dos estrategias de manejo que fueran derivadas de propuestas del CEAN (2002) para el lago.

Para ello fue necesario primero estimar los parámetros de los modelos elegidos en función de estudios hidroacústicos de abundancia para los períodos de mixis y estratificación del lago y del establecimiento de parámetros poblacionales de las especies presentes en el lago en función de capturas estacionales con redes agalleras. Los estudios hidroacústicos revelaron para el período de mixis del lago densidades de peces similares a las estimadas en el (Vigliano et al. 2002). Para el período



estratificado las densidades resultaron menores que para las del período de mixis atribuyéndose esto a patrones particulares de agregación de peces vinculados a desplazamientos reproductivos. El análisis de los datos de captura mostró capturas por unidad de esfuerzo similares a las registradas con anterioridad y poblaciones balanceadas con un neto predominio de trucha arco iris (*O. mykiss*), seguida en orden decreciente por *S. fontinalis*, *S. trutta* y *S. salar*. Los peces nativos capturables con redes agalleras son los que se hallan en menor número. La distribución de las capturas en el lago parece indicar que los salmones encerrados son más abundantes en cercanías de la boca del río Traful. Esto plantea la posibilidad que los salmones usen el lago en forma restringida ya sea porque se desplazan ocasionalmente al mismo y/o porque el número que migra efectivamente al lago sea muy reducido. Los salmónidos presentan buenos estados de condición indicando la existencia de suficiente alimento, así como proporciones adecuadas de tallas de calidad, preferidas y memorables. La estructura de edades, el crecimiento y tasas de mortalidad y supervivencia se analizaron para todas las especies de salmónidos, hallándose los valores de las mismas dentro de los rangos que es dable esperar para la especie. El conjunto de valores de dichos parámetros se utilizaron como datos de entrada tanto para los modelos demográficos, como bioenergéticos. El estudio de la alimentación ratificó el hecho de la *O. mykiss* presenta la mayor diversidad trófica, lo cual es un rasgo común para esta especie en lago Andino-Patagónicos. El análisis del solapamiento de dietas indico solapamiento significativos entre 2 especies autóctonas: *D. viedmensis* vs. puyen grande (*Galaxias platei*); entre 2 autóctonas y salmónidos: perca (*Percichthys trucha*) vs. *S. salar* y *G. platei* vs. *O. mykiss*, y entre 2 salmónidos: *O. mykiss* vs. *S. fontinalis*. Estos solapamientos en la dieta implican que la alteración de los equilibrios dinámicos existentes en términos de estructura de la comunidad de peces pueden implicar cambios marcados en la actual trama trófica, ya sea por efectos directos (e.g. alteración de proporción de predadores) o indirectos (e.g. cambios en la biomasa de presas disponibles) sobre la comunidad de peces.

Los modelos demográficos se implementaron en función de dos estrategias posibles 1) la captura y retención sin límite por los pescadores de ejemplares de trucha *O. mykiss*, *Salmo trutta* y *S. fontinalis*, con devolución obligatoria de los ejemplares



de salmón encerrado. En este caso se investigó que tasa de mortalidad por pesca produciría una disminución en las capturas expresada como rendimiento que implicase una disminución en el tamaño poblacional. 2) la siembra de 10.000 ejemplares de edad 0 de salmón encerrado durante un período simulado de 10 años, tomado en cuenta la existencia de reproducción natural. Esto se realizó a los efectos de ver si una siembra como la descrita podría dar por resultado el establecimiento de una población autosostenida de salmón encerrado. Las simulaciones para las truchas *O. mykiss*, *Salmo trutta* y *S. fontinalis* mostraron que a las tasas estimadas de mortalidad natural, el esfuerzo de pesca tendría que incrementarse de forma drástica con respecto al actual para lograr un aumento de la tasa de mortalidad por pesca, que condujese a una disminución de las capturas como reflejo de una disminución en los tamaños poblacionales. Por otra parte las simulaciones parecen indicar que el establecimiento de un límite de talla mínima de captura llevaría a un incremento del rendimiento en las tres especies aun con los incrementos iniciales de mortalidad por pesca.

El análisis de los resultados de la simulación de siembras de salmón encerrado permite observar que el número de reclutas y número de ejemplares de la población decrecen rápidamente una vez suspendidas las siembras. Cabe considerara que tampoco existe garantía alguna de que los ejemplares sembrados permanezcan en el lago. Una aproximación a este último problema sería realizar estudios sobre el río Traful y de desplazamiento de ejemplares mediante telemetría

#### IV. Elaboración de modelos bioenergéticos de las especies de salmónidos del lago:

Esta aproximación tuvo por objetivo determinar el consumo ejercido por los salmónidos presentes en el lago Traful sobre la biota nativa. Los parámetros de entrada al modelo se obtuvieron a partir de los datos obtenidos de las capturas estacionales en el lago. En base a este análisis se pudo ver cada población en particular ejerce un impacto diferencial sobre los recursos alimenticios disponibles, en función de la estructura y numerosidad de grupos de talla /edad de cada especie.



## Conclusiones Finales y Recomendaciones

El presente trabajo indica que a la fecha el lago cuenta con una pesquería recreacional destacada que atrae a pescadores por sus características generales y de captura. En la misma es posible capturar ejemplares de buen porte de cuatro especies de salmónidos, cuyas poblaciones presentan buenos estados de condición y parámetros de crecimiento. El éxito de una estrategia de resiembras de salmón encerrado parece dudoso tanto en virtud de las simulaciones efectuadas, como la falta de hábitats adecuados en los arroyos tributarios al lago para los estadios de embriones y alevinos. Siendo al parecer en la zona el río Traful el único desovadero disponible para el salmón encerrado, sin que existan estudios sobre el mismo. En base a la información de alimentación, solapamiento de dietas y modelos bioenergéticos no se puede afirmar que *O. mykiss* y su tamaño poblacional sean los causantes del bajo número de salmones encerrados en el lago. Dichos estudios parecen indicar que la trama trófica del lago es mucho más compleja y probablemente la misma se deba a un conjunto de interrelaciones directas e indirectas entre el conjunto de las especies entre si y sobre la base de recursos tróficos del lago. Por lo cual la re-siembra de salmón encerrado y/ o de cualquier otra especie podría generar cambios en la dinámica de la comunidad de peces hacia equilibrios no deseados (e.g. perdida de la actual estructura de tallas y numerosidad) y consiguiente perdida de la calidad actual de pesca. Cabe aquí destacar que la pesquería recreacional del lago Traful es en la actualidad una pesquería distintiva en función de la combinación de número y tallas de la *O. mykiss*, *Salmo trutta* y *S. fontinalis*, así como de la posibilidad de pescar salmón encerrado.

Es por ello que consideramos que se debería:

- 1) evitar un programa de re-siembras de salmón encerrado,
- 2) establecer tallas mínimas de captura por especie que eventualmente podrían aumentar la calidad de las capturas con respecto a talla y peso según los sugieren los modelos demográficos (e.g. curvas de tallas mínimas de 240 mm Lt o 400 mm Lt para *O. mykiss* y *Salmo trutta* y 240mm o 350 mm Lt para *S. fontinalis*).
- 3) Establecer la devolución obligatoria de los salmones encerrados.



- 4) Realizar un estudio pormenorizado del río Traful en relación a los salmones encerrados y sobre los desplazamientos de los mismos hacia y desde el lago.
- 5) Promocionar la pesquería recreacional del lago Traful en términos de:
  - la combinación de especies y tallas, la rareza del salmón para lagos de Patagonia
  - los factores no vinculados a la captura que otorgan relevancia a una experiencia de pesca y que hacen de la misma en el Traful una experiencia particular (paisaje, tranquilidad, falta de contaminación, aldea de montaña, etc.)
  - mejorar los servicios a los pescadores.



## Indice General

|   | <i>Página</i> |
|---|---------------|
| Convenio Complementario   | 0             |
| Antecedentes  | 1             |
| Evaluación y modelado de las poblaciones de peces del lago Traful con miras al desarrollo de una pesquería recreacional distintiva.                       | 3             |
| Objetivos   | 3             |
| Materiales y Métodos: I. Relevamiento de la disponibilidad y viabilidad espacio-temporal de fondos de desove en arroyos tributarios y río Traful          | 4             |
| Materiales y Métodos: II. Elaboración de modelos demográficos de las especies presentes basados en muestreos de captura e hidroacústicos del lago Traful. | 4             |
| Materiales y Métodos: III. Elaboración de modelos demográficos y/o bioenergéticos de las especies de salmónidos del lago                                  | 6             |
| Materiales y métodos: IV. Análisis de la información del Sistema de Registros de Pesca implementado por la AIC durante la temporada de pesca 2005-2006    | 7             |
| Cronograma  | 8             |
| Bibliografía  | 9             |
| Estructura del informe  | 11            |
| I. Adecuabilidad de hábitats de arroyos tributarios para el salmón encerrado  | 12            |
| Toma de datos y generación de los modelos de HSI  | 16            |
| Modelos de adecuación del hábitat: HSI  | 17            |
| Análisis de la información y generación de conclusiones   | 20            |
| Arroyo Catarata:  | 21            |
| Arroyo La Máquina   | 24            |
| Arroyo Filcún:  | 26            |
| Arroyo Pichi Traful:  | 28            |
| Arroyo Machico  | 31            |
| Discusión y conclusiones sobre la adecuabilidad de los arroyos tributarios para el salmón encerrado   | 33            |
| II. Factor humano de la pesquería recreacional del lago Traful  | 35            |
| Conclusiones sobre el factor humano de la pesquería del lago Traful   | 43            |
| III. Elaboración de modelos demográficos de las especies presentes basados en muestreos hidroacústicos y de captura en el lago Traful                     | 45            |
| A) Evaluación hidroacústica   | 45            |
| Estimación de la Abundancia y Distribución de los Peces en el Lago  | 45            |
| Distribución espacial de los peces  | 46            |
| Resultados del Análisis hidroacústicos  | 47            |
| Conclusiones relativas a la evaluación hidroacústica  | 50            |
| B) Captura de Peces   | 51            |
| Análisis de las Capturas de Peces   | 54            |
| Composición específica de la captura y Captura por unidad de  | 55            |



|  |     |
|--|-----|
| esfuerzo   |     |
| Capturas en la zona limnética  | 59  |
| Análisis de las capturas por estrato de profundidad  | 59  |
| Análisis de tallas y pesos   | 68  |
| Índices de densidad de stock   | 75  |
| Estructuras de Edades y Crecimiento  | 78  |
| Características de alimentación y relaciones interespecíficas                                | 81  |
| Diversidad trófica   | 82  |
| Relaciones tróficas  | 88  |
| Conclusiones relativas al análisis de las capturas   | 89  |
| C) Elaboración de modelos demográficos   | 91  |
| Conclusiones relativas a las estadísticas de captura y modelos demográficos                  | 97  |
| IV. Elaboración de modelos bioenergéticos de las especies de salmónidos presentes en el lago | 98  |
| Modelos Bioenergéticos   | 98  |
| Conclusiones relativas al modelado bioenergético   | 99  |
| V. Conclusiones generales  | 101 |
| Adecuabilidad del hábitat de arroyos tributarios   | 101 |
| Factor Humano de la pesquería recreacional del lago Traful                                   | 101 |
| Modelos demográficos de las especies presentes en el lago                                    | 102 |
| Modelos bioenergéticos de las especies de salmónidos presentes en el lago                    | 103 |
| VI. Conclusiones Finales y Recomendaciones   | 103 |
| Bibliografía   | 105 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE  
Centro Regional Universitario Bariloche

GRUPO DE EVALUACION Y MANEJO DE RECURSOS ICTICOS  
Quintral 1250 (8400) San Carlos de Bariloche  
Unidad Postal Univ. del Comahue 8400 Bariloche  
Tel: 02944-4 23374 Fax: 02944- 422111 - pviglia@bariloche.com.ar

---

## CONVENIO COMPLEMENTARIO

AUTORIDAD INTERJURISDICCIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS  
LIMAY, NEUQUEN Y NEGRO (AIC)-CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO  
BARILOCHE (CRUB)/UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE (UNCo).

## ANEXO

***EVALUACIÓN y MODELADO DE LAS POBLACIONES DE PECES DEL LAGO  
TRAFUL CON MIRAS AL DESARROLLO DE UNA PESQUERIA  
RECREACIONAL DISTINTIVA***



## 1. Antecedentes

El lago Traful ubicado en el Parque Nacional Nahuel Huapi, ha sido objeto en los últimos años de dos estudios vinculados a la pesquería recreacional del mismo. Dichos estudios estuvieron motivados por el interés de Villa Traful, una aldea de montaña de características particulares, de generar sobre la base del producto pesca recreacional una actividad económica distintiva para la villa. A eso se sumó la concepción de las autoridades de la villa por la que la presencia de salmón (*Salmo salar*) en la cuenca permitiría generar un producto exclusivo en Patagonia, que podría atraer a pescadores de alto poder adquisitivo del país y del extranjero.

Ante este panorama la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC) solicitó en el año 2001 dos estudios distintos y hasta cierto grado complementarios sobre la pesquería. Dichos estudios difirieron en cuanto a aproximaciones conceptuales y metodología.

Así el primero de ellos llevado a cabo por el CEAN se basó en la premisa de definir al salmón como eje de la pesquería y establecer su status y el de las otras especies mediante pesca con mosca, atarraya y pesca eléctrica en cuatro puntos de la costa del lago, examen de arroyos tributarios tendientes a determinar la presencia de ejemplares desovantes y el examen de las capturas de ambas aproximaciones. Este estudio concluyó que el salmón se hallaba escasamente representado en el lago y que esto era básicamente debido al predominio de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). El estudio sugirió elevar la cuota diaria permitida de sacrificio de ejemplares de trucha arco iris a 3 (tres) y la siembra de 10.000 (diez mil) ejemplares de salmón al año, como forma de cambiar el equilibrio dinámico de la comunidad de peces del lago Traful hacia un predominio del salmón y por ende sostener una pesquería distintiva basada en esta especie.

El segundo estudio, realizado por el GEMaRI (Vigliano et al. 2001), se centró sobre el lago y el conjunto de especies que conforman la comunidad de peces del mismo, bajo la premisa de que antes de implementar acciones de manejo, como el cambio en las cuotas de captura, se requería alcanzar un conocimiento de base mínimo que fuese representativo en cuanto a las características de las poblaciones de peces y que permitiese una aproximación a las limitaciones biológicas de los recursos existentes de forma tal de evitar que se fijan objetivos de manejo inalcanzables debido a limitantes biológicas y/o ambientales. El estudio estuvo basado en la captura de peces con redes mediante un diseño estratificado por sector del lago hábitat de peces y profundidad, la aplicación de una tecnología de avanzada como lo es la aplicación de ecosondas científicas y la realización y análisis de censos (creel census) a los pescadores. Esto permitió la estimación parámetros críticos del ambiente, de las poblaciones de peces y de los usuarios directos del recurso.

En función del conjunto de resultados obtenidos se recomendó que se realizara la calidad de la experiencia de pesca de los usuarios del recurso en términos de servicio y facilidades ofrecidas y se desaconsejó la implementación de las sugerencias del CEAN con respecto a incrementar el número de ejemplares de trucha arco iris a



sacrificar por pescador, así como la siembra de ejemplares de salmón (*Salmo salar*). Esto se fundamentó en que no existen elementos definitivos para asegurar que dicha estrategia permitiría el establecimiento de una pesquería centrada en el salmón, especie de salmónido que a la fecha y a pesar de las siembras realizadas sigue siendo la de menor presencia en el lago Traful.

En vista de ello y en función de las recientes reuniones mantenidas por todas las partes interesadas en Villa Traful (12/05/05) y en Cipolletti (31/05/05), se estableció la necesidad de elaborar un plan de manejo de la Ictiofauna de la Cuenca del Traful que tuviera en cuenta distintos aspectos considerado críticos y a ser encarados diferencialmente por las instituciones intervinientes.

El mencionado plan tendría como Objetivo General: “La conservación y desarrollo sustentable de la Ictiofauna con especial referencia al salmón del Traful”

Objetivos específicos:

- Determinar “cuellos de botella” de la cuenca del Traful (Ej: sitios de desove, reclutamiento en el Río, lago, etc.)
- Desarrollar modelos demográficos
- Realizar monitoreo de la pesquería e.g., medir calidad de pesca, presión de pesca, tasa de capturas y determinar mortalidad por pesca)
- Caracterizar genéticamente los salmónidos de la cuenca
- Proponer normas para el reglamento de pesca deportiva (2005-2006)
- Capacitación y concientización
- Identificar usos e impactos sobre la Ictiofauna de la cuenca del Traful
- Control ambiental de la cuenca
- Convenios (Parques Nacionales, prefectura Naval, Cuerpo de Guardafaunas de la Provincia del Neuquén, Policía).
- Mejorar los sistemas de control de la Pesca Recreacional
- Control de la producción de peces en el embalse Alicura.
- Caracterizar la demanda de los pescadores
- Resolver accesos al río Traful en el mediano Plazo



Dado que el estado y características de las distintas poblaciones de peces del lago Traful son el resultado de la interacción dinámica del ambiente, las poblaciones y el uso que se hace del mismo, el GEMaRI propuso implementar una estrategia de Manejo Adaptativo.

Dicha estrategia consiste en mantener durante dos años el status quo de la pesquería en términos de reglamentación y capacidades biológicas y realizar un estudio inicial de un año y medio de duración de la comunidad de peces y la pesquería que permita modelar distintos escenarios de manejo y pesca. Esto permitiría establecer las limitaciones de las acciones a emprender y adaptarlas en función de la información generada.

En este contexto el GEMARI desarrollará las tareas de

***“Evaluación y modelado de las poblaciones de peces del lago Traful con miras al desarrollo de una pesquería recreacional distintiva.***

## **2. Objetivos**

El objetivo general del estudio propuesto consistirá en la realización de una evaluación de los recursos ícticos del lago de acuerdo a las siguientes instancias metodológicas:

2. Análisis de los datos del relevamiento realizado por la AIC de la disponibilidad y viabilidad espacio-temporal de fondos de desove en arroyos tributarios, con especial énfasis en limitantes físico-químicas y de superposición de uso por las especies de salmónidos.
3. Elaboración de modelos demográficos y/o bioenergéticos de las especies de salmónidos presentes, basados en muestreos representativos del lago Traful mediante redes agalleras y ecosondeos científicos estratificados por sector, hábitat y profundidad.
4. Analizar la información resultante de la implementación durante la temporada de pesca 2005-2006 del Sistema de Registros de Pesca implementado por la AIC

Se espera que esta aproximación metodológica permita:

- Determinar la existencia de cuellos de botella ambientales de las distintas especies en relación a la reproducción y la necesidad y probabilidad de éxito de acciones de manejo tales como resiembra.
- Establecer modelos que permitan una aproximación al posible resultado de distintas acciones de manejo en forma previa a su implementación, facilitando así la selección de aquellas con mayor probabilidad de éxito.



### 3. Materiales y métodos

#### I. Relevamiento de la disponibilidad y viabilidad espacio-temporal de fondos de desove en arroyos tributarios y río Traful

Las acciones vinculadas a este punto serán realizadas por personal de la AIC, de acuerdo a parámetros estandarizados coordinados con el GEMaRI.

Dichas acciones comprenden:

Caracterización de sitios de desove y cría y relevamiento de posibles remontas de salmónidos en el tiempo de los arroyos y ríos de la subcuenca. La caracterización implica recorridos de un conjunto de arroyos seleccionados en función de sus características distintivas, con toma de muestras de variables hidrológicas, morfométricas y fisicoquímicas de los mismos. Esto permitirá conocer la adecuabilidad de los mismos a los requerimientos de los estadios de alevino, juvenil y reproductivo de distintas especies, con énfasis en *Salmo salar*. La AIC deberá elaborar una memoria descriptiva de los tipos de arroyos encontrados y la variación de sus características a lo largo de los distintos muestreos de los mismos.

El relevamiento de posibles remontas permitiría conocer el uso del arroyo por parte de distintas especies de peces. Esta prospección se realizará en función de los períodos de desove de las distintas especies de salmónidos presentes en la cuenca del Traful de acuerdo a la siguiente tabla. Esta actividad se realizará mediante inspección visual, pesca eléctrica y/o el uso de trampas.

| Especie                      | Período de desove | de  |
|------------------------------|-------------------|---|
| <i>Salmo salar</i>           | Mayo en adelante  | el número de salidas de prospección deberá observar una frecuencia recomendada de visitas a cada arroyo mensual, y en ningún caso menor a trimestral. |
| <i>Salmo trutta</i>          | Junio en adelante |   |
| <i>Oncorhynchus mykiss</i>   | Julio en adelante |   |
| <i>Salvelinus fontinalis</i> | Mayo en adelante  |   |

El GEMaRI analizará la información recolectada por la AIC mediante metodologías de evaluación del hábitat tales como la metodología HSI (Habitat Suitability Index) y /o Phasbin. Para ello se basará en las memorias descriptivas elaboradas por la AIC y en los datos de los parámetros fisico químicos registrados.

#### II. Elaboración de modelos demográficos de las especies presentes, basados en muestreos de captura e hidroacústicos del lago Traful

Se implementará un diseño de muestreo basado en la aplicación de dos metodologías complementarias: A). el uso de técnicas hidroacústicas y B). la captura de peces mediante redes agalleras. Mientras que el estudio con técnicas hidroacústicas se implementará en dos momentos coincidentes con los períodos de mixis y estratificación del lago, la pesca con redes se dividirá en cuatro etapas coincidentes con las cuatro estaciones del año. Cada una de estas constará de una fase a campo con una duración aproximada de 15 días.



En ambos casos se aplicará un diseño de trabajo a campo estratificado por sector del lago, hábitat y profundidad, repitiendo en general el diseño aplicado con éxito en el año 2001 (Vigliano et al. 2001).

#### A) Metodología hidroacústica

La prospección hidroacústica tendrá como fines: La determinación de la distribución de los peces en la columna de agua y el cálculo de las abundancias absolutas en cada período. La abundancia absoluta de los peces se estimará mediante eco-conteo y eco-integración.

A los efectos de generar la información hidroacústica necesaria se utilizará una ecosonda científica Biosonics DE 4000 provista de un transductor de 200 kHz de haz simple y/o partido de 108 Khz con un cono de 6 grados de amplitud y GPS diferencial interno. Para la adquisición de datos se utilizará el paquete Visual Acquisition v 4.0 de Biosonics. El diseño de insonificación corresponderá al de transectas espaciadas angularmente para cada sector del lago. La configuración de emisión y recepción de señales serán establecida inicialmente de acuerdo a convenciones estándar con relación a la profundidad y características de los distintos sectores. Los archivos producidos en tiempo real serán almacenados en discos ópticos para su posterior tratamiento y análisis. Los archivos así generados serán editados para realizar los estudios correspondientes y analizados mediante el uso de paquetes de software específicos.

#### B) Metodología de Captura de Peces

La captura de peces tiene como fines establecer las características base de la comunidad de peces, así como de sus poblaciones constitutivas, obteniendo la información necesaria para la elaboración de modelos predictivos. Los muestreos se realizarán principalmente utilizando la metodología de calado de redes agalleras de malla variable, estratificadas por hábitats (pelágico y epibentónico) y profundidad. Una descripción in extenso de su construcción y calado ha sido incluida en Vigliano et al. (1999, 2001). Cada estación de muestreo dentro de un sector particular será muestreada por lo menos con un tren de redes completo. Cada tren consistirá de mallas de: 15, 20, 30, 50, 60 y 70 mm bar, de 10 m de largo.

En forma complementaria y simultanea con las actividades de pesca se realizará la determinación de oxígeno disuelto en superficie y profundidad, transparencia por disco de Secchi, y perfil térmico (APHA, 1992).

En caso de ser necesario se implementarán muestreos adicionales con otras artes de pesca tales como: pesca eléctrica, redes de arrastre costero y/o nasas. El tratamiento dado a las muestras obtenidas con cualquiera de estos artes será similar al utilizado con las capturas con redes agalleras.

#### ➤ Análisis de las Capturas de Peces



Los ejemplares capturados serán identificados a especie, registrándose además sexo, largo total (lt) y standard (lst.) al mm inferior, y peso total con precisión de 0,1 gr., profundidad de captura y tamaño de malla. A partir de submuestras representativas se registrarán variables morfométricas, se extraerán escamas y otolitos para la determinación de la edad y posterior análisis del crecimiento y se conservarán contenidos estomacales para el análisis de la dieta.

Sobre la base de los datos obtenidos se determinará la composición específica de la comunidad de peces, la proporción de sexos, la estructura de tallas, pesos y edades por especie, la alimentación, el estado de condición y sanitario. La historia de vida de cada una de las especies se establecerá en función del estudio de estructuras rígidas como ser escamas y otolitos. Crecimiento, supervivencia y mortalidad se estudiarán en función de procedimientos estándar (Ricker, 1975).

La abundancia relativa de cada especie será estimada en función del cálculo de las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) (Ricker, 1975) por hábitat, sector, estrato para cada especie y para el total de las mismas por especie (Vigliano et al. 1999, 2000, en preparación a y b). La CPUE se estandarizará para 15 hs y 100m<sup>2</sup> de red.

La caracterización de ensambles particulares de peces se realizará en función del examen de los valores de CPUE. La distribución espacial de cada especie y sus posibles interrelaciones será analizada en función del examen cruzado de las CPUE entre estratos de cada estación de muestreo para cada hábitat y sector y entre hábitats y sectores para cada período de muestreo mediante los test estadísticos apropiados.

➤ Estimación de la Abundancia Absoluta y Biomasa de Peces

La abundancia absoluta y la biomasa presentes serán estimadas en función de los registros hidroacústicos, utilizando el paquete de análisis Visual Analyzer de Biosonics. Las estimaciones se realizarán por estratos de profundidad, sector y hábitat de acuerdo al volumen inzonificado en relación con los volúmenes totales correspondientes.

### III. Elaboración de modelos demográficos y/o bioenergéticos de las especies de salmónidos del lago

Explorar los efectos directos e indirectos de un conjunto de medidas de manejo es indispensable para conocer y predecir características del sistema, mejorando la capacidad de comprensión de los procesos que regulan a las poblaciones de peces y posibilitando su uso en forma predictiva. La utilización de modelos que ayuden a explicar cualitativa y/o cuantitativamente las complejas relaciones biológicas y biofísicas es fundamental y necesaria para tal fin (Johnson y Martinez, 1995; Radomski y Goeman, 1996; Post et al, 2002). Con el objeto de estudiar las relaciones dinámicas que determinan la composición y estructura de la comunidad de peces y en



función de los resultados obtenidos se elaborarán modelos demográficos y/o bioenergéticos.

*Modelos demográficos:* los parámetros poblacionales y la información recopilada por el Sistema de Registros de Pesca implementado por la AIC, serán utilizados como base para la construcción de modelos demográficos. Estos modelos se usarán para evaluar el efecto que tendría sobre la población y la calidad de pesca distintas estrategias de manejo. El modelo a implementar será del tipo “rendimiento-por-recluta” (Ricker, 1975; Hilborn y Walters, 1992).

*Modelos bioenergéticos:* el desarrollo de estos modelos tendría como objetivos evaluar el impacto de las distintas especies de salmónidos sobre organismos clave de la dieta, arrojando luz sobre las interacciones dinámicas depredador-presa entre los salmónidos introducidos y las especies nativas. Esta aproximación permitiría analizar si la producción de especies de presas clave se halla limitada por depredación, competencia o regímenes termales inadecuados.

En forma complementaria se simularían diversos escenarios posibles vinculados a las actuales prácticas de manejo en términos de siembras y número de ejemplares y el impacto que dichos escenarios tendrían sobre la biota nativa.

#### IV. Análisis de la información del Sistema de Registros de Pesca implementado por la AIC durante la temporada de pesca 2005-2006

La información de los registros de los pescadores es considerada crítica en el manejo de las pesquerías recreacionales, ya que los mismos brindan información sobre la presión de pesca, las capturas por parte de los pescadores y el status de los stocks explotados. Los programas de registros de captura de los pescadores complementan y reducen los monitoreos y evaluaciones con artes de pesca masivos. Básicamente los mismos proveen información que permiten manejar no solo a los peces sino también a los pescadores y al medio en que estos desempeñan su actividad.

El GEMaRI analizará la información proveniente de los Registros de Pesca obtenida por la AIC durante la temporada 2005-2006. El análisis se basará en metodologías estándar (Guthrie et al. 1991, Pollock et al, 1994).



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE  
Centro Regional Universitario Bariloche

GRUPO DE EVALUACION Y MANEJO DE RECURSOS ICTICOS  
Quintral 1250 (8400) San Carlos de Bariloche  
Unidad Postal Univ. del Comahue 8400 Bariloche  
Tel: 02944-4 23374 Fax: 02944- 422111 - pviglia@bariloche.com.ar

#### 4. Cronograma

| ACTIVIDAD  | MES |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Caracterización físico-ambiental y biológica (a cargo de la AIC)                 | X   | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |    |    |    |    |    |    |
| Análisis de los datos de caracterización   |     |   |   |   |   | X |   |   | X |    |    | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| Metodología Hidroacústica  | X   | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  |    |    |    |
| Metodología de Captura de Peces  | X   | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  |    |    |    |
| Análisis Registro de Pesca   | X   | X | X | X |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Elaboración de modelos demográficos y/o bioenergéticos de especies de salmónidos |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| Elaboración de Informes de Avance y Final  |     |   |   |   | X |   |   |   | X |    |    | X  |    |    |    |    |    | X  |

*Inicio de las tareas:* a la firma del Convenio

*Fecha probable de inicio de los trabajos de campo:* Julio de 2006

#### 5. Presupuesto

| ÍTEM  | \$               |
|---|------------------|
| Gastos logística / operativos               | 10.550,00        |
| Gastos campañas                             | 13.800,00        |
| Gastos gabinete                             | 3.000,00         |
| Gastos generación y análisis de información | 32.800,00        |
| Overhead UNCo                               | 3.609,00         |
| <b>TOTAL</b>                                | <b>63.759,00</b> |



## 6. Bibliografía

COWX, I.G. 1996. The integration of stock fisheries assessments into fisheries management. En: I.G. Cowx (Ed.) Stock assessment in inland fisheries. Fishing News Books. 495-506.

GUTHRIE, D. J.M. HOENIG, M. HOLLIDAY, C.M. JONES, M.J. MILLS, AS.A. MOBERLY, K. H. POLLOCK & D.R. TALHELM. Eds.1991. Creel and anglers surveys in Fisheries management. American Fisheries Society Symposium 12. 528pp.

HILBORN, R. and C.J. WALTERS. 1992. Quantitative Fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall. New York. 570pp.

JOHNSON, B.M. and P.J. MARTINEZ. 1995. Selecting Harvest Regulations for Recreational Fisheries: Opportunities for Research/Management Cooperation. Fisheries 20 (10): 22-29

KALIKHMAN, I.L., Z.I. KIZNER, B.R.ZARIPOV & W.D.TESLER. 1986. Crossing distances between acoustic survey tracks. Scientific Committee for the Conservation of Antarctic Marine Resources. Selected Scientific Papers. V/BG/24:152-164.

KALIKHMAN, I.L.1989. Correcting distances between acoustic survey tracks. Progress in Fisheries Acoustics an Underwater Acoustic Conference held at MAFF. Fisheries Laboratory Lowestoft, England. 1989 Proceeding of the Institute of Acoustics 11: 212-215.

KALIKHMAN, I.L., I. OSTROVSKY, P.WALLINE, M.GOPHEN & Z. YACOBI. 1995. Distribution fields for aquatic ecosystem components: method of identification of correlation zones. Freshwater Biology. 34: 317-328.

KALIKHMAN, I.L. & I. OSTROVSKY. 1997. Patchy distributions fields: survey design and adequacy of reconstruction. Journal of Marine Science. 54: 809-818.

POLLOCK, K.H, C.M. JONES & T.L. BROWN. 1994. Angler SURVEY methods and their applications in fisheries management. American Fisheries Society Special Publication. 25 :371pp.

POST, J.R., M. SULLIVAN, S. COX, N.P. LESTER, C.J. WALTERS, E.A. PARKINSON, A.J. PAUL, L. JACSON and B.J. SHUTER. 2002. Canada's Recreational Fisheries: The Invesible Collapse? Fisheries 27 (1): 6-17

RADOMSKI, P.J. and T.J. GOEMAN. 1996. Decision Making and Modeling in Freshwater Sport-fisheries Management. Fisheries 21(12): 14-21

RICKER, W. 1975. Computations and Interpretations of biological statistics of fish populations. Fish Res. Board. Can. Bull. 119.

VIGLIANO, P.H. 2000. Stucture, and Spatial Distribution of Fish communities of lakes of Northern Patagonia, Argentina. Year 2000 American Fisheries Society Annual Meeting" Reflections, St. Louis Missouri, EE.UU.



VIGLIANO, P.H. & ALONSO, M. 2000. Potencial económico de la pesca recreacional en la Argentina: una forma de pesca artesanal poco conocida y su posible impacto en economías regionales de países no desarrollados. *Gayana Zoológica*, Chile. 64(1): 71-76.

VIGLIANO, P.H. y ALONSO, M.F. en prensa. Salmonid Introductions in Patagonia: a mixed blessing. En: *Ecological and genetic implications of aquaculture*. Kluwer Publications. 00-00.

VIGLIANO, P.H., M. ALONSO, P. MACCHI, M.A. DENEGRI, D. MILANO, G. LIPPOLT, y G. PADILLA. 1999. Un diseño modificado y procedimiento de calado de redes agalleras para estudios cuali-cuantitativos de peces por estratos de profundidad en lagos araucanos.

VIGLIANO, P.H., M. DENEGRI, P. MACCHI, M. ALONSO, G. LIPPOLT, D.MILANO, y M. GARCIA ASOREY. En preparación a. Distribución espacial y estacional de las poblaciones de peces de los lagos Moreno Este, Moreno Oeste y Morenito en función de capturas con redes agalleras.

VIGLIANO, P.H. ,G. LIPPOLT, A DENEGRI, En preparación b. Evaluación hidroacústica de las poblaciones de peces de los lagos Moreno Este, Moreno Oeste y Morenito.

Dr. Pablo H. Vigliano



---

## Estructura del Informe

El presente informe ha sido estructurado de forma tal de generar un aproximación secuencial en la generación de los parámetros necesarios para los modelos usados, por ello los temas tratados han sido reordenados con respecto a la propuesta original de la siguiente forma:

### I. Adecuabilidad de hábitats de arroyos tributarios para el salmón encerrado:

- análisis de los datos del relevamiento realizado por la AIC de la disponibilidad y viabilidad espacio-temporal de fondos de desove en arroyos tributarios, con especial énfasis en limitantes físico-químicas y de superposición de uso por las especies de salmónidos.

### II. Factor humano de la pesquería recreacional del lago Traful:

- análisis de la información del Sistema de Registros de Pesca implementado por la AIC durante la temporada de pesca 2005-2006

### III. Elaboración de modelos demográficos de las especies presentes en el lago:

- basados en los muestreos de captura e hidroacústicos del lago Traful

### IV. Elaboración de modelos bioenergéticos de las especies de salmónidos presentes en el lago:

- basados en los muestreos de captura e hidroacústicos del lago Traful

### V. Conclusiones



**I. Adecuabilidad de hábitats de arroyos tributarios:** relevamiento de la disponibilidad y viabilidad espacio-temporal de fondos de desove en arroyos tributarios, con especial énfasis en limitantes físico-químicas y de superposición de uso por las especies de salmónidos

En el presente proyecto se acordó y coordinó con el personal técnico de la AIC: la toma de datos de las variables involucradas, de forma tal de completar por lo menos un ciclo anual. El análisis definitivo consistió en la generación de modelos de adecuabilidad del hábitat específicos para el salmón del atlántico, haciendo énfasis en los estadios que esta especie cumple en los cursos de agua de la cuenca del lago Traful. Dichos modelos desarrollados por la Universidad de Maine de los EEUU; son una excelente herramienta para obtener y evaluar la información necesaria con rapidez y exactitud para posibles decisiones de manejo de los ambientes lóticos donde se desarrollan estos peces.

En este contexto las actividades a realizar se dividieron en tres fases: A). visita preliminar realizada por integrantes del GEMaRI y la AIC al lago Traful entre los días 23 y 24 de mayo de 2006, B). toma de datos por parte de la AIC y generación de los modelos de HSI por parte del GEMaRI, C). análisis de la información y generación de conclusiones por parte del GEMaRI.

A). Visita preliminar realizada por integrantes del GEMaRI y la AIC al lago Traful.

El objetivo de la visita fue acordar la metodología de trabajo para el registro de variables destinadas a la aplicación de los modelos de Evaluación de Hábitats para salmónidos y la factibilidad de su aplicación en los distintos afluentes.

Como resultado del trabajo de campo realizado en el 2006 se recorrieron importantes tramos de los arroyos: Pichi Traful, Machico, Catarata, La Máquina, Blanco y Coaco. Algunos cursos de agua se descartaron dado el escaso caudal o las dificultades de acceso. Dado que no fue posible contar con embarcación para cruzar el lago, no se pudieron visitar varios arroyos de la costa Norte, cuestión que quedó pendiente para efectuar por parte de los técnicos de AIC cuando mejorase el tiempo. Al menos dos de esos cursos deberían estudiarse con mayor detenimiento dadas sus características ambientales, en particular el arroyo Filcún.



Dentro de las características ambientales de los cursos de agua visitados, fue posible hallar cuatro categorías principales:

1. Cursos de agua de gran caudal, con diversidad de tipos de hábitats, ancho importante, sustrato en general rocoso, con gran heterogeneidad de tamaños de material, importante cobertura dada por troncos sumergidos o arrastrados por la corriente, sin vegetación sumergida visible, etc. A esta categoría pertenece el arroyo Pichi Traful.
2. Cursos de agua de mediano caudal y velocidades del agua moderadas, con importantes parches de vegetación sumergida (en general *Myriophyllum sp.*), sustrato arenoso, abundante material leñoso sumergido y vegetación riparia importante. El sustrato formado por cantos rodados o ripio aparece a unos cientos de metros del lago. El arroyo Machico pertenece a esta categoría.
3. Arroyos de pequeño caudal relativo, de sustratos conformados principalmente por rocas, cantos rodados y ripio, velocidades del agua altas, pendientes del suelo importantes, y menor porcentaje relativo de pozones. La vegetación riparia también es importante, produciendo un sombreado casi total del ambiente y la existencia de material leñoso de diverso tamaño. El arroyo catarata pertenece a esta categoría.
4. Arroyos de grandes pendientes con escaso recorrido desde el lago hasta cascadas o saltos de agua importantes, de los cuales se registró la existencia de al menos uno, arroyo La Máquina.

Con la información registrada en campo, se discutieron las alternativas de trabajo en función de los objetivos del proyecto general. Se propuso trabajar sobre cuatro cursos de agua en el registro de variables para el cálculo de los índices de adecuabilidad de hábitats, pertenecientes a las tres primeras categorías enunciadas más arriba. Velocidad del agua, caudal, tipo y tamaño de sustrato, temperatura del agua, concentración de oxígeno disuelto, cobertura interna y externa del arroyo, vegetación riparia, etc. Fueron definidas como las variables a registrar por la AIC. Se adjuntan modelos de planillas de registros para facilitar la tarea de campo.



Durante la permanencia en Trafal se mantuvo un encuentro con un guía de pesca local, que indicó qué especies de salmónidos efectuaban remontas en los distintos arroyos. Dicha información quedó registrada en un mapa en poder de los técnicos de AIC.

Finalmente se acordaron las siguientes acciones:

- El registro de las variables enumeradas más arriba por parte de los técnicos de AIC en los arroyos definidos oportunamente con una frecuencia no mayor a la trimestral, aunque recomendándose una visita mensual a lo largo del curso de agua. Para ello se desarrollaron las planillas de toma de datos incluidas (Tabla 1)
- el realizar pescas exploratorias (ya sea con pesca eléctrica o con atarraya) para registrar la presencia de las distintas especies, haciendo un exhaustivo muestreo a lo largo del curso de agua, para detectar posibles fenómenos de zonificación en la distribución de los peces. Para dichas pescas se recomendó la época de aguas bajas.
- se coordinó con los técnicos del Centro de Ecología Aplicada de Neuquén (CEAN), quienes trabajarán sobre la distribución de peces y de características de la fauna bentónica, cuáles serían los arroyos a estudiar, incluyendo cursos de agua de todas las categorías descriptas más arriba. Debiendo darse especial importancia a los cursos de agua cercanos a la cabecera Este del lago, dada la mayor importancia del río Trafal como ambiente con presencia de salmones.







---

## Modelos de adecuación del hábitat: HSI.

Para el análisis de los datos del presente informe se aplicaron los modelos de adecuación del hábitat para el salmón del atlántico variedad encerrado desarrollado por Trial *et al.* 1984.

Los modelos de hábitat se desarrollaron con el fin de evaluar la adecuabilidad individual de 10 variables ambientales que afectan la productividad y supervivencia del salmón de atlántico variedad encerrado. Dichos modelos son una herramienta válida para ser utilizada cuando no se puede medir la producción o supervivencia de los peces en forma directa y constante.

Estos modelos son aplicables tanto para alevinos y juveniles de *S. salar* encerrado como para la variedad migratoria. Los HSI o índices de adecuabilidad del hábitat están conformados por una serie de valores SI o índices de adecuabilidad que representan individualmente la calidad de distintas variables ambientales relevantes para el desarrollo de un tipo de organismo o estadio de vida. Los valores SI de cualquier variable abarcan un rango entre 0 y 1 con intervalos de 0,1 donde 0 es la no adecuabilidad y 1 es el óptimo del ambiente, siendo 0,4 el límite inferior de la adecuabilidad.

Están compuestos por cuatro componentes: Componente Calidad de agua, componente alevino, componente juvenil y componente adulto o reproductivo. Cada uno de ellos está integrado por una serie de variables ambientales que son consideradas esenciales para el desarrollo de vida del organismo estudiado.

### Variables

#### **Componente calidad del agua:**

Promedio de la temperatura máxima para el crecimiento.

Turbidez.

Saturación de oxígeno disuelto %.

pH.



### **Componente Alevino:**

Promedio velocidad de la corriente.

Sustrato dominante.

Profundidad del cauce.

### **Componente Juvenil:**

Promedio velocidad de la corriente.

Sustrato dominante.

Profundidad del cauce.

### **Componente Adulto o Reproductivo:**

Sustrato dominante.

Profundidad del cauce.

Temperatura al momento de desove.

Temperatura para el desarrollo embrionario.

Velocidad de la corriente en otoño.

### **Justificación de las variables involucradas**

Temperatura para el crecimiento.

El promedio diario de temperaturas máximas para huevos embrionados está relacionado íntimamente con la mayor supervivencia de embriones en desarrollo, es una variable clave para determinar la adecuabilidad del hábitat. (Petersen, 1978).

Turbidez: Esta variable está relacionada directamente con la alimentación de los salmones y cumple un papel preponderante en el desarrollo de alevinos y juveniles.(Mc Crimmon 1954).

Saturación de oxígeno disuelto %: Para el óptimo crecimiento y desarrollo de los salmones es necesario que la concentración de oxígeno disuelto en el agua no descienda de 72%. (Trial y Stanley, 1984).



pH: *S. salar* vive adecuadamente en un rango de pH de 6,4-7,8.(Petersen *et al.* 1880).

Sustrato dominante: Influye en todos los componentes *S. salar*. Es una variable condicionante en el desove, desarrollo y supervivencia de alevinos y juveniles. (Gibson, 1993).

Profundidad del cauce: El modelo para esta variable fue desarrollada en base a la mínima profundidad requerida para la supervivencia de alevinos y juveniles. (Cunjak, 1988).

Temperatura al momento de desove: El rango de temperaturas para la época de desove de *S. salar* están comprendidas entre los 3° C y los 12ª C con un óptimo de 6° C. (Danie *et al.* 1984).

Temperatura para el desarrollo: La temperatura óptima para el desarrollo es de 14° C luego de la eclosión del huevo. (Trial y Stanley, 1984).

Velocidad de la corriente en otoño: Las velocidades de la corriente en la época no debe superar los 70 cm/s y un límite inferior de 20 cm/s. De esta variable depende el éxito y supervivencia del desove. (Crisp y Carling 1989).

### **Cálculos de HSI:**

Componente: Calidad de agua.

Se toma el valor mas bajo de las variables que forman este componente.

Componente: Alevino.

El resultado del producto de las tres variables que forman este componente.

Componente: Juvenil.

El resultado del producto de las tres variables que conciernen a este componente.

Componente: Adulto.

Se toma el valor mas bajo de las variables de este componente.



Índice de adecuabilidad del hábitat:

La resultante del producto de los SI de cada componente.

### Análisis de la información y generación de conclusiones

El análisis de la información recolectada a campo por la AIC dio lugar a los siguientes resultados:

En la tabla 2 se muestran los valores de SI resultantes por componente y HSI totales calculados por sitio de muestreo y por estación del año.

| HSI CATARATA     | Componentes |         |              | Total: |
|------------------|-------------|---------|--------------|--------|
| <b>otoño</b>     |             |         |              |        |
| calidad del agua | alevino     | juvenil | adulto       |        |
| 0,00             | 0,60        | 0,49    | 0,75         | 0,00   |
| <b>invierno</b>  |             |         |              |        |
| calidad del agua | alevino     | juvenil | adulto       |        |
| 0,10             | 0,00        | 0,00    | S/D          | 0,00   |
| <b>primavera</b> |             |         |              |        |
| calidad del agua | alevino     | juvenil | adulto       |        |
| 0,55             | 0,00        | 0,00    | S/D          | 0,00   |
| <b>verano</b>    |             |         |              |        |
| calidad del agua | alevino     | juvenil | adulto       |        |
| 0,00             | 0,42        | 0,45    | 0,45         | 0,00   |
| LA MAQUINA       |             |         |              | Total  |
| <b>otoño</b>     |             |         |              |        |
| calidad del agua | alevino     | juvenil | adulto       |        |
| 0,20             | 0,90        | 0,95    | 0,95         | 0,16   |
| <b>invierno</b>  |             |         |              |        |
| calidad del agua | alevino     | juvenil | adulto       |        |
| 0,20             | 0,00        | 0,95    | S/D          | 0,00   |
| <b>primavera</b> |             |         |              |        |
| calidad del agua | alevino     | juvenil | adulto       |        |
| 0,60             | 0,20        | 0,95    | 1,00         | 0,11   |
| <b>verano</b>    |             |         |              |        |
| calidad del agua | alevino     | juvenil | adulto       |        |
| 1,00             | 0,90        | 1,00    | 1,00         | 0,90   |
| HSI FILCUN       |             |         |              | Total  |
| <b>otoño</b>     |             |         |              |        |
| calidad del agua | alevino     | juvenil | adulto       |        |
| 0,25             | 0,70        | 0,80    | 0,80         | 0,11   |
| <b>invierno</b>  |             |         |              |        |
| calidad del agua | alevino     | juvenil | reproducción |        |



|                  |         |         |        |       |
|------------------|---------|---------|--------|-------|
| 0,25             | 0,20    | 0,70    | S/D    | 0,03  |
| <b>primavera</b> |         |         |        |       |
| calidad del agua | alevino | juvenil | adulto |       |
| 0,70             | 0,10    | 0,10    | S/D    | 0,00  |
| <b>verano</b>    |         |         |        |       |
| calidad del agua | alevino | juvenil | adulto |       |
| 1,00             | 0,80    | 1,00    | 1,00   | 0,80  |
| HSI PACHI TRAFUL |         |         |        | Total |
| <b>otoño</b>     |         |         |        |       |
| calidad del agua | alevino | juvenil | adulto |       |
| 0,00             | 0,25    | 0,50    | 0,00   | 0,12  |
| <b>invierno</b>  |         |         |        |       |
| calidad del agua | alevino | juvenil | adulto |       |
| 0,00             | 0,00    | 0,00    | 0,80   | 0,00  |
| <b>primavera</b> |         |         |        |       |
| calidad del agua | alevino | juvenil | adulto |       |
| 0,55             | 0,00    | 0,00    | 0,00   | 0,00  |
| <b>verano</b>    |         |         |        |       |
| calidad del agua | alevino | juvenil | adulto |       |
| 0,45             | 1,00    | 1,00    | S/D    | 0,45  |
| HSI MACHICO      |         |         |        | Total |
| <b>otoño</b>     |         |         |        |       |
| calidad del agua | alevino | juvenil | adulto |       |
| 0,00             | 0,00    | 0,00    | 0,95   | 0,00  |
| <b>invierno</b>  |         |         |        |       |
| calidad del agua | alevino | juvenil | adulto |       |
| 0,00             | 0,20    | 0,95    | S/D    | 0,00  |
| <b>primavera</b> |         |         |        |       |
| calidad del agua | alevino | juvenil | adulto |       |
| 0,75             | 0,65    | 0,95    | S/D    | 0,45  |
| <b>verano</b>    |         |         |        |       |
| calidad del agua | alevino | juvenil | adulto |       |
| 0,20             | 0,00    | 0,00    | 0,00   | 0,00  |

S/D= dato no tomado.

Tabla 2: Valores resultantes para los diferentes componentes de SI y HSI para los cinco sitios analizados por estación del año.

Arroyo Catarata:

Los resultados obtenidos para este ambiente manifiestan la no adecuación para el desarrollo y supervivencia de *S. salar*. (Tabla 2)

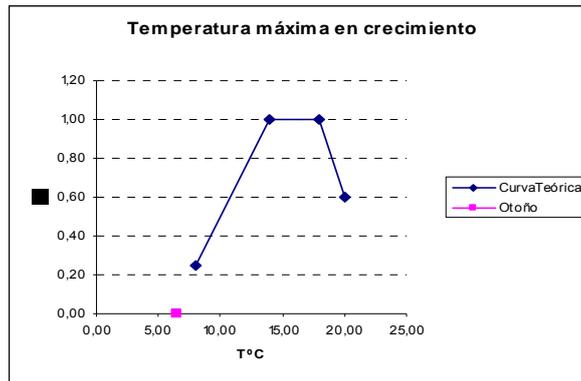


Figura 1: SI para la temperatura máxima de otoño.

La figura 1 muestra el bajo valor hallado para la temperatura máxima, variable que influye en el crecimiento en la época de otoño.

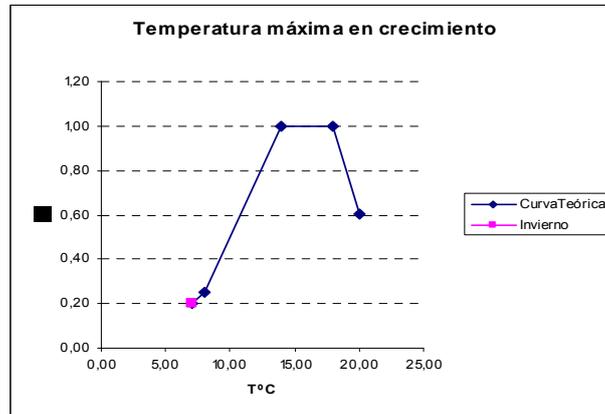


Figura 2: Temperatura Máxima para el crecimiento en invierno.

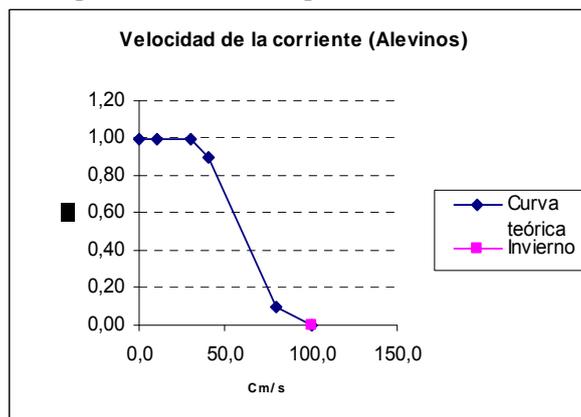


Figura 3: Velocidad de la corriente para los alevinos en invierno.

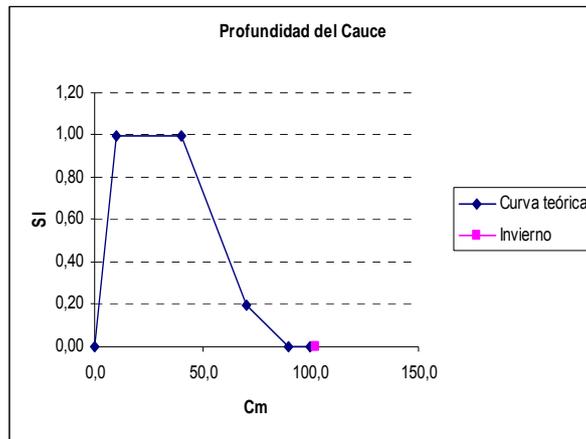


Figura 4: Profundidad de cauce en época invernal.

La velocidad de la corriente, la profundidad del cauce y las temperaturas para el crecimiento en invierno de este ambiente no son adecuadas para el desarrollo de alevinos y juveniles. (Figuras 2,3 y 4)

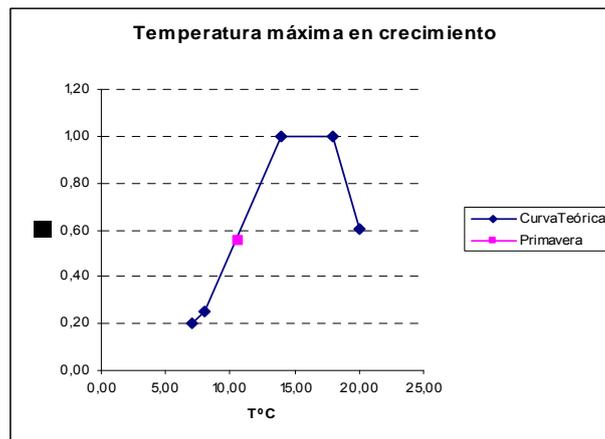


Figura 5: Temperaturas para el crecimiento en primavera.

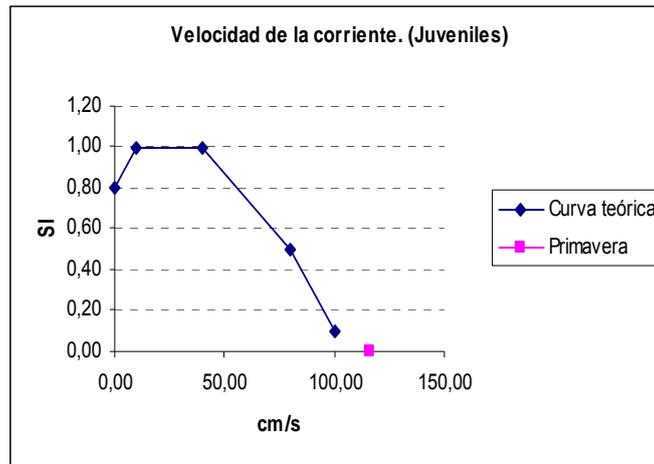


Figura 6: Velocidad de la corriente en primavera.

Las temperaturas y velocidades de la corriente para primavera resultaron con valores por debajo de la adecuabilidad para *S. salar*.(Figuras 5 y 6).

La adecuabilidad del arroyo catarata para *S. salar* no es adecuada para la mayor parte del año.

Arroyo La Máquina:

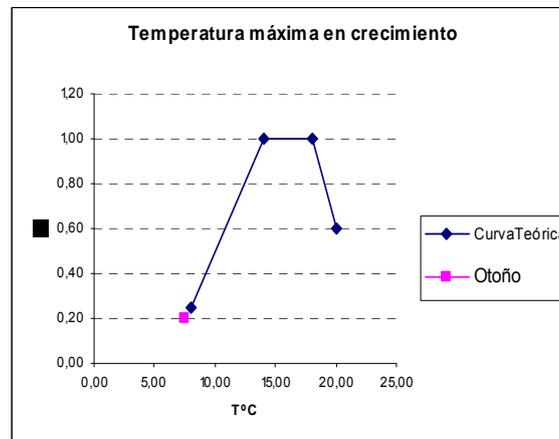


Figura 7: Temperatura para el máximo crecimiento de Otoño.

El valor resultante para la temperatura en otoño de este ambiente hace que la adecuabilidad no sea la pretendida.

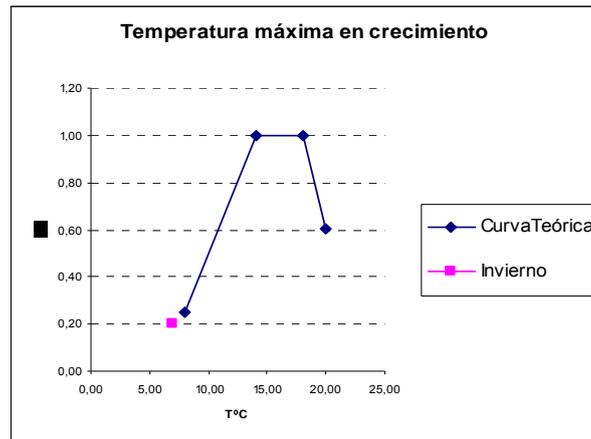


Figura 8: Temperatura para el máximo crecimiento de Invierno.

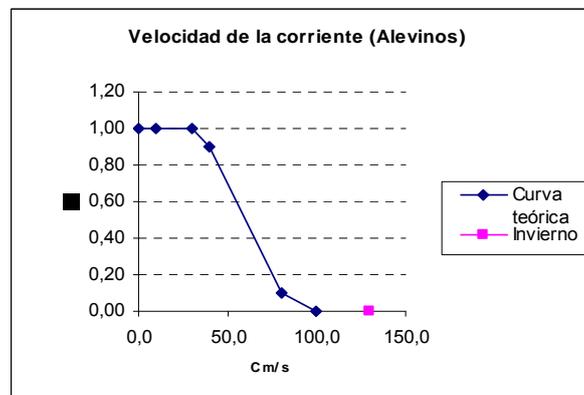


Figura 9: Velocidad de de la corriente para desarrollo de alevinos en Invierno

Los índices de adecuabilidad de la velocidad de la corriente y temperatura para alevinos resultaron valores bajos para el invierno. (Figuras 8 y 9).

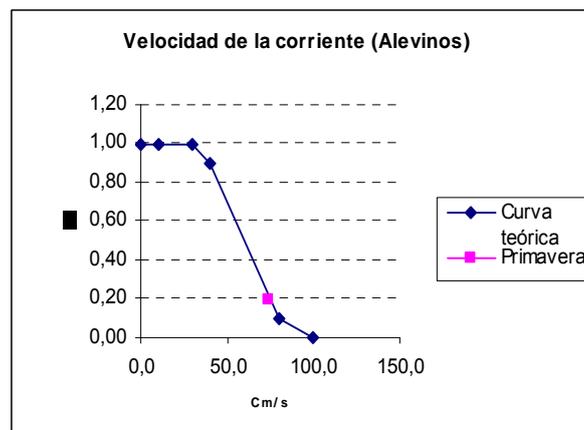


Figura 10: Velocidad de la corriente para alevinos en Primavera

La velocidad de la corriente para la supervivencia de los alevinos en primavera resultó por debajo del límite preestablecido. (Figura 10).

Los índices de adecuabilidad para el arroyo la Máquina resultaron no aptos para *S. salar*. (Tabla 2).

#### Arroyo Filcún:

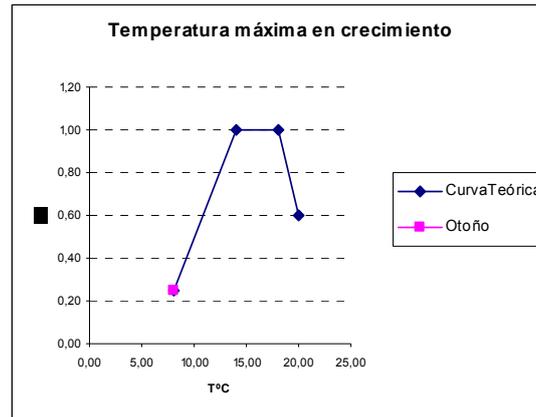


Figura 11: Temperaturas para el crecimiento de Otoño.

La temperatura máxima en el crecimiento para la época de otoño resultó no adecuada para este ambiente. (Figura 11).

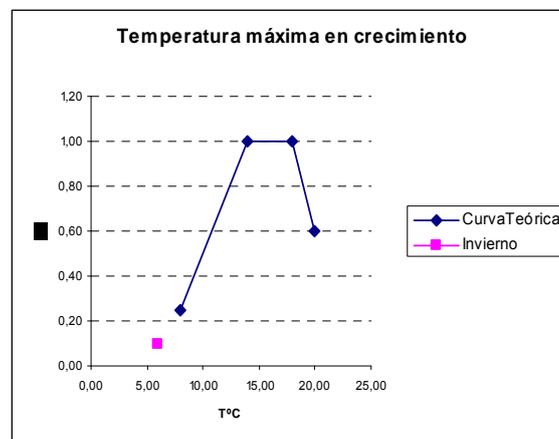


Figura 12: Temperaturas para el crecimiento de Invierno.

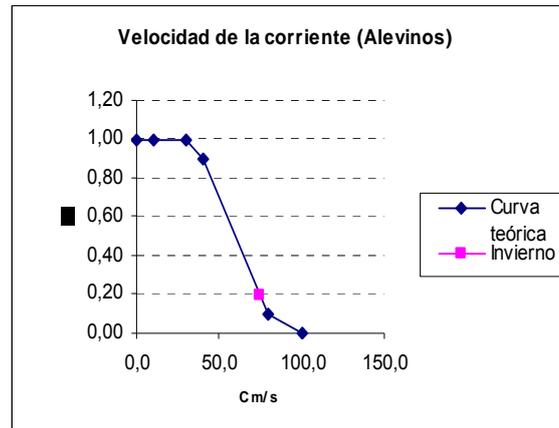


Figura 13: Velocidad de la corriente para los alevinos en invierno.

Los índices de adecuabilidad de la velocidad de la corriente y temperatura de crecimiento de invierno reflejaron valores por debajo de 0,4. Figura 12 y 13).

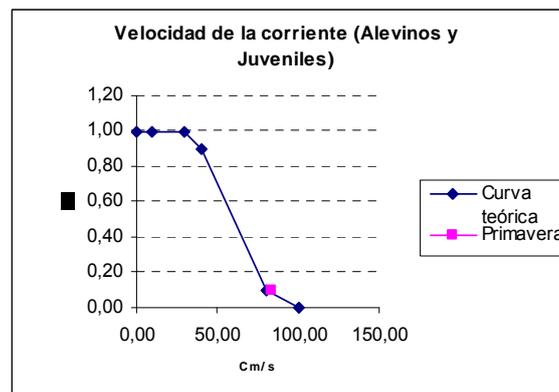


Figura 14: Velocidad de la corriente para Alevinos y Juveniles en Primavera.

La velocidad de la corriente para los alevinos y juveniles es enormemente alta para estos componentes en la estación primavera. (Figuras 14)

Los índices de adecuabilidad generales para este ambiente resultaron deficientes. (Tabla 2).

Arroyo Pichi Traful:

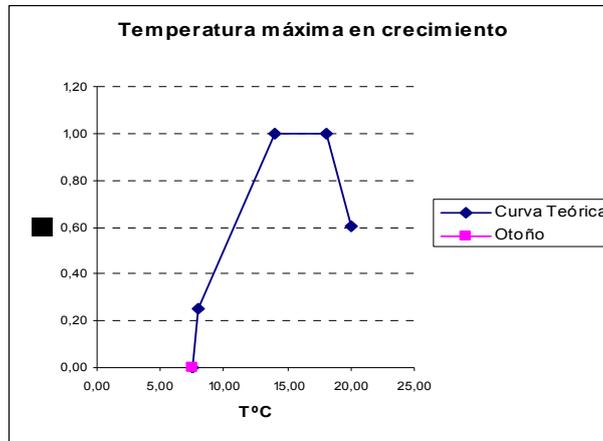


Figura 15: Temperatura máxima para el crecimiento en otoño.

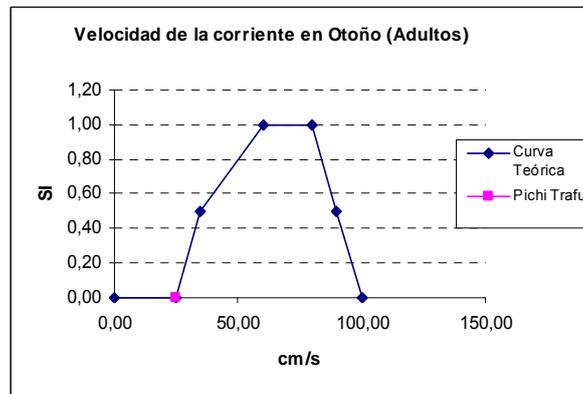


Figura 16: Velocidad de la corriente para el desove en otoño.

La temperatura para el óptimo crecimiento y la velocidad de la corriente para el desove en otoño resultaron no adecuadas para el desarrollo y supervivencia *S. salar* en este ambiente. (Figuras 15 y 16).

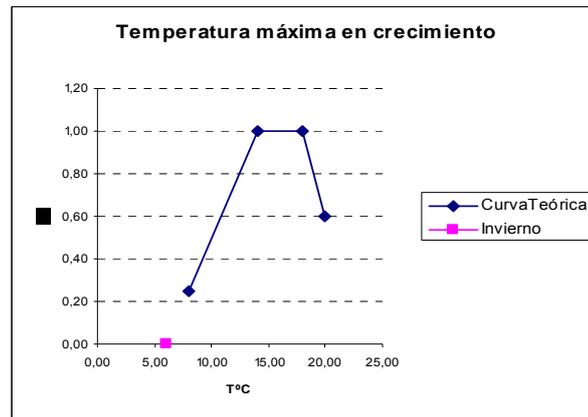


Figura 17: Temperatura máxima para el crecimiento en invierno.

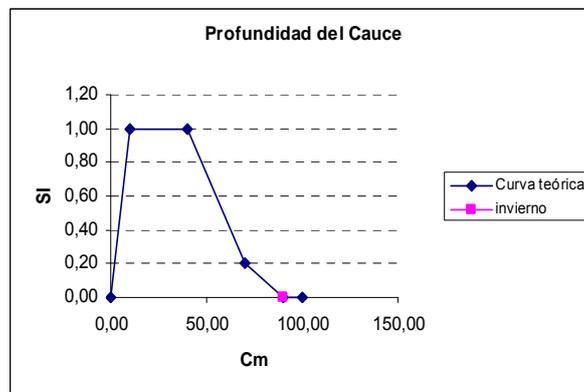


Figura 18: Profundidad del cauce en Invierno.

La profundidad del cauce y las temperaturas para el desarrollo arrojaron resultados negativos para la vida en invierno de *S. salar* en el arroyo Pichi Traful. (Figuras 17 y 18).

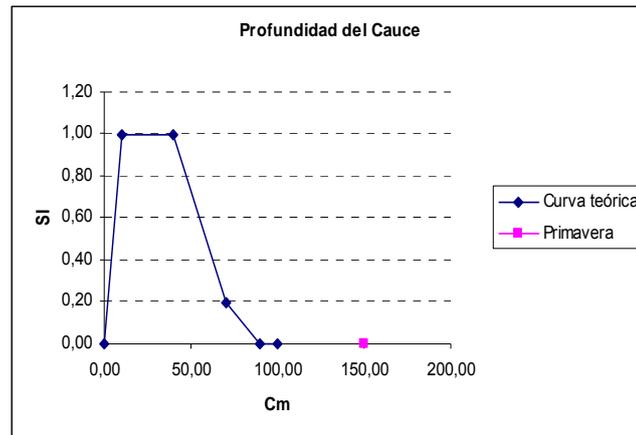


Figura 19: Curva teórica para la profundidad del cauce y valor hallado para la primavera.

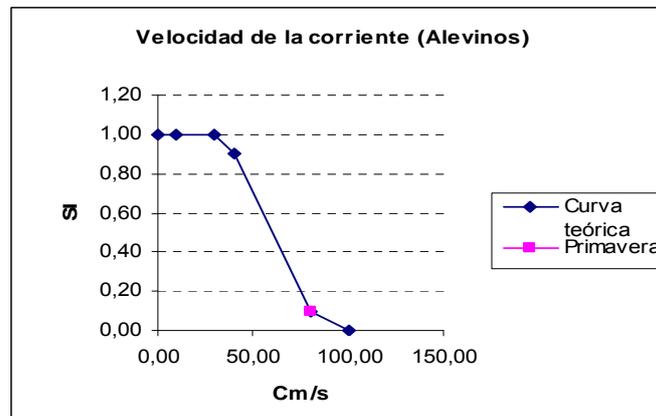


Figura 20: Velocidad de la corriente y valor encontrado para la primavera.

La profundidad del cauce y la velocidad de la corriente en primavera resultaron no adecuadas para la vida de alevinos de *S. salar*. (Figuras 19 y 20).

Los HSI calculados para el arroyo Pichi Traful no son adecuados para el desarrollo y supervivencia de *S. salar* encerrado. (Tabla 2).

Arroyo Machico:

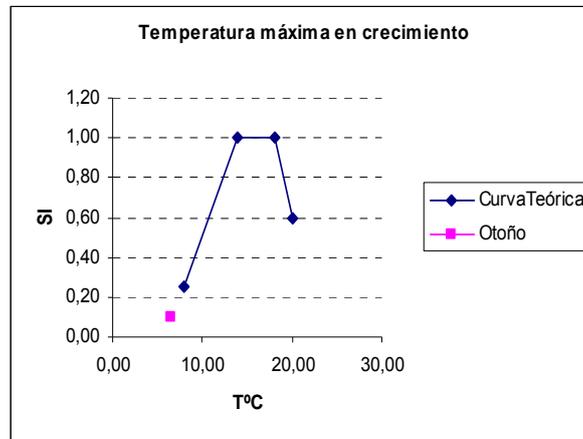


Figura 21: Curva teórica y valor hallado para la temperatura de crecimiento en otoño.

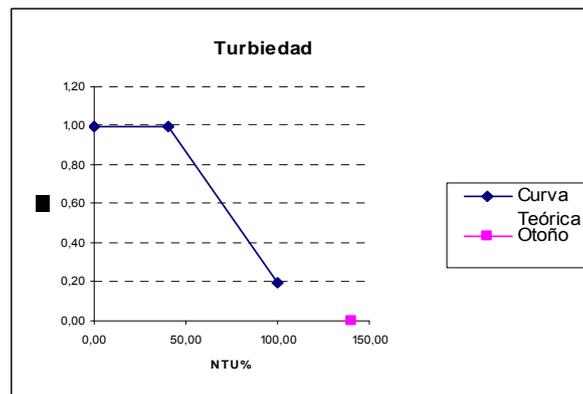


Figura 22: Curva teórica valor hallado para la turbiedad en el otoño.

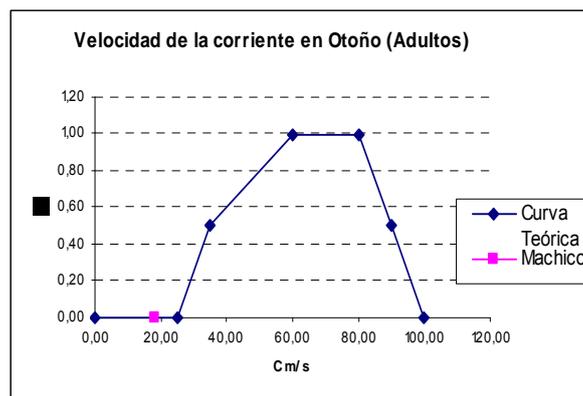


Figura 23: Velocidad de la corriente teórica y SI resultante para otoño.

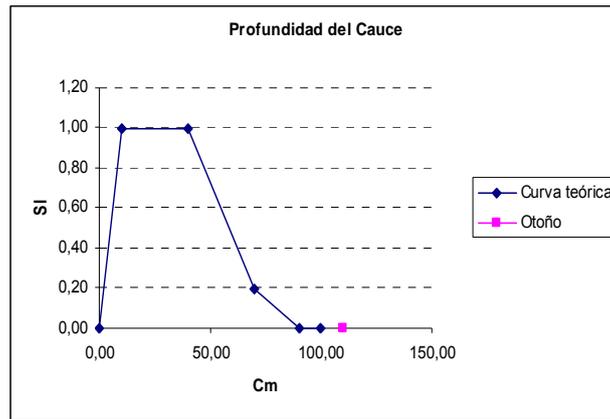


Figura 24: Curva teórica y SI resultante para la profundidad del cauce en otoño.

Los SI resultantes para la profundidad del cauce, velocidad de la corriente para adultos, la turbiedad y la temperatura de crecimiento son por debajo de los valores requeridos en otoño. (Figuras 21, 22, 23 y 24).

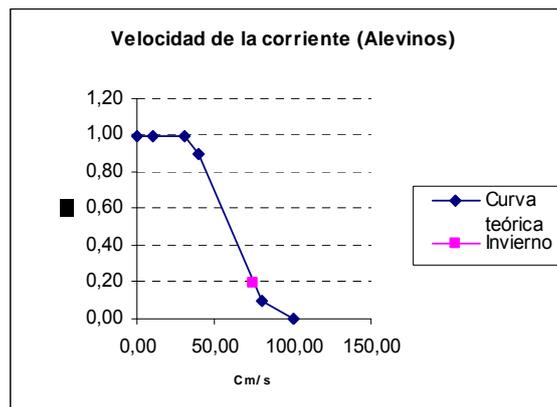


Figura 25: Velocidad de la corriente para alevinos en invierno.

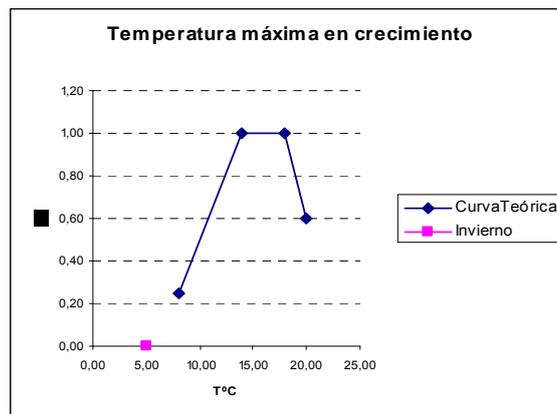


Figura 26: Temperatura máxima en el crecimiento para el invierno.



En las figuras 25 y 26 se observan valores bajos de SI para los alevinos en el invierno.

Los SI para la primavera de este ambiente son adecuados para la especie estudiada (Tabla 2).

En términos generales los SI de verano para los arroyos Catarata, La Máquina, Filcún y Pichi Traful son adecuados para la vida de *S. salar*. (Tabla 2).

El arroyo Machico presenta SI poco adecuados para la supervivencia del *S. salar* (Tabla 2).

Discusión y conclusiones sobre la adecuabilidad de los arroyos tributarios para el *S. salar*:

La obtención de un modelo HSI y de las curvas SI se basa generalmente en un análisis de las observaciones de los parámetros estudiados. Se asume la hipótesis que al variar dichos parámetros entre 0 y 1, donde 0 corresponde a valores de parámetros intolerables, y 1 a valores óptimos para la especie, y dónde el valor 0,4 es considerado el límite inferior de adecuabilidad. En el caso de especies bien conocidas como los salmónidos, las funciones que describen la adecuabilidad de cada parámetro pueden obtenerse de la bibliografía, complementados con la experiencia de campo y laboratorio. No obstante lo lógico que pueda ser esta aproximación no se halla exenta de limitaciones. Entre ellas cabe considerar que los HSI no tienen en cuenta el posible efecto de interacción entre especies ni entre variables. Si bien este tipo de modelos no pueden resolver estas limitaciones, cuyo estudio requiere de otro tipo de experiencias, nos brindan un método objetivo con respecto a que tan sensible es un ambiente específico de acuerdo a los requerimientos de hábitat de las especies bajo estudio. Esto a su vez nos da una aproximación mensurable para guiar decisiones de manejo. (Trial, *et al.* 1994).

Al analizar los HSI generales para *S. salar* (Tabla 2), observamos que los resultados no son adecuados para la especie. Así también, si consideramos los HSI para los diferentes componentes del modelo, observamos que los índices de adecuabilidad del hábitat para la calidad del agua, alevinos, juveniles y adultos son



poco propicios o nulos para *S. salar* a lo largo del período de estudio y en especial en la época de reproducción, otoño y primer crecimiento de invierno. Las puestas y los alevinos se ven sometidos a condiciones adversas, dadas por la probable acumulación de sedimentos, turbiedad, velocidades altas de la corriente, bajas temperaturas y/ o profundidades del cauce no adecuadas en períodos críticos. Dicho esto, hay que resaltar que los resultados de las velocidades de corriente representadas en los gráficos de la figuras 3; 6; 9; 10; 13; 14; 16; 20; 23; 25, superan ampliamente las velocidades que requiere en general la especie. Las velocidades máximas de corrientes en épocas de desove y cría en zonas aptas para el desove no deben superar los 70 cm/s., hallando para los arroyos estudiados valores superiores a 90 cm /s, con picos de 130 cm /s, lo que explica los bajos índices de adecuación encontrados.

Tanto las partículas en suspensión como la velocidad de la corriente son consideradas variables importantes para la supervivencia del *S. salar* (Crisp, 1991) en especial durante la reproducción y alevinaje, factores todos que actuarían en forma detrimental en procesos biológicos de los salmones, tal como una baja fertilización de óvulos. Los valores hallados para invierno y primavera, serían mucho más restrictivos para los juveniles de *S. salar*. Esto coincide con los picos de crecida por lluvia y nieve, con mayor cantidad de material de arrastre, erosión de costas, desaparición de la vegetación sumergida y disminución de la vegetación riparia.

Los arroyos sometidos a estudio, podrían presentar algunos sitios aptos para el desove y cría, pero en términos generales la amplitud de los parámetros de las variables determinadas limitaría su importancia en este sentido. Aquellos ejemplares que lograsen superar los estadios críticos de embriones y alevinos conformarían los grupos mayoritarios de esta especie. (Lippolt, G., 2004).

No obstante estos resultados se debería profundizar el estudio de estos arroyos y en particular la prospección minuciosa del río Traful dónde se encuentran la mayor parte de registros de salmón del atlántico variedad encerrada.

## II. Factor humano de la pesquería recreacional del lago Traful: a través de la información del Sistema de Registros de Pesca implementado por la AIC durante la temporada de pesca 2005-2006

La información recolectada por la AIC en funcionamiento del diseño de censos elaborados en su oportunidad (Vigliano et al. 2002), fue analizada de acuerdo a los lineamientos establecidos en Guthrie et al. (1991), Pollock et al., (1994). En términos generales como resultado de ello se determinó que se realizaron 117 entrevistas a pescadores quienes totalizaron 455 horas efectivas de pesca normalizadas. El número de pescadores entrevistados fue mayor en los primeros meses de la temporada (Fig 62).

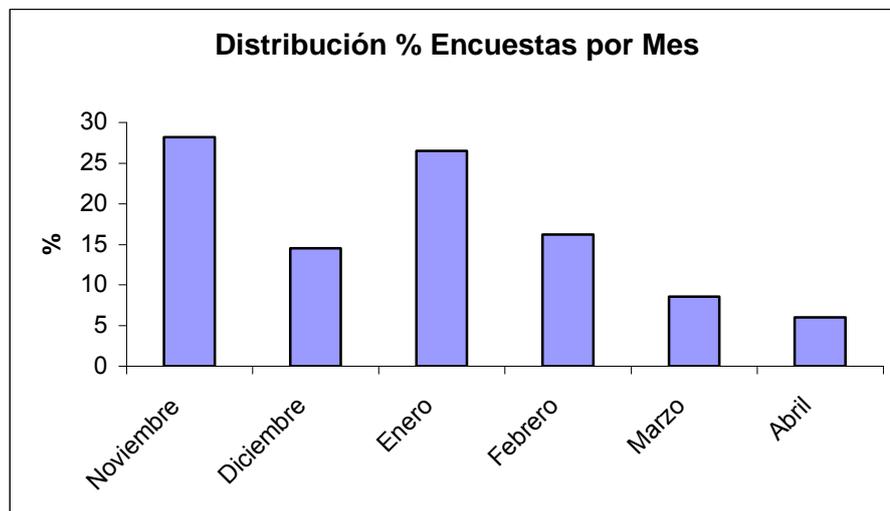


Figura 62. Número de pescadores entrevistados por mes

La mayor parte de los mismo provino de la provincia de Buenos Aires, seguido por aquellos provenientes de Neuquén, Río negro y Capital Federal (Fig. 63).

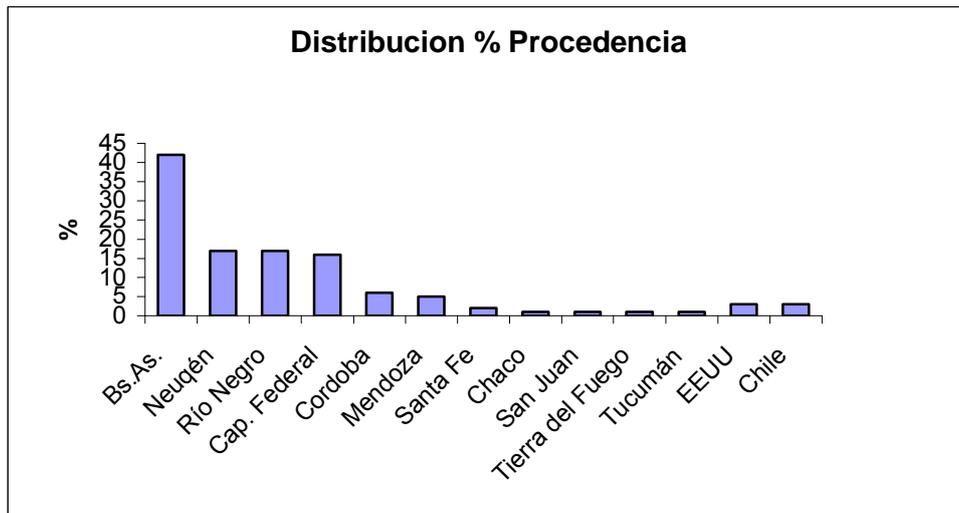


Figura 63. Distribución porcentual de procedencia de entrevistados

La distribución de los pescadores en el lago fue diferencial (Fig. 64), existiendo un uso mayor de los sectores de puerto Arrayan, Casacada Blanca y el Ejido Municipal

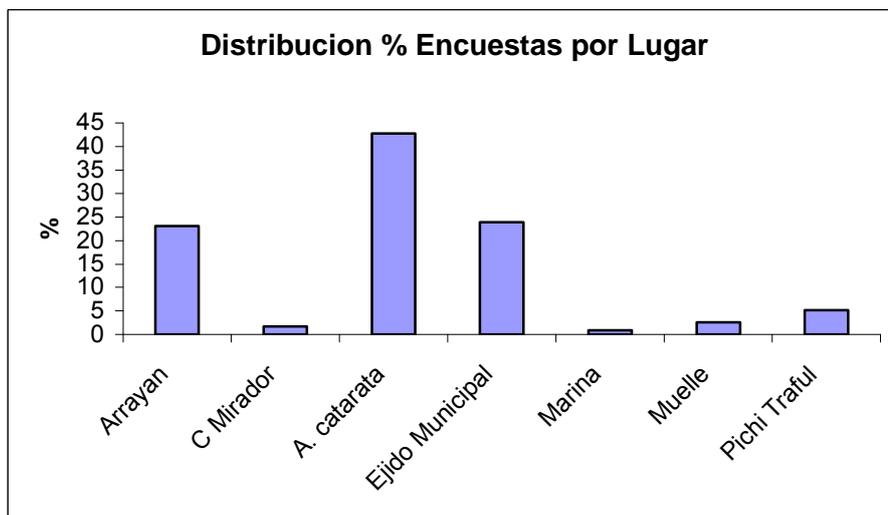


Figura 64. Distribución porcentual de entrevistados en las distintas zonas relevadas

Los pescadores entrevistados eran en su mayoría de sexo masculino, hallándose dentro del segmento productivo de la población (Fig. 65).

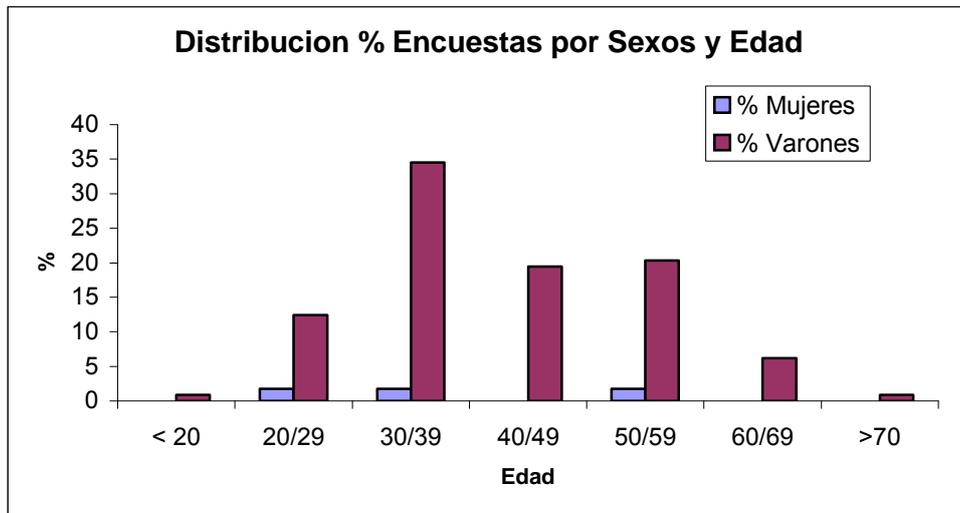


Figura 65. Distribución porcentual por sexo y edad de los pescadores entrevistados

El análisis del tipo de equipos/modalidad de pesca empleada reveló un mayor uso de equipos de mosca (Fig 66).

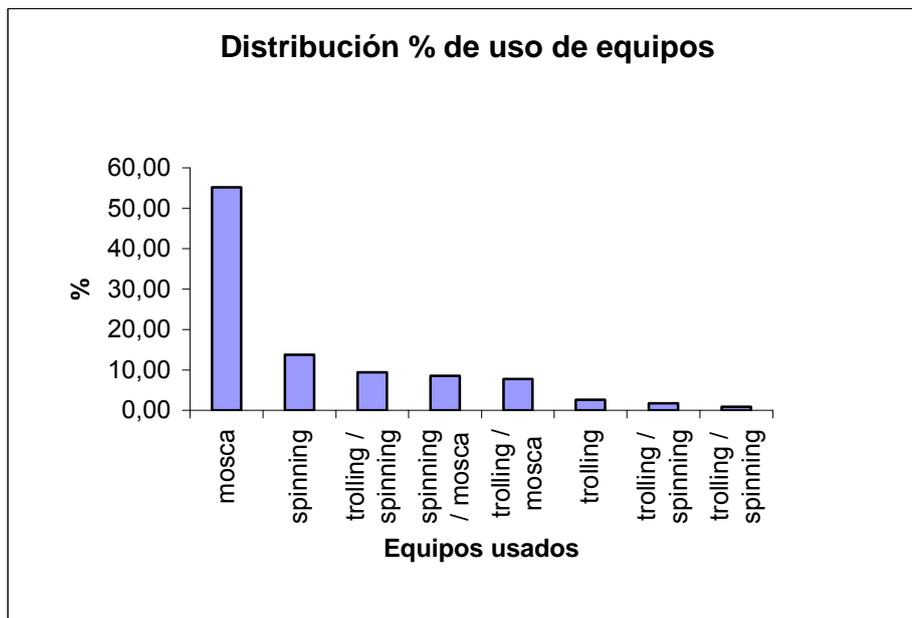


Figura 66. Distribución porcentual de equipos/modalidad usadas preferentemente por los entrevistados

El 70 % de los entrevistados mostró una clara preferencia de sacrificio de ejemplares versus liberación de los mismos (Fig. 67). Sin embargo la percepción

sobre el número de peces a sacrificar sobre la base de distintos períodos de tiempo, puso en evidencia que en general un número reducido de ejemplares a sacrificar satisface la mayor parte de las expectativas (Fig. 68).

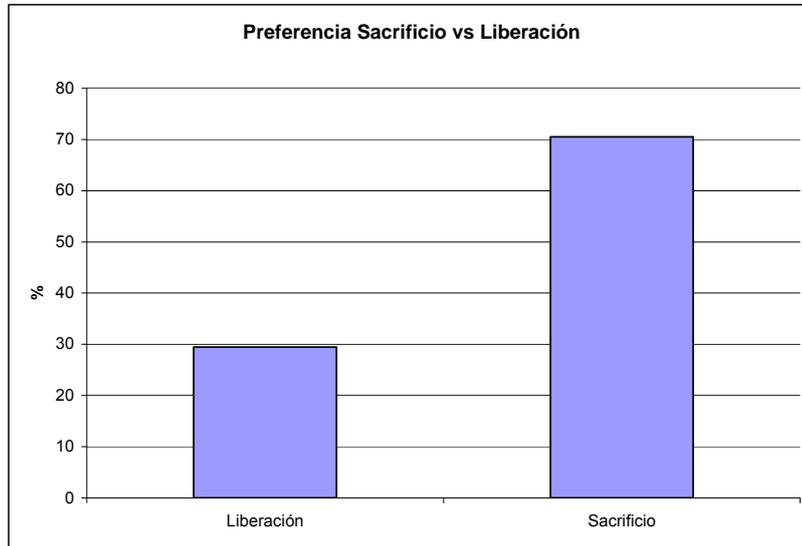


Figura 67. Distribución preferencial de sacrificio vs liberación de ejemplares

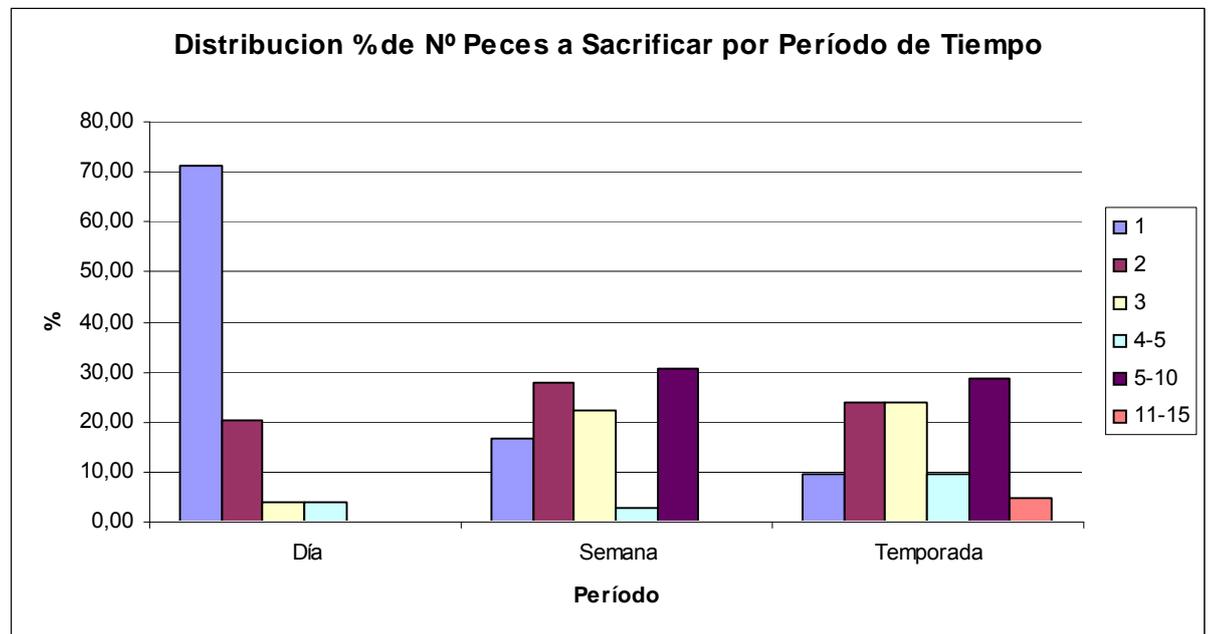


Figura 68. Distribución porcentual de número de ejemplares a sacrificar por períodos de tiempo

El análisis de las preferencias de captura por especie no mostró patrones definidos existiendo en términos generales una percepción difusa de los motivos de

preferencia de una especie sobre otra. La exclusividad del salmón fue el motivo más destacado para la selección de esta especie (Fig. 69).

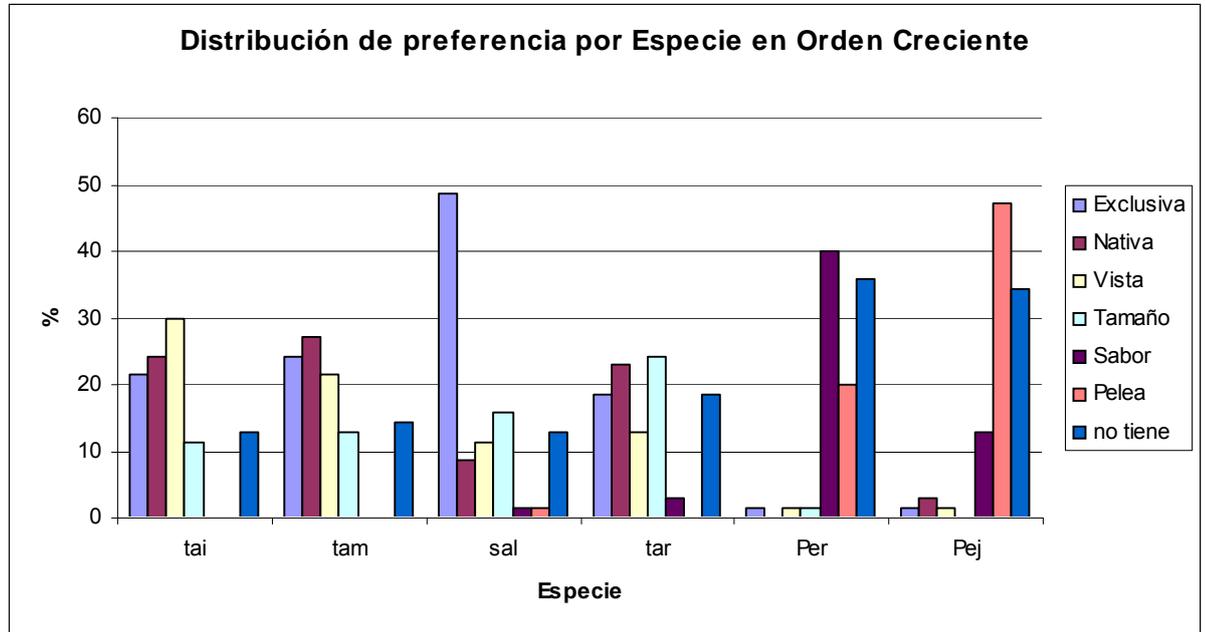


Figura 69. Distribución porcentual de preferencia de captura por especie

El análisis de los valores de importancia atribuidos a distintos factores en una salida de pesca mostró que la calidad de la experiencia para los entrevistados no depende únicamente de aquellos factores vinculados a los peces o a la pesca en si misma, sino que es el resultado de un conjunto de factores estéticos, recreacionales y de pesca (Fig. 70).

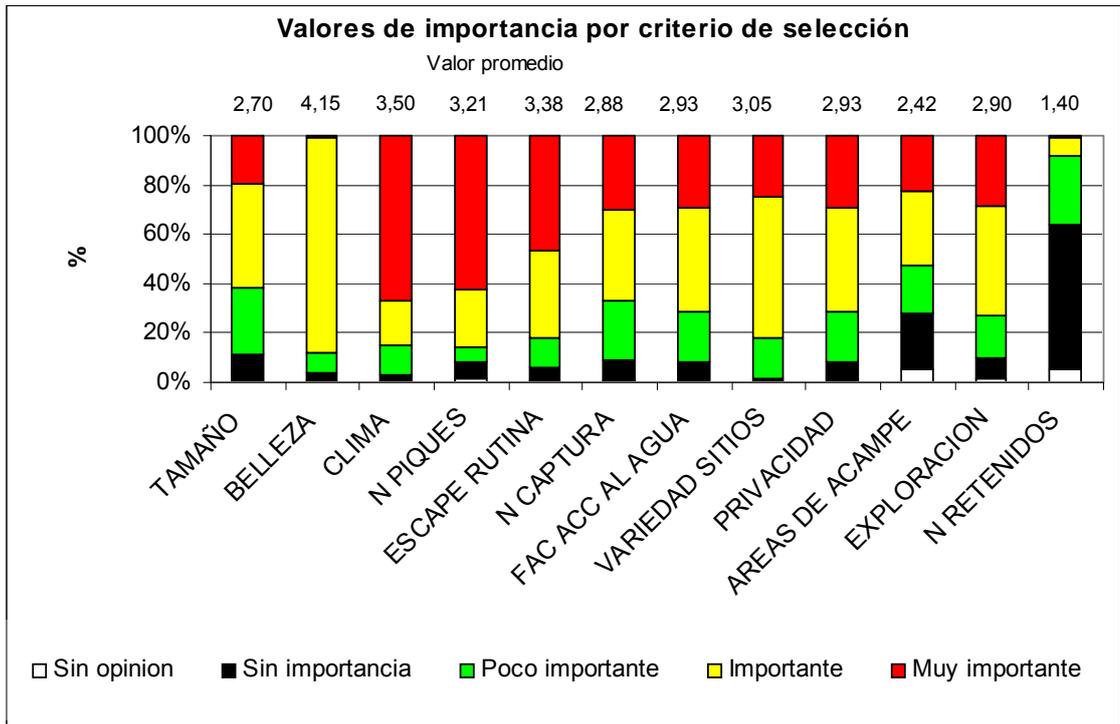


Figura 70. Distribución de valores relativo de importancia para diversos factores en la calidad de la experiencia

Con respecto al contrato de servicios se analizaron la contratación de guías de pesca y el tipo de alojamiento usados. Se vio así que la mayor parte de los entrevistados no contrata servicios de guías de pesca (Fig. 71).

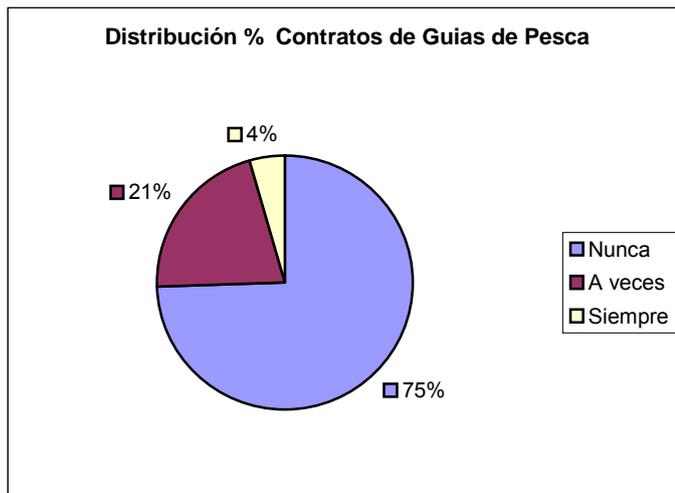


Figura 71. Distribución porcentual de contrato de guías de pesca

Mientras que el tipo de alojamiento más usado en la provincia del Neuquén fue el alquiler de cabañas (Fig. 72).

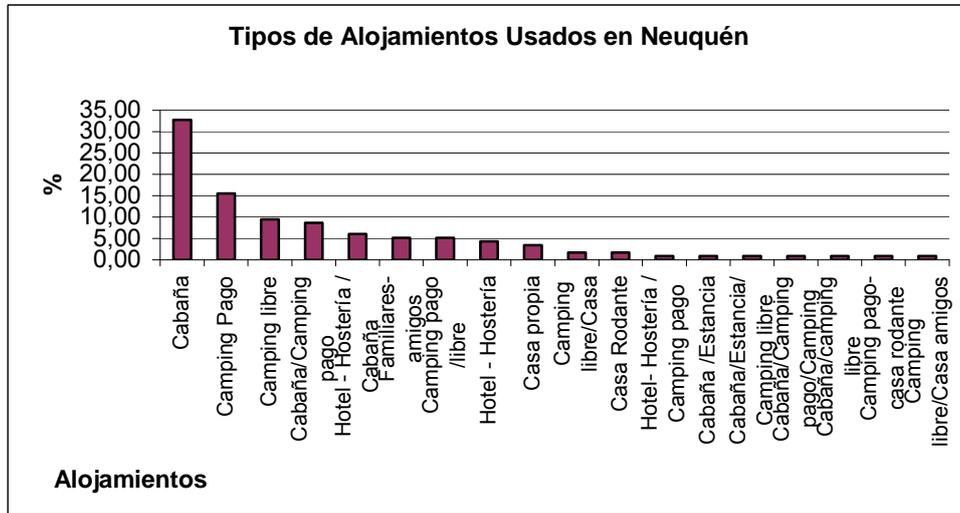


Figura 73. Distribución porcentual de alojamiento usados por los entrevistados en la provincia del Neuquén

En relación a la pesca en si misma se analizó la experiencia de pesca en el lago, lo que puso en evidencia un elevado número de pescadores que concurrían al mismo por primera vez (Fig. 74), así como las variaciones de percepción de la talla en el lago y en el río (Fig. 75 y Fig. 76) que mostraron una percepción generalizada de disminución en las tallas.



Figura 74. Distribución porcentual de experiencia de pesca en el lago

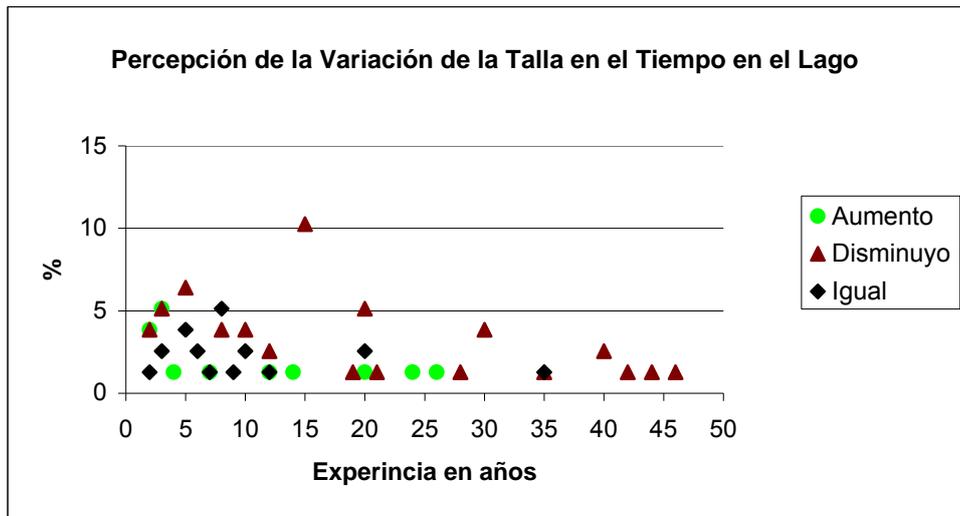


Figura 75. Distribución porcentual de percepción de la variación de la talla de los ejemplares en el lago

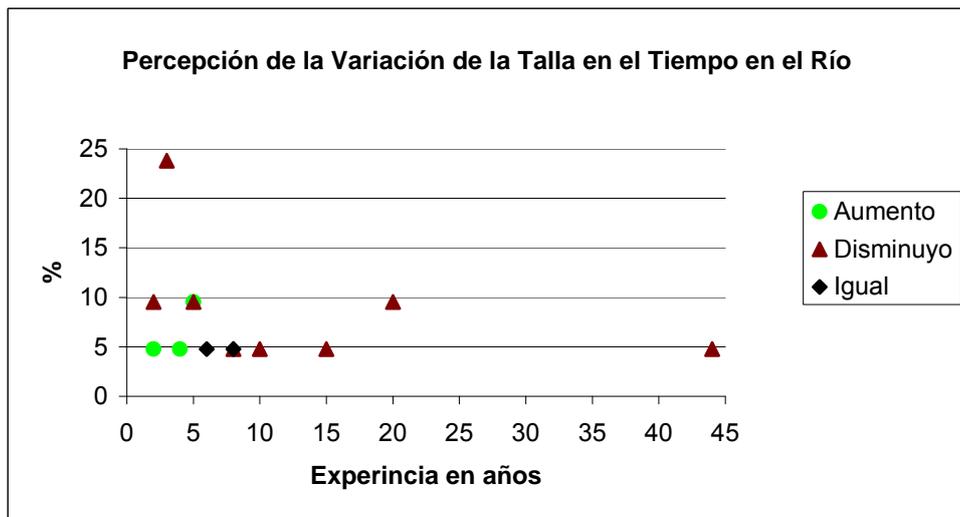


Figura 76. Distribución porcentual de percepción de la variación de la talla de los ejemplares en el río

Por último se analizaron las Capturas por Unidad de Esfuerzo (CPUE) definida como captura por hora pescador, las cuales se encuentran dentro de los rangos normales para la región (Fig. 77), siendo además concordantes con los patrones de distribución mensuales observados en otros ambientes.

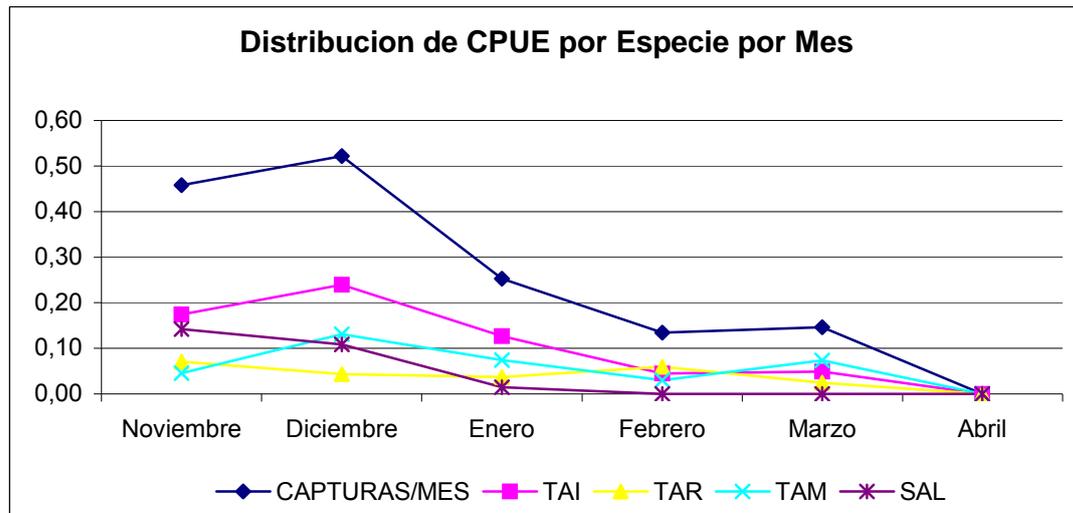


Figura 77. CPUE por especie y mes

### Conclusiones sobre el Factor Humano de la pesquería del lago Traful

El análisis del Factor Humano de la pesquería del lago Traful durante la temporada de pesca 2005-2006 mostró patrones similares a los observados en el estudio previo (Vigliano et al, 2002). Así la distribución del esfuerzo de pesca se concentra en los primeros meses de la temporada. Los pescadores son mayormente varones pertenecientes al segmento productivo de la población hallándose entre los 20 y 50 años de edad. La mayor parte de los pescadores corresponde a personas de la provincia de Buenos Aires, seguido por niveles similares de personas de Río Negro y Neuquén. Es interesante destacar que las personas provenientes de Capital Federal prácticamente igualan al número de personas provenientes de Río Negro o Neuquén. El grado de uso de las distintas zonas del lago parece estar relacionado con las facilidades de acampe y/ acceso. Esto redundaría en la existencia de zonas donde la presión de pesca es menor que podrían estar actuando como buffers. La mayor parte de los pescadores ( $\approx 55\%$ ) usan como metodología la pesca con mosca, seguida del spinning lo que implica un elevado grado de especialización. En forma contrastante la modalidad de pesca mediante trolling es la menos representada. Si bien cabe destacar el elevado número de pescadores ( $\approx 70\%$ ) que prefieren sacrificar a liberar peces, debe tomarse en cuenta que la percepción del número de ejemplares a sacrificar por pescador por día es reducida ( $\approx 1-2$  por día). La preferencia por especie fue variada



excepto para el caso *S. salar* donde la exclusividad o rareza fue el motivo principal para su elección. Nuevamente se vio que la importancia dada a la experiencia no radica únicamente en aquellos factores vinculados a la pesca o a la captura y retención de ejemplares. También cabe destacar que la mayor parte de los pescadores no utilizan el servicio de guías profesionales y suelen alojarse en cabañas o en camping pagos ( $\approx 32\%$  y  $\approx 16\%$ ). En cuanto a las percepciones sobre variaciones en las características de la pesca hay una tendencia generalizada a pensar que las tallas disminuyeron con el tiempo. Por su parte las capturas por unidad de esfuerzo ( $C \text{ hs}^{-1}$  pescador) fueron mayores a las del estudio anterior (Vigliano et al. 2002), pudiendo esto atribuirse a una mayor representatividad de los pescadores en el presente trabajo. Cabe destacar que las tendencias de las CPUE a lo largo de la temporada siguieron las mismas tendencias de observadas en dicho estudio y en otros ambientes de la región.

Se mantiene así con respecto al 2002 el hecho de que la pesquería presenta una baja presión de pesca y un éxito de captura moderado al igual que en otros ambientes de la región (Vigliano et al. 2000).



### III. Elaboración de modelos demográficos de las especies presentes, basados en muestreos hidroacústicos y de captura en el lago Traful

#### A) Evaluación hidroacústica:

La prospección hidroacústica tuvo como fin la estimación de abundancias absolutas y biomasa de salmónidos tanto en el período de mixis como en el período de estratificación. A los efectos de generar la información hidroacústica necesaria se utilizó una ecosonda científica Biosonics DE 4000. provista de un GPS interno. A diferencia del anterior estudio (Vigliano, et al. 2002) en esta oportunidad se utilizó un transductor de haz partido (split beam) de 120 kHz con un cono de 6 grados de amplitud en lugar de uno de haz simple. El sistema así configurado es de mayor precisión ya que el haz partido permite compensar el ángulo de desviación del blanco con respecto al eje principal de insonificación. Para la adquisición de datos se utilizó el paquete Visual Acquisition v 4.0 de Biosonics. El diseño de insonificación correspondió al de transectas espaciadas angularmente. La configuración de emisión y recepción de señales se estableció para cada transecta de acuerdo a convenciones estándar con relación a la profundidad y características de los distintos sectores. Los archivos producidos en tiempo real fueron almacenados en discos ópticos para su posterior tratamiento y análisis. Los archivos así generados fueron editados para realizar los estudios vinculados y analizados mediante el uso de paquetes de software específicos (Vissual Analyzer, Biosonics 2001).

#### Estimación de la Abundancia y Distribución de los Peces en el Lago

Como resultado de la realización de las transectas hidroacústicas se obtuvieron los datos necesarios para calcular para ambos períodos la densidad en términos de peces por unidad de área del lago (PUA m<sup>2</sup>) y la densidad de peces por metro cúbico y por BIN de insonificación en metros cúbicos (Pmc m<sup>3</sup>). Esta información se utilizó para:

1. Evaluar la distribución espacial de los ecos correspondientes a peces.
2. Estimar la abundancia absoluta y/o biomasa de los peces en el lago.



## Distribución espacial de los peces

La posibilidad de la existencia de fenómenos de distribuciones diferenciales de los peces en el lago se evaluó a partir de los registros hidroacústicos tanto para el período de mixis como el estratificado en términos de la distribución espacial de sus densidades por unidad de área y por volumen. En principio se configuró a la ecosonda para que analizara los registros ecoicos en relación a ecos correspondientes a peces mayores a los 18 cm de largo. Esta medida se tomó respetando el criterio utilizado en el anterior informe (Vigliano et al. 2002) en función al tamaño mínimo promedio de pez vinculado al stock pescable por las artes deportivas usadas en la región y las capturas de las redes empleadas en el estudio. (Vigliano datos no publicados). Se generaron así para cada período dos matrices de datos de densidades de peces. La primera se diseñó para realizar los análisis mencionados en función de la densidad de peces expresada por unidad de área (PUA). Esto implicó configurar el paquete de procesamiento Visual Analyzer (Biosonics 2000) de forma tal que genere a lo largo de las transectas de insonificación cuadrículas de análisis de 100 m de lado. De esta forma la matriz de análisis final para cada período consta de n hileras por 5 columnas. La primera columna corresponde al identificador de estación, la segunda y tercera a la Latitud y Longitud determinadas por el GPS de la ecosonda (error de precisión promedio = 15m) la cuarta a la profundidad al fondo y la quinta a la densidad de peces por BIN de insonificación.

La partición de la columna de agua barrida por el haz cónico de insonificación en BINS o cajas de 100 m de lado por 10 de alto, genera BINS teóricos de 100.000 m<sup>3</sup>. El conjunto de las transectas generaron n BINS, cada uno de ellos caracterizado por una columna de identificación, tres columnas de posicionamiento (eje x: Latitud, eje y: longitud y eje z: profundidad media del BIN), una columna de distancia al fondo desde la superficie, y una columna de densidad de peces por m<sup>3</sup> por BIN (Pmc).

Dado que para otros lagos se comprobó que los ecos profundos (> 80 m) corresponden a ejemplares adultos de *G. platei* se restringieron los cálculos de densidad general hasta los 70 m de profundidad. Por otra parte se incluyó en el



análisis una blanking zone de 25 cm que elimina de los cálculos a aquellos ejemplares de *G. platei* y de *Diplomistes viedmensis* que pudieran hallarse enmascarados en el fondo.

### Resultados del Análisis hidroacústico

Al realizar un análisis espacial con el SIG RAISON de estos datos con relación a la profundidad al fondo, la profundidad de referencia de cada BIN, la temperatura del agua a dicha profundidad de referencia por período del año mixis vs estratificado se vio que la distribución por estrato de profundidad difieren entre verano e invierno. (Figs. 26 y 27). En verano las mayores agregaciones se dieron en el estrato de 20 a 30m de profundidad, mientras que en invierno la mayor agregación se dio a los 5 m de profundidad.

La posible correlación entre abundancia profundidad y temperatura. muestra (Fig. 28) que las densidades de peces son máximas hasta los 30-40 metros de profundidad. Si agrupamos las densidades de peces de acuerdo a la temperatura del agua medida cada metro hasta los 80 m de profundidad con un termistor electrónico vemos que en verano las máximas densidades de peces mayores a 18 cm se dio aproximadamente a los 15 m y a los 35m, existiendo un pico de ejemplares de menos de 18 cm a los 75 m.(Fig. 28) Estos últimos si bien no fueron muestreados directamente probablemente corresponderían por las características de la señal y lo encontrado en otros lagos (Rechencq et al. 2008) a ejemplares de *G. platei*. En los dos primeros casos los valores de densidad corresponden a temperaturas del agua de aproximadamente 14 °C y en el último caso a temperaturas de alrededor de 8 °C. En invierno (Fig. 28) las mayores densidades fueron encontradas en el litoral cercano alrededor de los 5 m de profundidad.. En este caso la señal correspondió mayormente a ejemplares juveniles de salmónidos de menores a 12 cm. Por último cabe considerar que la densidad promedio de salmónidos es baja para ambos períodos (Tabla 3), cabiendo destacar que la densidad resultó mayor en el período de mixis del lago. Así como que la comparación de los valores del período de mixis del 2001 (Vigliano et al, 2002) puso en evidencia valores similares con los del 2007 (Tabla 3), los cuales



rondan los 0.0004 peces por metro cúbico. Para el cálculo general de abundancia se estimaron los valores de densidad de peces de toda la columna de agua hasta los 55 m de profundidad y el respectivo volumen de agua tanto para el período de mixis como el estratificado (Tabla 4). Cabe destacar que los patrones de agregación de salmónidos en cada uno de los hábitats del lago muestra que un cálculo de este tipo probablemente sobrestime los valores de abundancia hallados. Esto podría ajustarse si se realizara un estudio de mayor resolución estratificado por sector de hábitat (e.g. litoral somero, litoral profundo, bentónico profundo, epilimnión, metalimnión, hipolimnión). Una vez obtenida la abundancia general de dicho volumen el número de cada especie se estimó a partir de dicha densidad y de la asignación proporcional por especie de acuerdo a la captura de redes agalleras, excluidos las especies nativas (e.g. *G. platei*, *D. viedmensis*, *P. trucha*). La selección de dicha profundidad máxima de cálculo asegura la segregación de los *G. platei* del computo de densidad. El bajo número de *P. trucha* capturados implica que sus densidades son relativamente bajas, aun así dado el volumen de agua involucrado su inclusión en los cómputos tendería a sobrestimar en demasía el número de peces de esta especie, por lo que se prefirió excluirla.

Tabla 3: Valores estimados de densidad y abundancia de peces  
Volumen del lago hasta 55m = 3,286,348,587.18 m<sup>3</sup>  
Densidad General del lago 0.00034 peces m<sup>3</sup>

|                                    | VERANO 2007 | INVIERNO 2008 | INVIERNO 2001    |
|------------------------------------|-------------|---------------|------------------|
| Densidad Promedio / m <sup>3</sup> | 0,00017729  | 0,00043115    | 0,00040004       |
| sd =                               | 0,00372964  | 0,00491698    | 0,011313119      |
| Nº Bins =                          | 3.834       | 1.688         | 3.041            |
| Alfa =                             | 0,05        | 0,05          | 0,05             |
| IC =                               | 0,00011806  | 0,00023456    | 0,000402089      |
| Lim. sup=                          | 0,00029534  | 0,00066571    | 0,011715208      |
| Lim. inf=                          | 0,00005923  | 0,00019659    | 0,01091103       |
| Número peces promedio              | 582.626,74  | 1.416.905,54  | 3.286.348.587,18 |
| Lim sup=                           | 970.600,82  | 2.187.762,57  | 1.314.667,64     |
| Lim inf=                           | 194.652,67  | 646.048,51    | 38.500.257,46    |

Tabla 4: Valores estimados de abundancia de salmónidos totales y por especie en el volumen de agua efectivamente muestreado por las redes agalleras considerando com profundidad máxima de muestreo los 60 m

|                      | Número estimado de Salmónidos en el área de influencia de las redes |         |         |
|----------------------|---|---------|---------|
| <i>O. mykiss</i>     | 296.469   | 585.498 | 679.552 |
| <i>S. trutta</i>     | 85.074  | 376.170 | 363.769 |
| <i>S. fontinalis</i> | 146.946   | 457.673 | 241.242 |
| <i>S. salar</i>      | 54.138  | 56.425  | 41.806  |

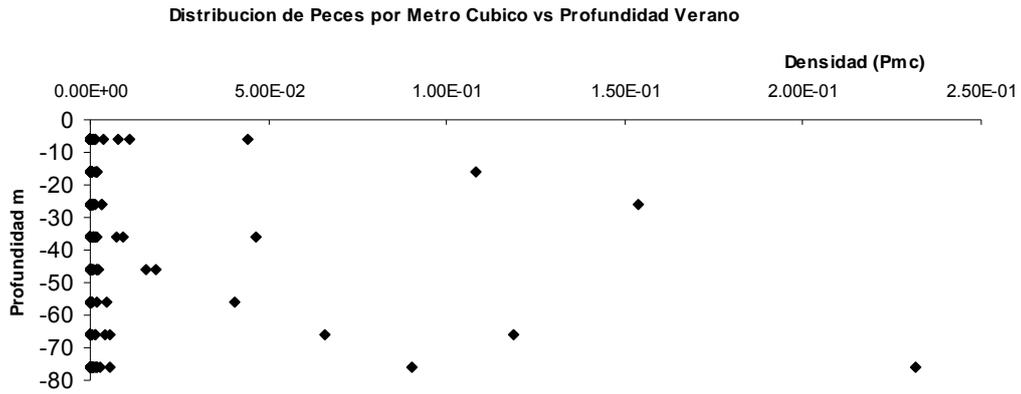


Figura 26. Distribución de las densidades de peces por m<sup>3</sup> (Pmc) en profundidad para verano

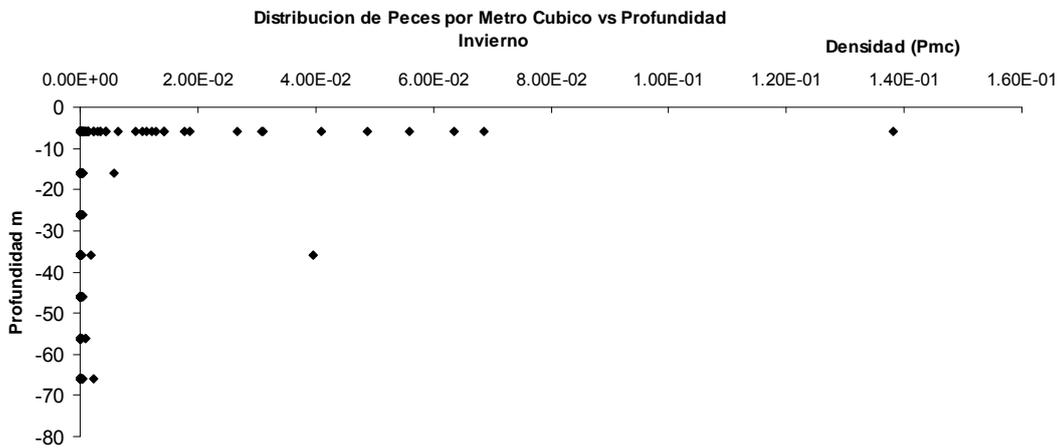
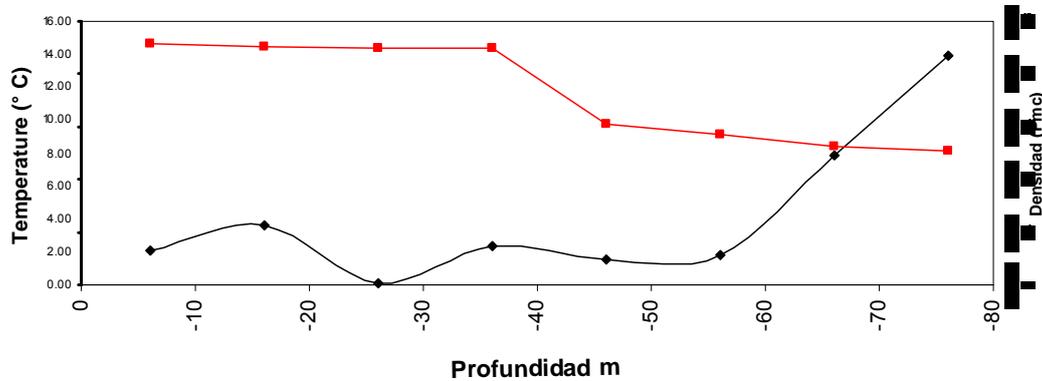


Figura 27. Distribución de las densidades de peces por m<sup>3</sup> (Pmc) en profundidad para invierno

### Densidad de Peces vs Profundidad y Temperatura Verano



### Densidad de Peces vs Profundidad y Temperatura Invierno

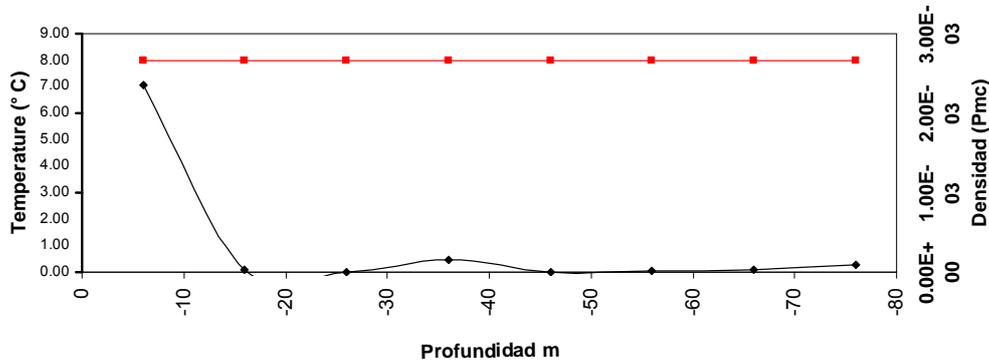


Figura 28: Densidad de peces (Pmc) vs. Profundidad (m) y Temperatura (°C -línea roja)

### Conclusiones relativas a la evaluación hidroacústica

Este estudio mostró patrones de distribución del período de mixis similares a los observados en el año 2002 (Vigliano et al. 2002). El estudio de la época de estratificación del algo mostró una distribución ligeramente disímil. La cual estuvo dada por la aparición de ecos profundos que por su tamaño y características corresponderían probablemente a ejemplares adultos de *G. platei*. Las densidades de peces estimadas en el período de mixis para el lago en general (0.00034 Pmc) y para la columna de agua donde actuaron las redes (0.0004 Pmc), siendo similares para ambos estudios en los períodos de mixis. El período de estratificación mostró densidades menores generales y para el área de acción de las redes (0.00028 Pmc y



0.00017 Pmc respectivamente). Esta diferencia es llamativa en cuanto se esperaba que fuera el período de mixis el que mostrará un menor número de ejemplares por coincidir las fechas de muestreo hidroacústico con el fin del período reproductivos de *O. mykiss* por lo cual se hipotetizaba que muchas de ellas no habrían aun regresado al lago. Sin embargo cabe la posibilidad que la mayor numerosidad observada en este período se deba a patrones particulares de agregación cerca de las bocas de los ríos.

### B) Captura de Peces

Con miras a la elaboración de los modelos demográficos se realizaron las prospecciones con redes agalleras correspondientes a las cuatro estaciones del año de acuerdo al diseño de muestreos establecido (Tabla 5). Las capturas fueron procesadas a los efectos de contar con información necesaria para establecer a) estadísticas de captura y parámetros poblacionales, b) Estructuras de tallas, edades y peso, c) características de alimentación y relaciones interespecíficas.

Para la colección de material biológico destinado a los análisis de distribución espacial, alimentación, crecimiento, reproducción, etc. se diseñó un esquema de muestreo que incluyó una diversidad de tipos de hábitats que utilizan los peces, tales como las zonas epibentónica y pelágica del cuerpo de agua. Se utilizaron redes agalleras de diferentes luces de malla, caladas sobre el lecho del lago a diferentes profundidades y en distintas locaciones de pesca y en aguas abiertas, en la zona pelágica. Los trenes de redes estuvieron compuestos por paños de 15, 20, 30, 40, 50, 60 y 70 mm de luz entre nudos contiguos, cada uno de diez metros de longitud y entre 2 y 3 m de altura. En promedio cada tren tiene una superficie operativa de 175 m<sup>2</sup> de red. El calado se realizó al anochecer, comenzándose a recobrar las redes un par de horas después de la salida del sol. En función de las características ambientales y los estudios previos del ambiente, se determinaron sitios de emplazamiento de redes en la zona de Puerto Arrayanes (zona oeste del lago), en la margen norte del lago frente a Villa Traful (zona centro) y en las cercanías de la boca del río Traful (zona este del lago). Para el estudio de la zona pelágica se seleccionaron sitios con profundidades de entre 80 y 100 m, calándose las redes de modo de operar entre los 40 y 60 m, entre los 60 y 80 y entre superficie y 30 m. El emplazamiento de los sitios de pesca se muestra

en la Figura 29. La “Tabla 5 a y b” indica la distribución de los esfuerzos de pesca por sitio, estrato y estación del año. Dadas las condiciones climáticas extremadamente difíciles imperantes durante la campaña de primavera, fue necesario seleccionar sitios alternativos para el emplazamiento de las redes en la zona oeste del lago, no fue posible pescar en la zona este (boca del río Traful) y la operación del tren pelágico de superficie (que debería operar entre la superficie y los 30 m de profundidad en días sucesivos) fue inadecuada a causa de las condiciones climáticas y la fuerza del oleaje, por lo que los resultados de las pescas en dichas zonas deben ser considerados con indicativos solamente. No hubo inconvenientes metodológicos o ambientales en las estaciones de verano y otoño.

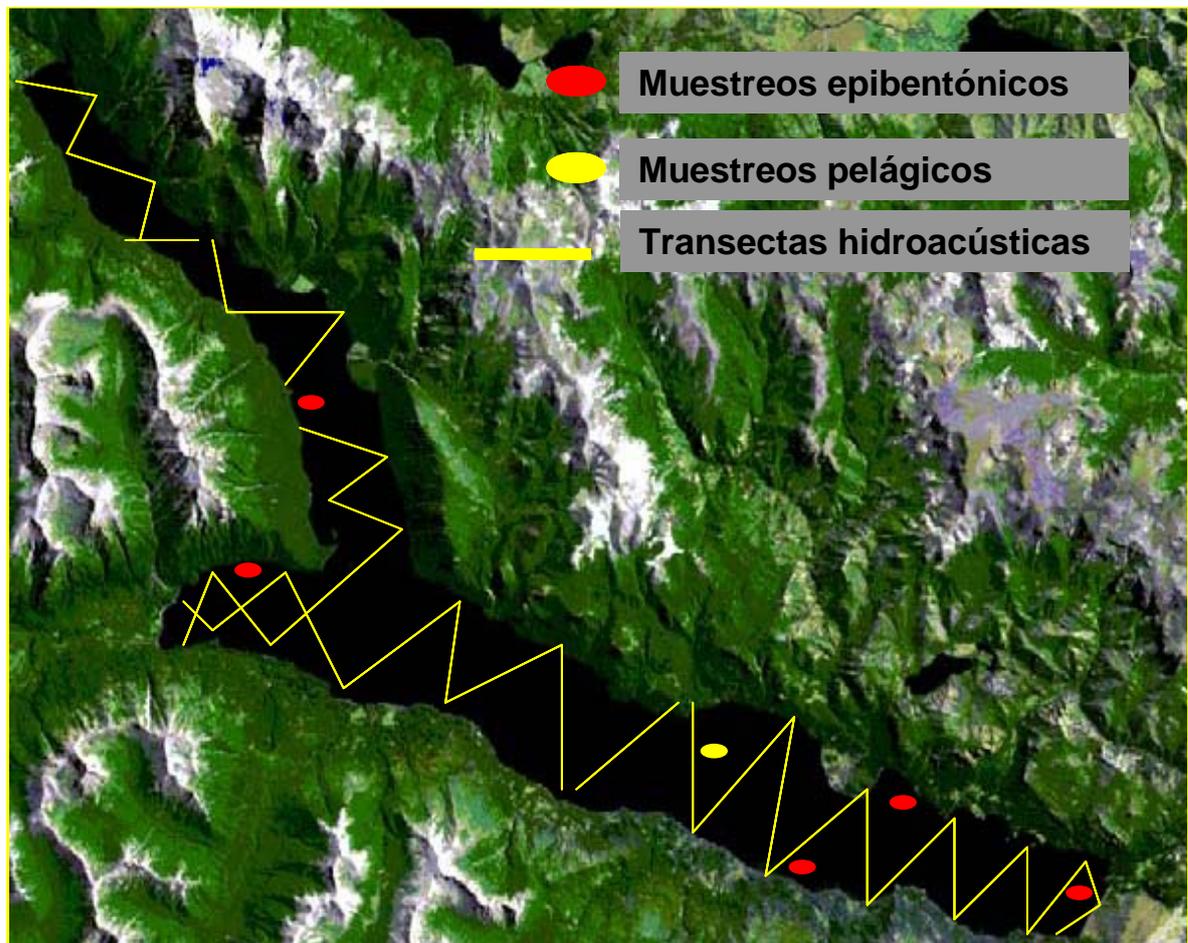


Figura 29: Sitios de muestreo epibentónico, pelágico y transectas hidroacústicas



Tabla 5a. Esfuerzo de pesca aplicado por estrato, sitio y fecha durante las cuatro campañas correspondientes a invierno y primavera de 2006 en el lago Traful.

| Fecha     | Sitio                                 | número de trenes | estrato de profundidad   |
|-----------|---------------------------------------|------------------|--------------------------|
| Invierno  | Zona Oeste (Puerto Arrayanes y Punta) | 4                | superficial costero (B0) |
|           |                                       | 4                | 10 m (B10)               |
|           |                                       | 2                | 20 m (B20)               |
|           |                                       | 2                | 30 m (B30)               |
|           |                                       | 2                | 40 m (B40)               |
|           |                                       | 2                | 50 m (B50)               |
|           | Zona Centro (Bahía frente Muelle)     | 2                | B0                       |
|           |                                       | 2                | B10                      |
|           |                                       | 1                | B20                      |
|           |                                       | 1                | B30                      |
|           |                                       | 1                | B40                      |
|           |                                       | 1                | B50                      |
|           | Zona Este (Boca Traful)               | 2                | B0                       |
|           |                                       | 1                | B10                      |
|           |                                       | 1                | B20                      |
|           |                                       | 1                | B30                      |
|           |                                       | 1                | B40                      |
|           |                                       | 1                | B50                      |
|           | Zona Pelágica                         | 1                | 40 a 60 m                |
|           |                                       | 1                | 60 a 80 m                |
| Primavera | Zona Oeste (Puerto Arrayanes I y II)  | 4                | B0                       |
|           |                                       | 4                | B10                      |
|           |                                       | 2                | B20                      |
|           |                                       | 2                | B30                      |
|           |                                       | 2                | B40                      |
|           |                                       | 2                | B50                      |
|           | Zona Centro (Bahía frente Muelle)     | 2                | B0                       |
|           |                                       | 2                | B10                      |
|           |                                       | 1                | B20                      |
|           |                                       | 1                | B30                      |
|           |                                       | 1                | B40                      |
|           |                                       | 1                | B50                      |
|           | Zona Pelágica                         | 1                | 40 a 60 m                |
| 1         |                                       | 0 a 30 m         |                          |



Tabla 5b. Esfuerzo de pesca aplicado por estrato, sitio y fecha durante las cuatro campañas correspondientes a verano y otoño de 2007 en el lago Traful.

| Fecha                             | Sitio                                 | número de trenes                     | estrato de profundidad   |     |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----|
| Verano                            | Zona Oeste (Puerto Arrayanes y Punta) | 4                                    | superficial costero (B0) |     |
|                                   |                                       | 2                                    | 10 m (B10)               |     |
|                                   |                                       | 2                                    | 20 m (B20)               |     |
|                                   |                                       | 2                                    | 30 m (B30)               |     |
|                                   |                                       | 2                                    | 40 m (B40)               |     |
|                                   |                                       | 2                                    | 50 m (B50)               |     |
|                                   | Zona Centro (Bahía frente Muelle)     | 2                                    | B0                       |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B10                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B20                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B30                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B40                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B50                      |     |
|                                   | Zona Este (Boca Traful)               | 2                                    | B0                       |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B10                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B20                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B30                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B40                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B50                      |     |
|                                   | Zona Pelágica                         | 1                                    | 0 a 10 m                 |     |
|                                   | Otoño                                 | Zona Oeste (Puerto Arrayanes I y II) | 4                        | B0  |
|                                   |                                       |                                      | 4                        | B10 |
| 2                                 |                                       |                                      | B20                      |     |
| 2                                 |                                       |                                      | B30                      |     |
| 2                                 |                                       |                                      | B40                      |     |
| 2                                 |                                       |                                      | B50                      |     |
| Zona Centro (Bahía frente Muelle) |                                       | 2                                    | B0                       |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B10                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B20                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B30                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B40                      |     |
|                                   |                                       | 1                                    | B50                      |     |
| Zona Pelágica                     |                                       | 1                                    | 0 a 30 m                 |     |

### Análisis de las Capturas de Peces

Los ejemplares capturados fueron identificados a especie, registrándose largo total (Lt) y estándar (Lst.) al mm inferior, peso total con precisión de 0,1 gr., sexo, estadio gonadal, profundidad de captura y tamaño de malla. Además se extrajeron escamas y otolitos para la determinación de la edad y posterior análisis del



crecimiento y se conservaron contenidos estomacales para el análisis de la dieta. Los números de muestras colectadas a la fecha se detallan en la Tabla 6. Los ejemplares de *G. platei* y *D. viedmensis* fueron conservados enteros para estudios más exhaustivos en laboratorio.

Tabla 6. Colección de muestras de contenidos estomacales y lepidológicas para análisis.

| Especie              | contenidos estomacales | escamas/otolitos |
|----------------------|------------------------|------------------|
| <i>P. trucha</i>     | 8                      | 8                |
| <i>O. mykiss</i>     | 215                    | 212              |
| <i>S. trutta</i>     | 93                     | 93               |
| <i>S. fontinalis</i> | 130                    | 130              |
| <i>S. salar</i>      | 30                     | 30               |
| <i>D.viedmensis</i>  | 28                     | 27               |
| <i>G. platei</i>     | 22                     | 22               |

Sobre la base de los datos obtenidos se determinó la composición específica de la comunidad de peces. La abundancia relativa de cada especie fue estimada en función del cálculo de las capturas en número por unidad de esfuerzo (CPUE) (Ricker, 1975) por zona del lago y estrato de profundidad para cada especie. La CPUE fueron estandarizadas en 15 hs y 100 m<sup>2</sup> de red.

#### Composición específica de la captura y captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

A lo largo del estudio se registró la presencia de siete especies de peces en las capturas de redes agalleras, estas fueron coincidentes con las pescadas durante el transcurso del estudio realizado en el 2002 (Vigliano et al., 2002). Se trata de las nativas *Percichthys trucha* (perca de boca chica), *Diplomystes viedmensis* (bagre aterciopelado u otuno) y *Galaxias platei* (puyen grande), y los salmónidos introducidos *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris), *Salmo trutta* (trucha marrón), *Salmo salar* (salmón encerrado) y *Salvelinus fontinalis* (trucha de arroyo).

La razón sexual de hembras a machos ha sido resumida en la tabla 7, llamando la atención el alejamiento de la proporción 1: 1 en el caso de la trucha de arroyo

Tabla 7. Razón sexual hembras/machos

|              | <i>P. trucha</i> | <i>D. viedmensis</i> | <i>G. platei</i> | <i>S. salar</i> | <i>O. mykiss</i> | <i>S. trutta</i> | <i>S. fontinalis</i> |
|--------------|------------------|----------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------|
| N            | 8                | 23                   | 17               | 24              | 188              | 93               | 111                  |
| Macho/Hembra | 1                | 0.9167               | 0.8889           | 0.7143          | 1.2651           | 0.898            | 1.6429               |

El análisis de las capturas brutas globales a lo largo de las cuatro estaciones de muestreo (Fig. 30) puso en evidencia un predominio marcado de los salmónidos, los que representaron el 89 % de las capturas globales. La especie dominante fue *O. mykiss* (40 %), seguida por la trucha de arroyo (24 %) y *Salmo trutta* (17 %), los salmones encerrados tuvieron una incidencia pobre en las capturas (5 %), estando al mismo nivel que *D. viedmensis* (5 %) y por encima de *G. platei* (4 %) y *P. trucha* (1,5 %).

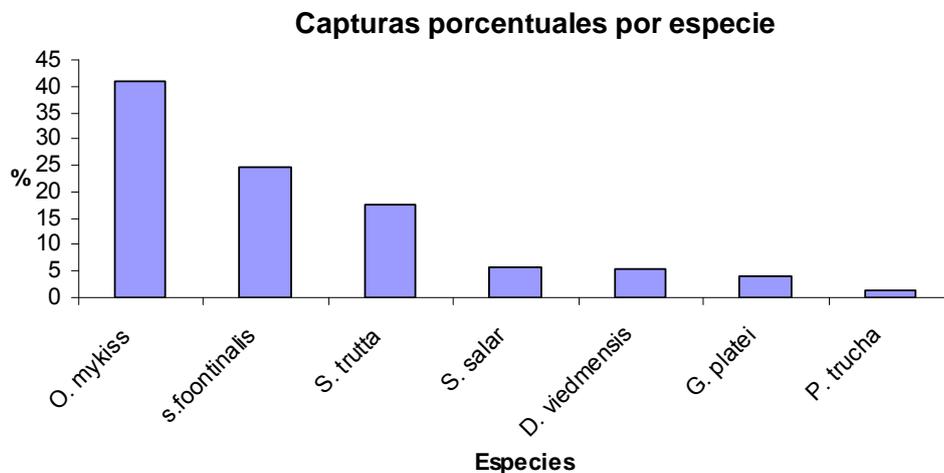


Figura 30. Captura porcentual por especie en el lago Trafal.

El análisis de la composición comunitaria por estación del año (Tabla 8, Fig. 31) mostró los mismos patrones de dominancia general que el análisis global, existiendo una tendencia a un mayor número de capturas durante los períodos de primavera y verano, pero esto no necesariamente se debería a una mayor abundancia sino más probablemente a una mayor actividad dinámica de los peces durante este período.

Cabe destacar además que en invierno y verano *Salmo trutta* equipara a las de arroyo en importancia. En otoño *Salmo trutta* es capturada en mayor número que las de arroyo, estas oscilaciones en la dominancia en las CPUE en las distintas épocas del año se hallan probablemente relacionadas con cambios en los patrones de distribución de las distintas especies en relación a su reproducción. Las mayores capturas de *S. salar* se dieron durante el verano.

Tabla 8. Captura por Unidad de Esfuerzo General por Época, Zona y Especie

|           | Zona   | O.<br><i>mykiss</i> | S.<br><i>S. trutta</i> | S.<br><i>fontinalis</i> | D.<br><i>S. salar</i> | D.<br><i>vielmensis</i> | G.<br><i>platei</i> | P.<br><i>trucha</i> |
|-----------|--------|---------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| Invierno  | Este   | 0.48                | 0.82                   | 0.07                    | 0.20                  | 0.07                    | 0.07                | 0.20                |
|           | Centro | 0.77                | 0.41                   | 0.47                    | 0.18                  | 0.18                    | 0.00                | 0.00                |
|           | Oeste  | 0.99                | 0.23                   | 1.05                    | 0.00                  | 0.17                    | 0.17                | 0.00                |
| Primavera | Este   | ---                 | ---                    | ---                     | ---                   | ---                     | ---                 | ---                 |
|           | Centro | 1.66                | 0.25                   | 0.42                    | 0.00                  | 0.33                    | 0.08                | 0.00                |
|           | Oeste  | 1.16                | 0.48                   | 1.24                    | 0.16                  | 0.28                    | 0.16                | 0.00                |
| Verano    | Este   | 1.40                | 0.74                   | 0.15                    | 1.03                  | 0.07                    | 0.00                | 0.07                |
|           | Centro | 1.51                | 0.29                   | 0.07                    | 0.14                  | 0.07                    | 0.07                | 0.00                |
|           | Oeste  | 0.98                | 0.15                   | 0.68                    | 0.04                  | 0.00                    | 0.08                | 0.08                |
| Otoño     | Este   | 1.11                | 1.00                   | 0.00                    | 0.00                  | 0.06                    | 0.00                | 0.00                |
|           | Centro | 0.69                | 0.48                   | 0.21                    | 0.07                  | 0.14                    | 0.14                | 0.00                |
|           | Oeste  | 0.54                | 0.30                   | 0.81                    | 0.03                  | 0.07                    | 0.17                | 0.07                |

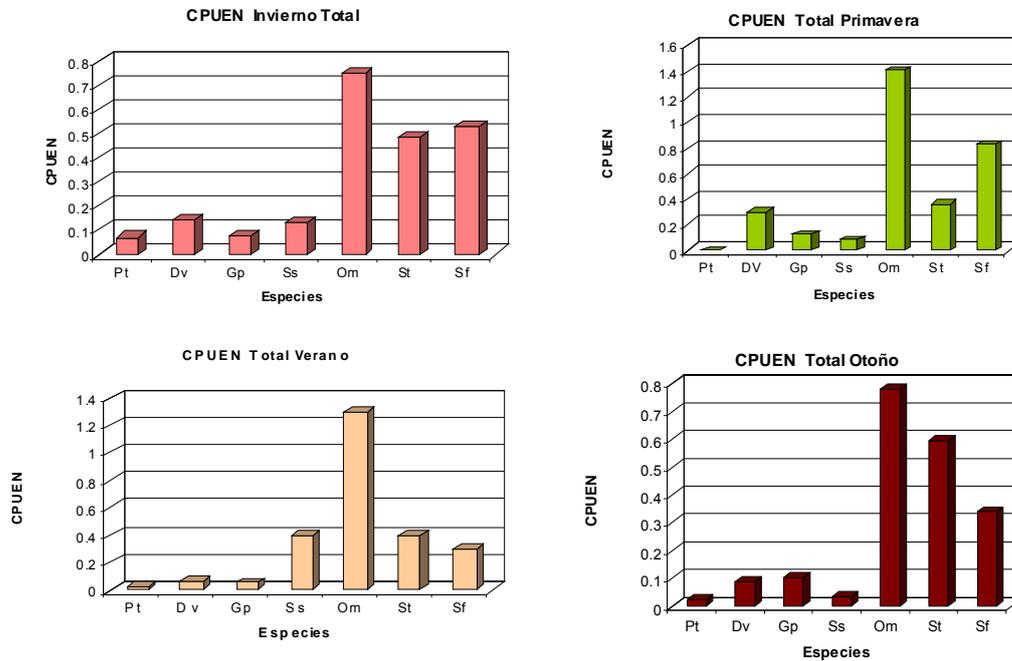


Figura.31: Capturas totales por unidad de esfuerzo en número en invierno y primavera 2006 y verano y otoño 2007 para el lago Traful (Pt: *P. trucha*, Dv, *D. vielmensis*, Gp: *G. platei*, Ss: *S. salar*, Om: *O. mykiss*, St: *S. trutta*, Sf: *S. fontinalis*).

La Captura por Unidad de Esfuerzo en Número (CPUE) fue además analizada por además en relación a tres zonas del lago definidas como “Este” “Centro” y “Oeste” por estación del año (Fig. 32 ). El análisis muestra claramente que es dable encontrar las 7 especies en todas las zonas , durante cualquier época del año. La falta ocasional de capturas de alguna especie en una zona determinada en una estación del año en particular es probablemente más atribuible a un evento aleatorio en las capturas que a un reflejo de la realidad. Por otra parte parece existir una distribución diferencial marcada de especies. Así entre los salmónidos mientras que *O. mykiss* es la especie más frecuente en todas las zonas en todas las épocas, la abundancia relativa de *Salmo trutta* es más numerosa en la zona “Este” y la trucha de arroyo en la “Oeste”. *S. salar* fue detectado en todas las zonas en bajo número aunque con una mayor abundancia relativa en la zona “Este” cercana de la boca del río Traful. Esto plantea la posibilidad que los salmones usen el lago en forma restringida ya sea porque se desplazan ocasionalmente al mismo y/o porque el número que migra efectivamente al lago sea muy reducido.

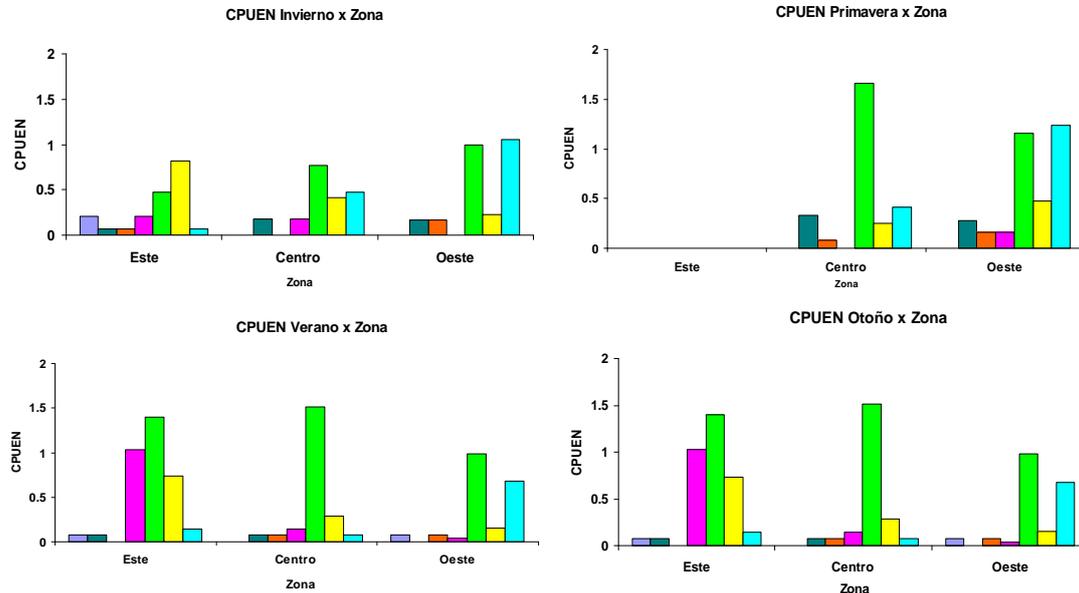


Figura.32. Capturas por unidad esfuerzo en número (CPUE) por especie por época del año y zona del lago lago Traful (Pt *P. trucha*, Dv *D. viedmensis*, Gp: *G. platei*, Ss : *S. salar*, Om : *O. mykiss*, St : *S. trutta*, Sf : *S. fontinalis*). Primavera Zona Este sin datos.

En cuanto a las especies nativas *P. trucha* fue capturada en muy bajo número solo en el invierno en la zona “Este”. *D.viedmensis* y *G. platei* fueron capturados en todas las zonas en muy bajo número como para detectar tendencias particulares.

#### Capturas en la zona limnética:

Las capturas por estación del año mostraron un muy bajo uso del hábitat pelágico por parte de los peces. En la zona limnética (Fig.33) las capturas fueron marcadamente menores a las de la zona litoral costera y epibentónica del lago, registrándose solo la presencia de un salmón. Cabe mencionar que en primavera no se pudo analizar el esfuerzo de pesca debido a que las condiciones climáticas y el oleaje resultante disminuyeron la efectividad y operatividad de la redes, haciendo que todo cálculo fue extremadamente sesgado para esta zona.

#### **CPUEN Zona Limnética**

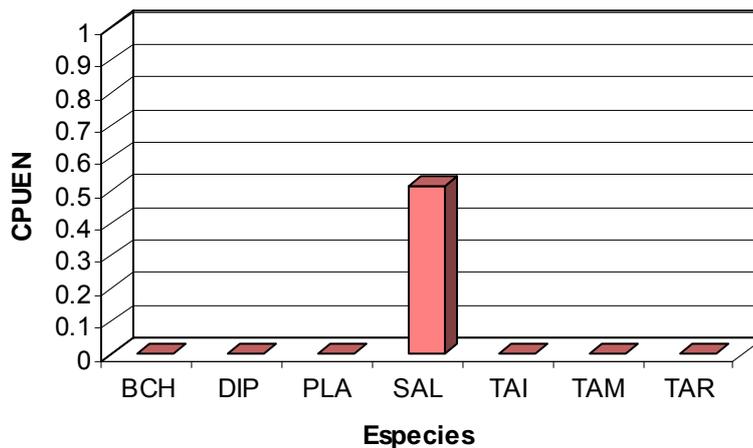


Figura 33. Capturas por unidad desfuerzo en número de invierno en el hábitat limnético del lago Trafal. (Pt: *P.trucha*, Dv, *D.viedmensis*, Gp: *G. platei*, Ss: *S. salar*, Om: *O. mykiss*, St: *S. trutta*, Sf: *S.fontinalis*).

#### Análisis de las capturas por estrato de profundidad

La información relativa a la distribución de especies por profundidad de calado (Fig. 34), para el conjunto de muestras por época del año mostró que *P. trucha* solo fue capturada en zonas de baja profundidad (< 30 m), mientras que los bagres aterciopelados y los puyenes grandes fueron capturados por debajo de los 30 m. Los

salmónidos estuvieron presentes en todas las profundidades, sin embargo parece existir una tendencia de *O. mykiss* a usar los estratos más superficiales (<40m), también los salmones fueron capturados mayormente en este rango de profundidades independientemente de la época del año. *Salmo trutta* no parece mostrar un patrón definido, mientras que las truchas de arroyo parecen preferir las aguas más profundas en primavera.

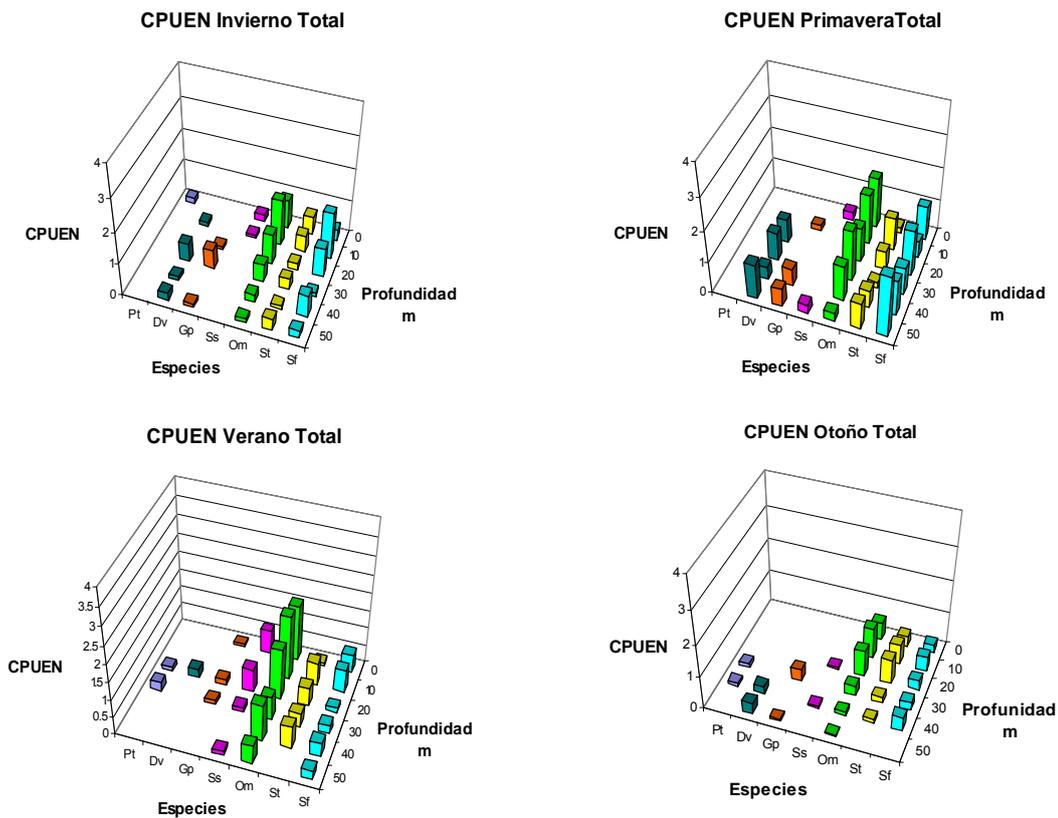


Figura 34. Distribución de captura por unidad de esfuerzo en número por estrato de profundidad para las cuatro estaciones del año (Pt *P. trucha*, Dv *D. viedmensis*, Gp: *G. platei*, Ss: *S. salar*, Om: *O. mykiss*, St: *S. trutta*, Sf: *S. fontinalis*).

Se analizó la información de la distribución de especies por profundidad para cada zona del lago por época del año (Figs: 35-37))

Dado que en la zona “Este” del lago no se pudo realizar el muestreo de primavera de forma adecuada por las condiciones del lago solo se comparan invierno, verano y otoño. En función de dicho análisis (Fig. 35 ) no se pueden sacar



conclusiones particulares para la zona más allá de las generales enunciadas para el análisis global ante descripto. *O. mykiss* parece alcanzar mayores profundidades durante el verano, aunque sus números son mayores independientemente de la época del año por encima de los 30m de profundidad. *Salmo trutta* utiliza a través de todas las estaciones la totalidad de la columna de agua muestreada, superponiendo su rango y distribución con el de *O. mykiss*.

La Figura 36 correspondiente a la zona “Centro” tampoco muestra patrones diferenciales evidentes de distribución en profundidad por época del año. En el caso de los salmónidos se repiten los patrones generales descriptos, mientras que el bajo número de capturas de todas las especies nativas impiden sacar conclusiones para las mismas.

La Figura 37 correspondiente a la Zona Oeste, muestra para *O. mykiss* y *S. trutta* los mismos patrones observados para estas especies en las otras dos zonas. La trucha de arroyo sin embargo muestra mayores números en todas las profundidades muestreadas que en las otras dos zonas. La aparición de *S. salar* en esta zona fue la menor de todas.

Se puede entonces concluir que en términos generales no parece haber una distribución diferencial marcada de las distintas especies en una misma zona en relación con las distintas épocas del año.

La comparación de las variaciones de captura en profundidad entre zonas (Figs. 38 -40) para una misma época del año tampoco parecen evidenciar distribuciones diferenciales que puedan ser atribuidas al efecto de la zona

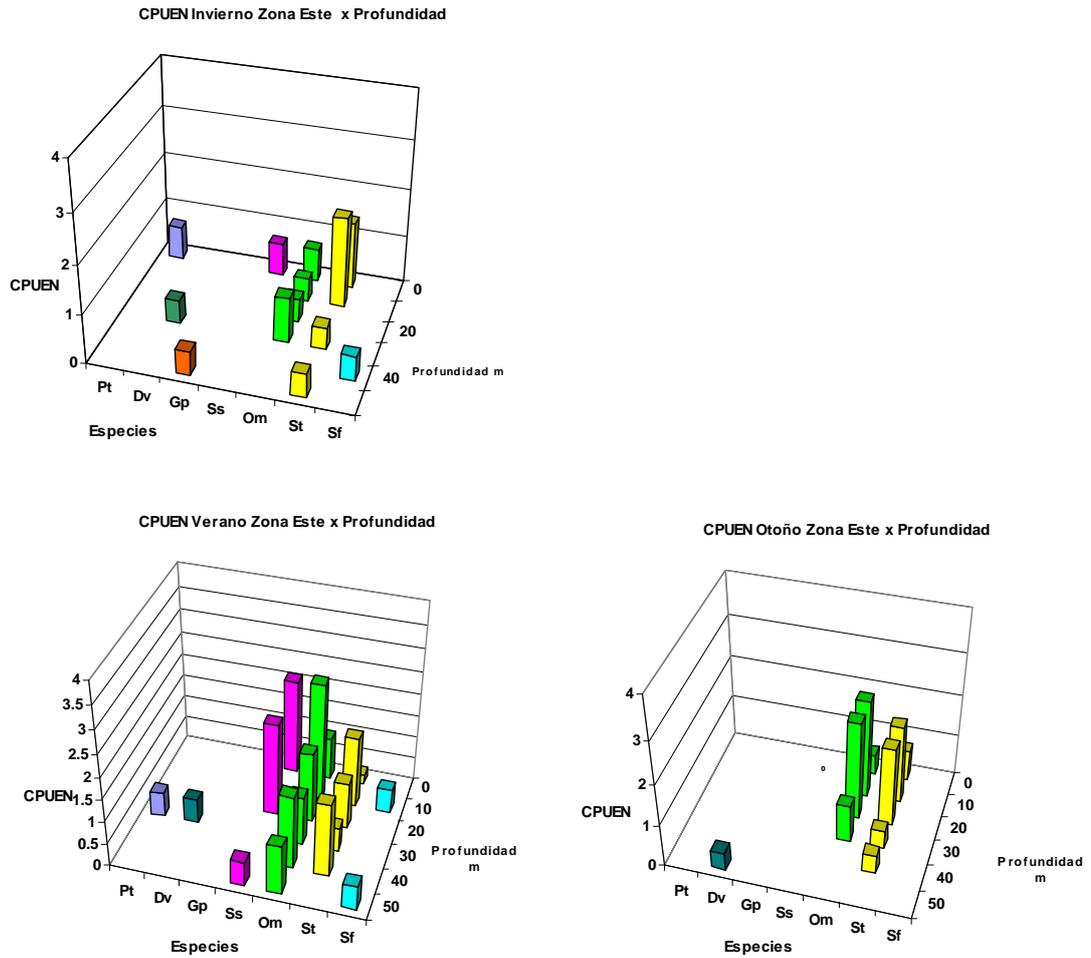


Figura.35. Capturas por unidad esfuerzo en número (CPUEN) por especie por profundidad para la zona “Este” del lago Traful (Pt *P. trucha*, Dv *D. viedmensis*, Gp: *G. platei*, Ss : *S. salar*, Om : *O. mykiss*, St : *S. trutta*, Sf : *S. fontinalis*). Primavera Zona Este sin datos.

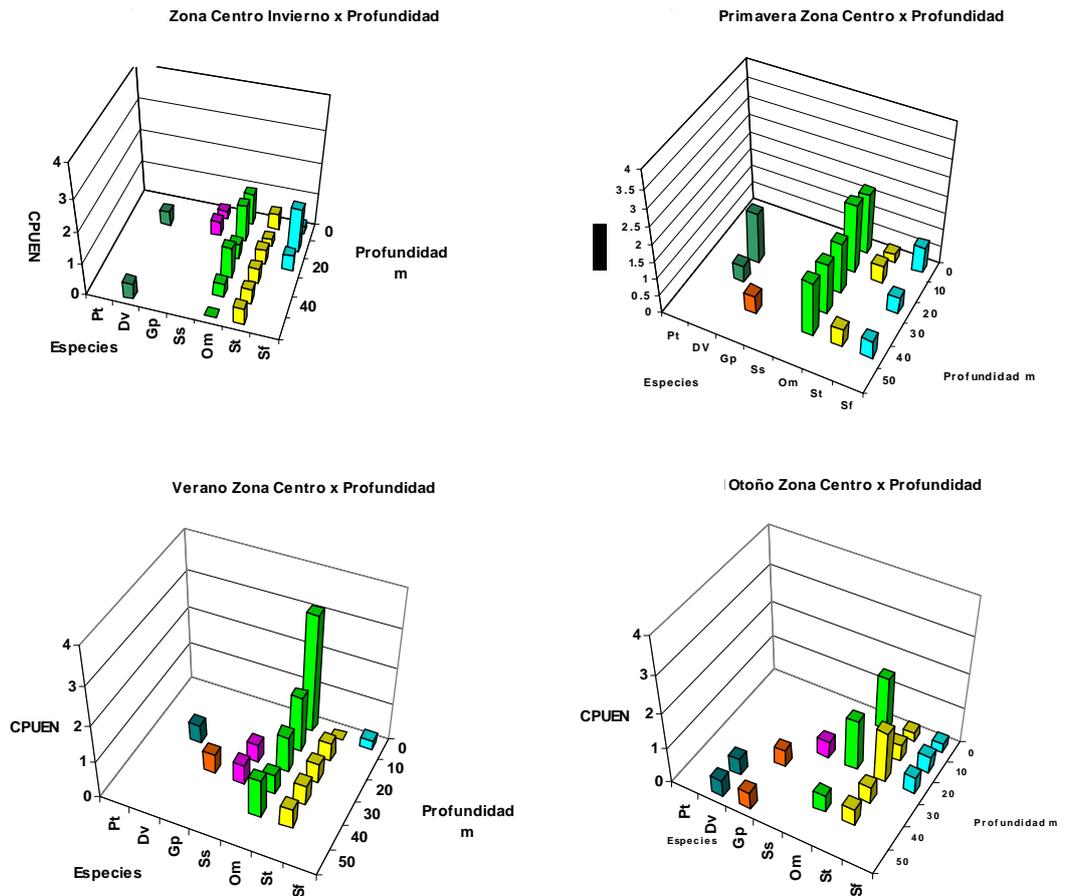


Figura.36: Capturas por unidad esfuerzo en número (CPUEN) por especie por profundidad para la zona “Centro” del lago Traful (Pt *P. trucha*, Dv *D. viedmensis*, Gp: *G. platei*, Ss : *S. salar*, Om : *O. mykiss*, St : *S. trutta*, Sf: *S. fontinalis*).

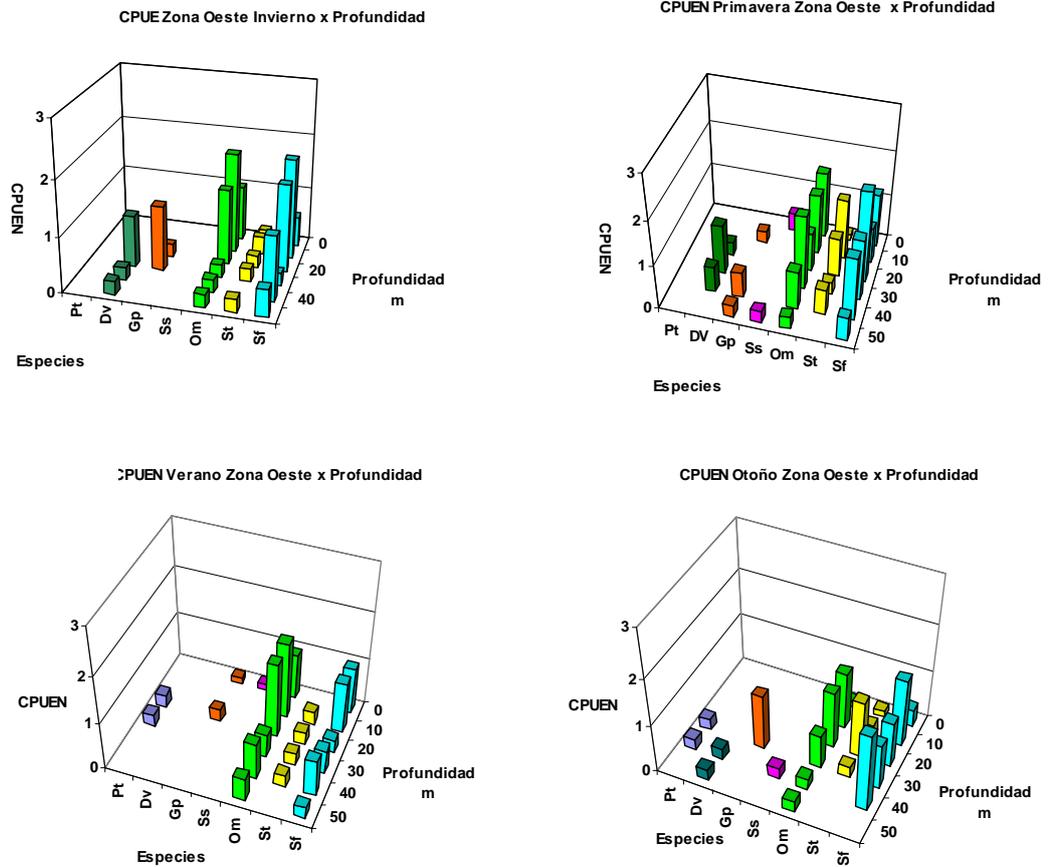


Figura.37. Capturas por unidad esfuerzo en número (CPUEN) por especie por profundidad para la zona “Oeste” del lago Traful (■ Pt *P. trucha*, ■ Dv *D. viedmensis*, ■ Gp: *G. platei*, ■ Ss : *S. salar*, ■ Om : *O. mykiss*, ■ St : *S. trutta*, ■ Sf: *S. fontinalis*).

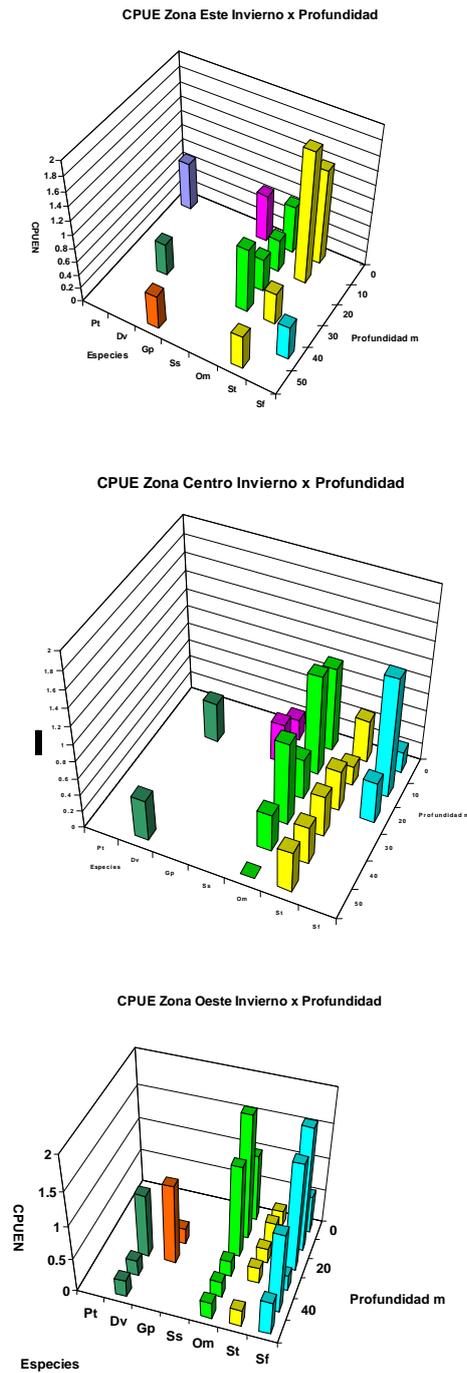
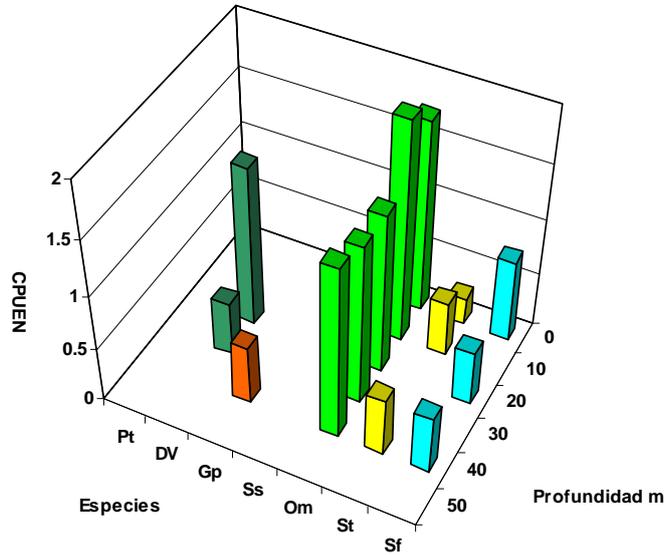


Figura.38. Capturas por unidad esfuerzo en número (CPUEN) por especie por profundidad por zona del lago Traful para invierno (Pt *P. trucha*, Dv *D. viedmensis*, Gp: *G. platei*, Ss : *S. salar*, Om : *O. mykiss*, St : *S. trutta*, Sf : *S. fontinalis*).

CPUEN Primavera Zona Centro x Profundidad



CPUEN Primavera Zona Oeste x Profundidad

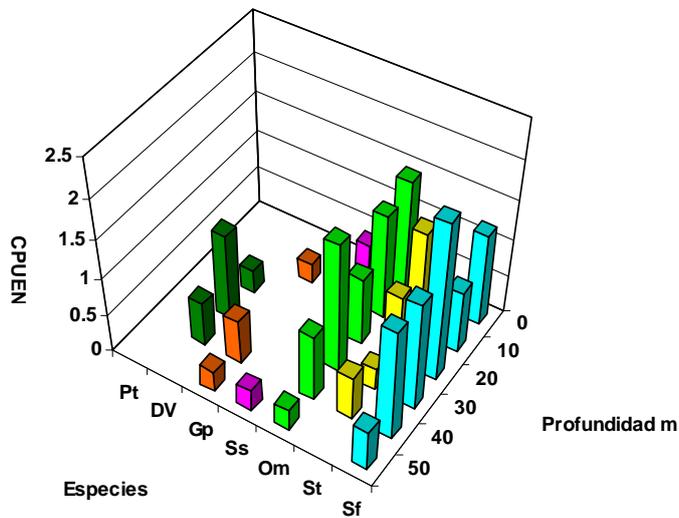


Figura.39. Capturas por unidad esfuerzo en número (CPUEN) por especie por profundidad por zona del lago Traful para primavera (Pt *P. trucha*, DV *D. viedmensis*, Gp: *G. platei*, Ss : *S. salar*, Om : *O. mykiss*, St : *S. trutta*, Sf : *S. fontinalis*). Primavera Zona Este sin datos.

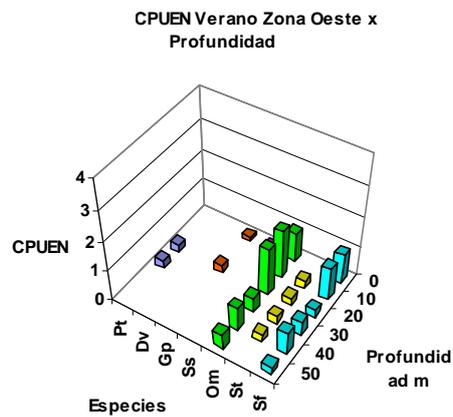
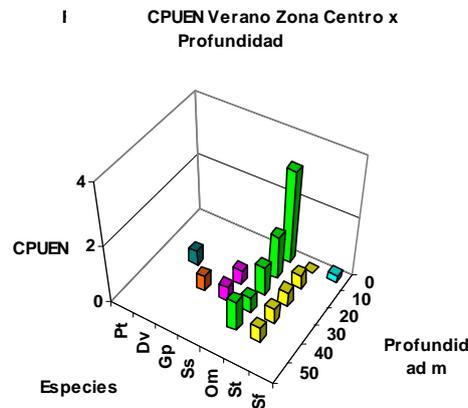
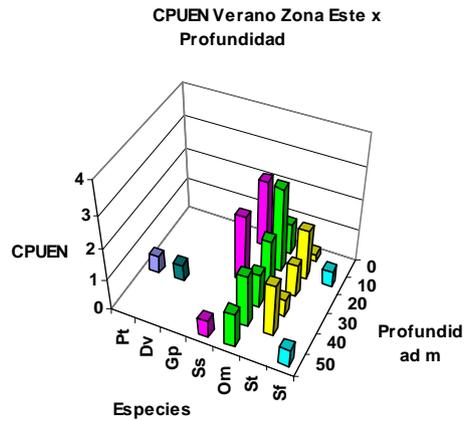


Figura.40. Capturas por unidad esfuerzo en número (CPUEN) por especie por profundidad por zona del lago Traful para primavera (■ Pt: *P. trucha*, ■ Dv: *D. viedmensis*, ■ Gp: *G. platei*, ■ Ss: *S. salar*, ■ Om: *O. mykiss*, ■ St: *S. trutta*, ■ Sf: *S. fontinalis*).

## Análisis de tallas y pesos

El análisis exploratorio de la estructura de tallas por especie (Fig.41) muestra que en los salmónidos tanto los salmones encerrados como *Salmo trutta* son las especies de mayor porte, lo cual es lógico considerando la composición de la comunidad de peces del lago Traful.

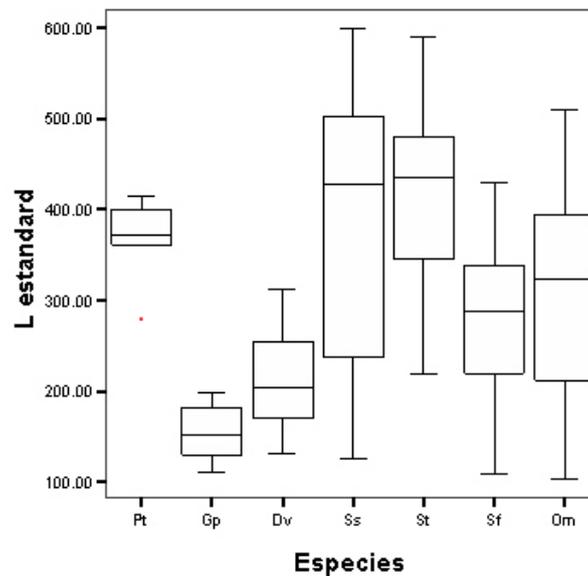


Figura 41: Mediana cuartiles y valores extremos de tallas capturadas por especie. ( Pt: *P. trucha*, Dv: *D. viedmensis*, Gp: *G. platei*, Ss: *S. salar*, Om: *O. mykiss*, St: *S. trutta*, Sf: *S. fontinalis*).

El análisis exploratorio de los rangos de tallas abarcados por cada especie en las distintas épocas y zonas (Fig. 42) parece indicar que *O. mykiss* alcanzan mayores tallas medias en la zona Este, siendo menores en la Oeste. *Salmo trutta* presentan tallas medias similares en las tres zonas. El bajo número de ejemplares de las otras especies no permite hablar de tendencias, sin embargo parecería que la estructura de tallas es similar para cada una de las especies independientemente de la época y zona del lago. En el caso particular del de los ejemplares de *S. salar* capturados hay disparidad de tallas pero el bajo número de ejemplares capturados podría ser la causa.

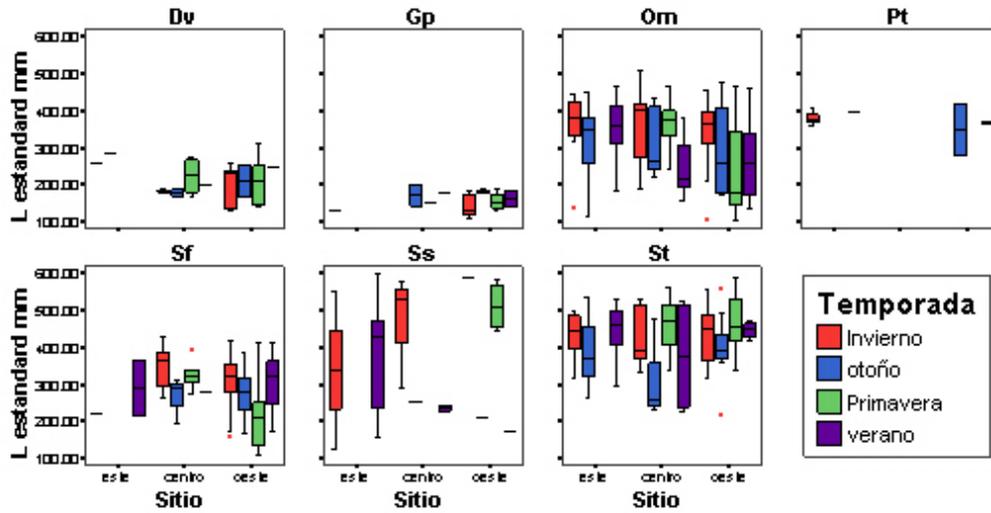


Figura 42. Mediana, cuartiles y valores extremos de tallas por época del año y zona del lago Traful . ( Pt: *P. trucha*, Dv: *D. viedmensis*, Gp: *G. platei*, Ss: *S. salar*, Om: *O. mykiss*, St: *S. trutta*, Sf: *S. fontinalis*).

El análisis exploratorio de la estructura de pesos (Fig.43 y 44) muestra patrones similares de pesos independientemente de época y sitio. Si bien la distribución de pesos de salmónidos capturados muestra una amplia superposición entre especies, *Salmo trutta* y los salmones los que alcanzan los mayores tamaños medios y máximos. No existen patrones particulares discernibles a partir de la estructura de tallas por zona e y época del año (Fig. 44).

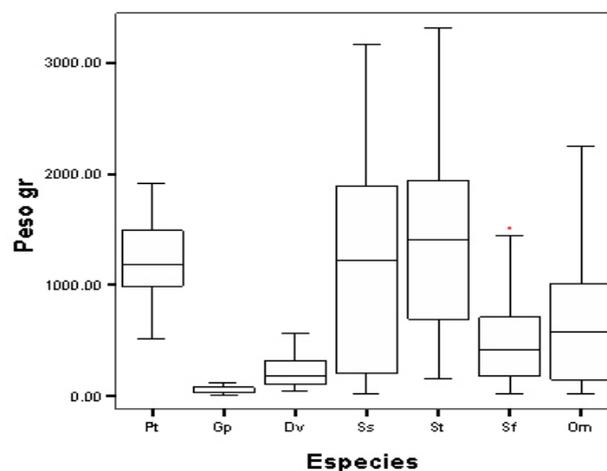


Figura 43: Mediana cuartiles y valores extremos de peso de las capturadas por especie. ( Pt: *P. trucha*, Dv: *D. viedmensis*, Gp: *G. platei*, Ss: *S. salar*, Om: *O. mykiss*, St: *S. trutta*, Sf: *S. fontinalis*).

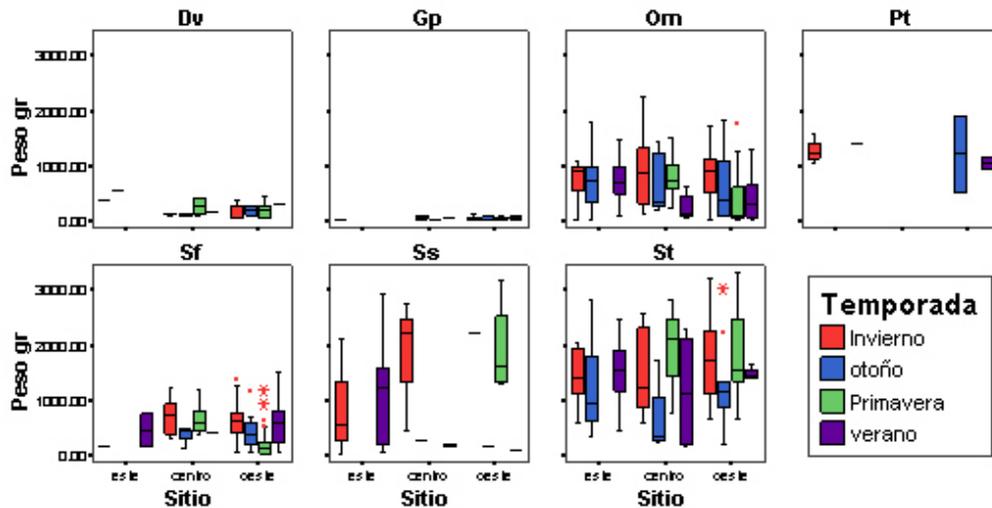


Figura 44. Mediana, cuarteles y valores extremos de tallas por época del año y zona del lago Traful . (Pt: *P. trucha*, Dv: *D. viedmensis*, Gp: *G. platei*, Ss: *S. salar*, Om: *O. mykiss*, St: *S. trutta*, Sf: *S. fontinalis*).

La estructura de tallas general evidencio patrones de distribución normal tan solo para *S. fontinalis* (K-S Dist = 0.070, P= 0.118), *S. trutta*, *O. mykiss* no presentaron distribuciones normales (K-S Dist. = 0.100, P= 0.024 y K-S Dist. = 0.100 P < 0.001), no pudiéndose analizar la normalidad o no de la distribución de tallas de las restantes especies debido al bajo número de ejemplares capturados. Los patrones generales de estructura de tallas fueron polimodales para *D. viedmensis*, *O. mykiss* y *S. trutta* (Fig. 45) lo que podría estar indicando reclutamiento variables en términos de fuerza de cohorte para estas especies. *S. fontinalis* tuvo un patrón general en apariencia de tipo unimodal centrado alrededor del valor de 350 mm de largo total. Para las restantes especies no se pudo definir un patrón determinado en función de su bajo número de captura.

El análisis de la estructura de tallas por época del año para aquellas especies que presentaban un número lo suficientemente grande de ejemplares capturados (Fig. 45 y Fig. 46) mostró que el rango general de tallas capturado de *O. mykiss* durante todo el año, también esta presente en las capturas de toda las épocas y en apariencia esta especie reclutaría al lago en primavera (Fig. 46). Por otra parte el rango general de tallas abarcado por *S. trutta* no se halla cubierto en las capturas de invierno y



primavera, los ejemplares mas chicos estarían siendo reclutado en verano y otoño. Por su parte la estructura aparentemente unimodal general de *S. fontinalis* se descompone por época en una estructura de tipo polimodal, donde el rango general de tallas es solo cubierto por el muestreo de primavera, época en la cual se produciría el reclutamiento.

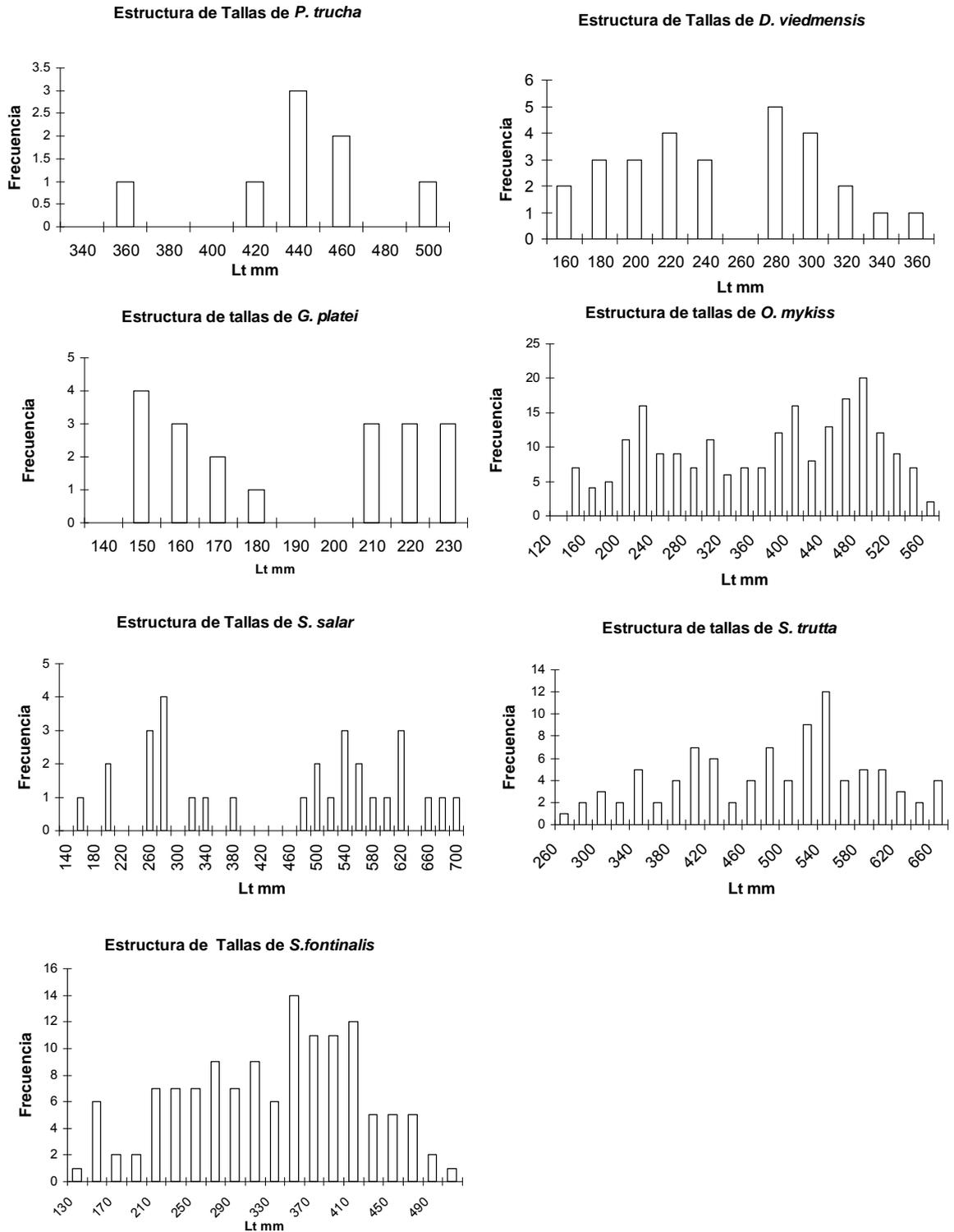


Figura 45. estructura de tallas por intervalo de clase de 20 mm de largo estándar (Lst mm) para las especies capturadas

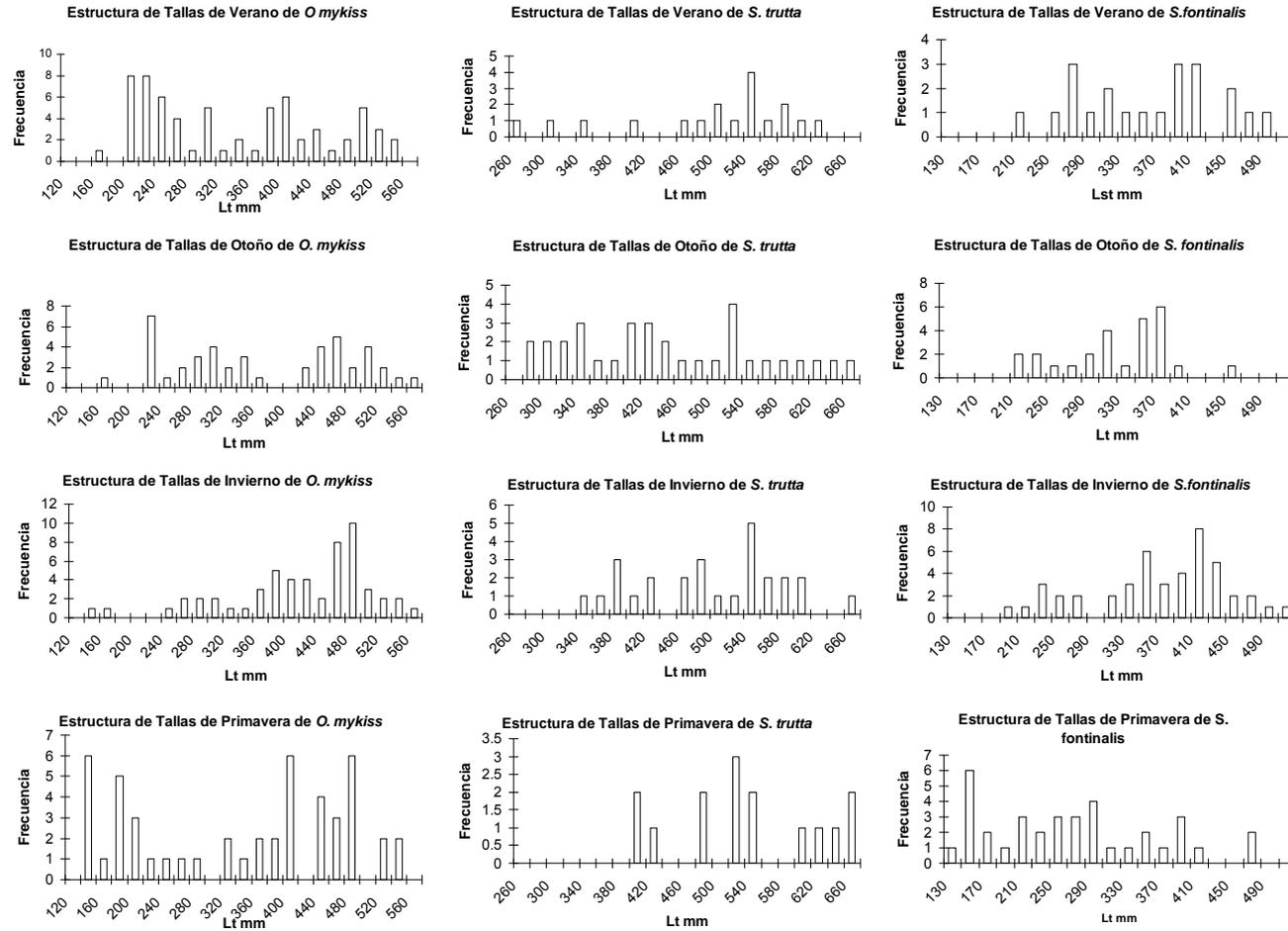


Figura 46. Estructura de tallas por especie por época del año

Las regresiones peso en largo (Fig. 47) mostraron buenos ajustes en todos los casos, incluyendo aquellos en los cuales el número de capturas fue bajo.

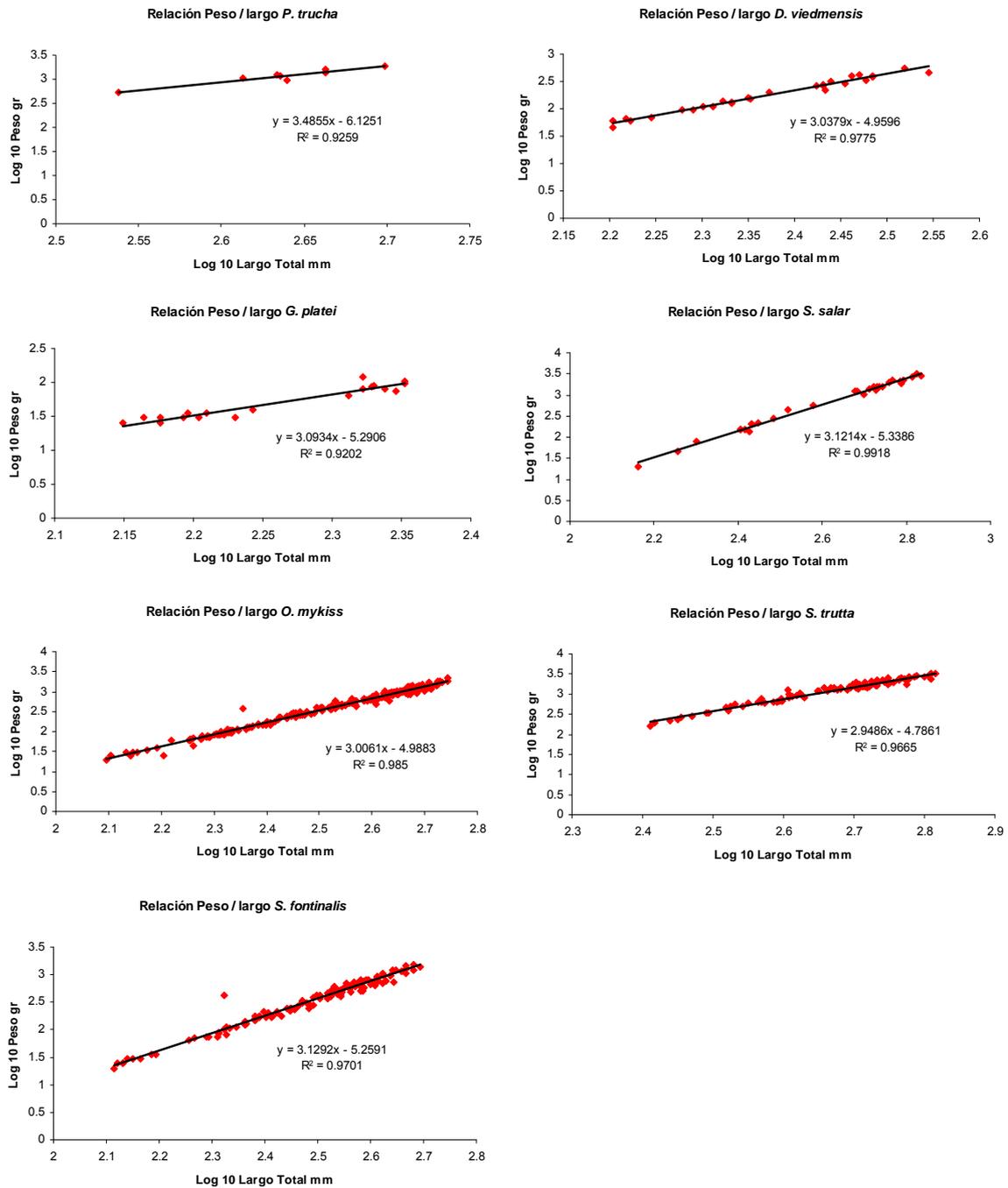


Figura 47. Regresión de peso en largo para las especies capturadas



## Índices de densidad de stock

En función del bajo número de capturas de las especies nativas el análisis de los denominados “Índices de Densidad del Stock” se aplicó tan solo a las cuatro especies de salmónidos del lago. Siguiendo los lineamientos de Anderson y Neumann (1996) se puede ver (Tabla 9) que tanto *O. mykiss*, como *Salmo trutta* y la de *Salvelinus fontinalis* poseen en relación a los largos mínimos de “stock, calidad, preferido, memorable y trofeo” definidos para cada especie poblaciones balanceadas con un número elevado de ejemplares grandes. De acuerdo a los índices incrementales mientras que *O. mykiss* presenta un mayor número de peces del rango “calidad a preferidos” (PSS-SQ), *Salmo trutta* presenta valores considerables de peces de tamaño “preferido a memorable” (PSS-PM) siendo *Salmo trutta* la única que además alcanza el tamaño “trofeo”. *Salvelinus fontinalis* por su parte presenta el mayor número de ejemplares de tamaño “stock a calidad” (PSS-SQ). Por su parte el bajo número de salmones capturados podría explicar las oscilaciones de los valores incrementales.

El análisis de los pesos relativos promedio  $W_r$  (Tabla 9) y de cada ejemplar capturado (Fig. 48) muestran que las poblaciones de *O. mykiss*, *Salmo trutta*, *Salvelinus fontinalis* y de *S. salar* se agrupan alrededor de valores de buena condición ( $95 > 105$ ). El bajo número de las otras especies y la dispersión de valores impide sacar conclusiones claras aunque en todos los casos los valores hallados responden a situaciones de buena condición



Tabla 9. Índices de densidad de stock por especie

| Índices de Densidad del Stock               |           |         |           |            |           |        |
|---|-----------|---------|-----------|------------|-----------|--------|
| Lst mm                                      | Stock     | Calidad | Preferido | Memorable  | Trofeo    |        |
| <i>O. mykiss</i>                            | 260       | 400     | 500       | 600        | 800       |        |
| <i>S. trutta</i>                            | 260       | 400     | 500       | 600        | 800       |        |
| <i>S. fontinalis</i>                        | 250       | 350     | 400       | 500        | 600       |        |
| <i>S. salar</i>                             | 260       | 400     | 500       | 600        | 800       |        |
| Índices Incrementales de Densidad del Stock |           |         |           |            |           |        |
|   |           | PSS-Q   | PSS-P     | PSS-M      | PSS-T     |        |
| <i>O. mykiss</i>                            | ---       | 60.65   | 12.26     | 0          | 0         |        |
| <i>S. trutta</i>                            | ---       | 72.83   | 48.91     | 10.87      | 0         |        |
| <i>S. fontinalis</i>                        | ---       | 57.14   | 28.57     | 0          | 0         |        |
| <i>S. salar</i>                             | ---       | 62.65   | 58.33     | 20.83      | 0         |        |
| Índices Incrementales de Densidad del Stock |           |         |           |            |           |        |
|   |           | PSS-SQ  | PSS-QP    | PSS-PM     | PSS-MT    |        |
| <i>O. mykiss</i>                            | ---       | 39.95   | 48.39     | 12.26      | 0         |        |
| <i>S. trutta</i>                            | ---       | 27.17   | 23.91     | 38.04      | 10.87     |        |
| <i>S. fontinalis</i>                        | ---       | 42.86   | 28.57     | 0          | 0         |        |
| <i>S. salar</i>                             | ---       | 37.5    | 4.17      | 37.5       | 20.83     |        |
| Pesos Relativos Promedio                    |           |         |           |            |           |        |
|   | Sub-stock | Stock   | Calidad   | Preferible | Memorable | Trofeo |
| <i>O. mykiss</i>                            | 100.67    | 103.48  | 100.32    | 98.14      | 0         | 0      |
| <i>S. trutta</i>                            | 75.73     | 98.03   | 110.35    | 98.94      | 96.09     | 0      |
| <i>S. fontinalis</i>                        | 107.32    | 100     | 102.24    | 99.22      | 0         | 0      |
| <i>S. salar</i>                             | 94.01     | 106.28  | 117.65    | 99.3       | 93.93     | 0      |

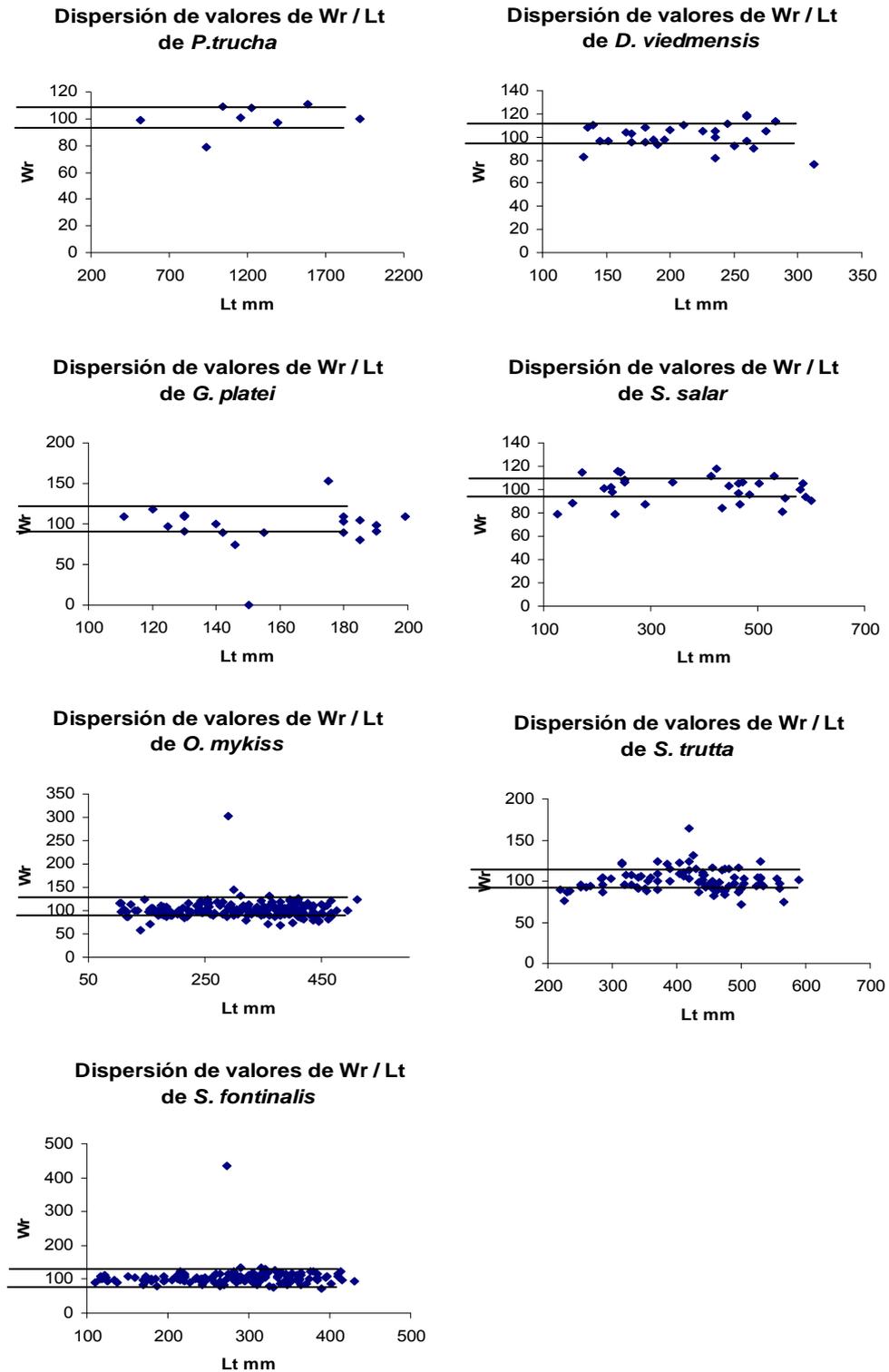


Figura 48. Grafico de dispersión de los pesos relativos en relación al Largo estándar ( $Wr/Lst$  mm), líneas paralelas indican buena condición.



### Estructuras de Edades y Crecimiento:

Los estudios de edad y crecimiento se realizaron tan solo para los salmónidos. Para determinar la estructura de edades y crecimiento se siguieron los mismos procedimientos que fueron empleados para el anterior estudio (Vigliano et.al., 2002). Las escamas de los ejemplares fueron recolectadas sobre la línea lateral en la zona comprendida entre la aleta dorsal y la aleta adiposa (Jearld, 1983). La lectura e interpretación de las escamas montadas se realizó en un lector de fichas Cannon Universal Reader 300S de 27X, en donde se obtuvieron: la edad del ejemplar (en años), el radio total de la escama (en mm), los radios correspondientes a marca anual (en mm) y el tiempo de residencia en zonas de cría del ejemplar (en años). Las escamas montadas pertenecientes a *Salvelinus fontinalis* fueron leídas bajo lupa estereoscópica de 100X, en donde se obtuvo la edad, en años, de cada ejemplar. La asignación de edades se realizó reconociendo anillos de crecimiento de acuerdo con los criterios establecidos por Tesch (1971), citados por Wootton (1990). Los valores de los radios hallados fueron utilizados en el retrocálculo de los largos de los ejemplares para cada año de vida a partir de las marcas anuales (Ricker, 1975).

Ninguna de las especies de salmónidos capturadas presento ejemplares de más de seis años de edad (Fig. 49).

Los datos de edad talla permitieron ajustar curvas de crecimiento de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy (Tabla 10, Fig. 50).

Tabla 10. Parámetros de las ecuaciones de crecimiento para las especies de salmónidos analizadas

|                  | <i>O. mykiss</i> | <i>S. trutta</i> | <i>S. fontinalis</i> | <i>S. salar</i> |
|------------------|------------------|------------------|----------------------|-----------------|
| R <sup>2</sup> = | 0.99             | 0.99             | 0.99                 | 0.96            |
| Prob > F=        | 0.001            | 0.0001           | 0.001                | 0.0001          |
| Linf mm=         | 839.739          | 900.124          | 553.99               | 792.13          |
| K=               | 0.175            | 0.169            | 0.295                | 0.29            |
| To=              | -0.173           | -0.119           | -0.276               | 0.287           |
| Winf gr =        | 6338.37          | 8437.93          | 2115.51              | 5105.63         |

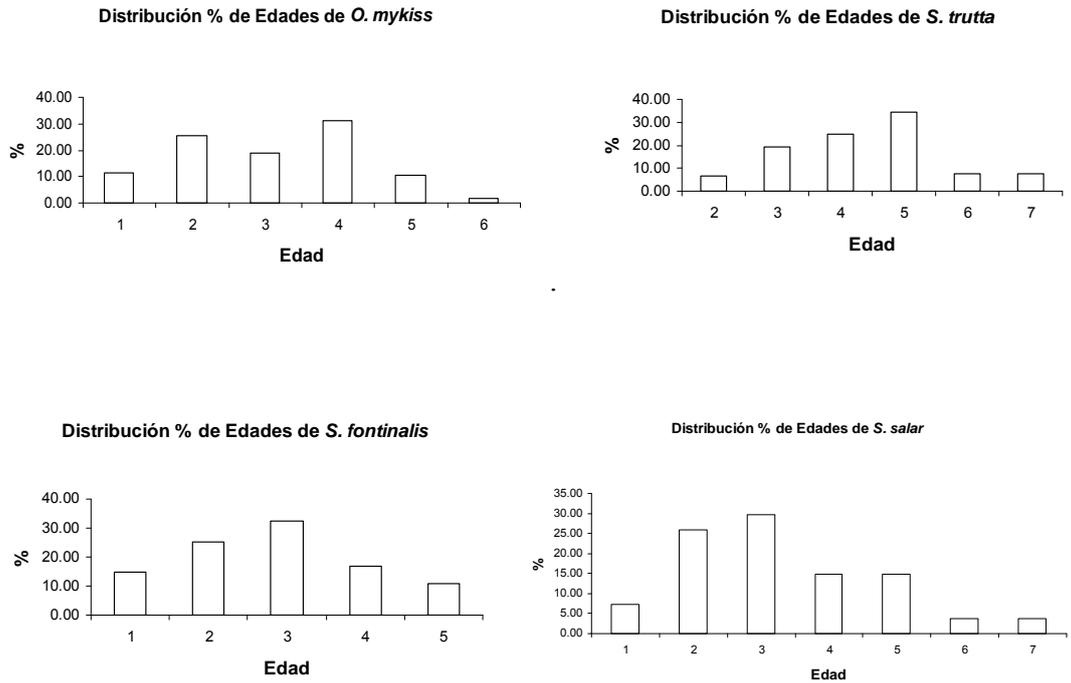


Figura 49. Estructura de edades de los salmónidos encontrados en el lago

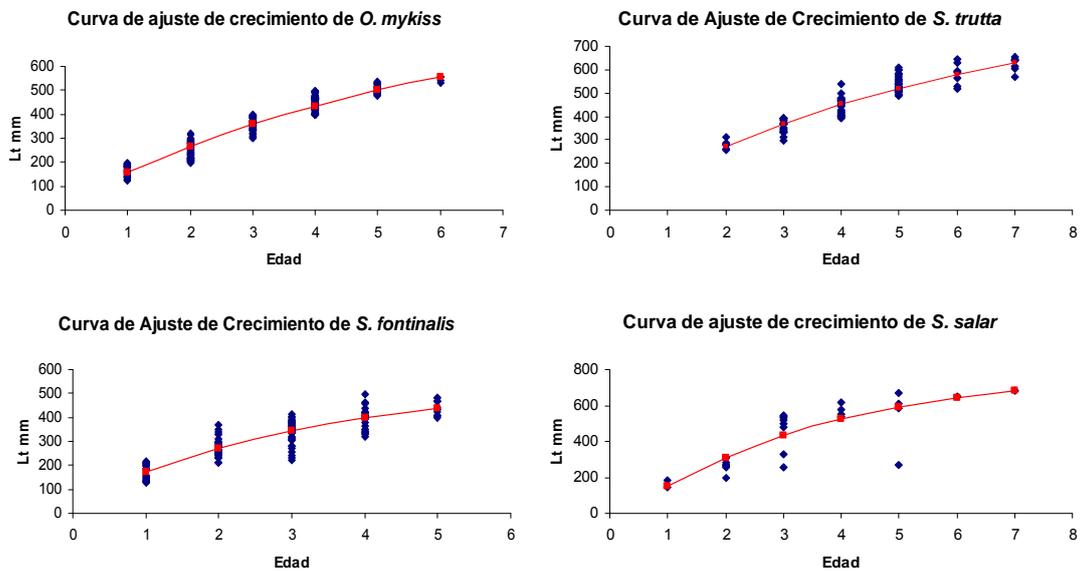


Figura 50. Curva de ajuste de crecimiento de largos a edades de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy para los salmónidos capturados en el lago Traful

El análisis de las curvas de captura de los salmónidos permitió estimar los distintos parámetros vinculados a mortalidad (Ricker, 1975) de las distintas especies presentes en el lago (Tabla 11). La mortalidad por pesca (F) fue estimada en función



de la relación existente entre cosecha (H) y el tamaño de la población (N) de acuerdo a la estimación hidroacústica siguiendo a Miranda y Bettoli (2007) y los coeficientes de mortalidad condicionales por pesca (cf) y natural (cm) de acuerdo a Slipke y Maceina (2001). De los valores resumidos en la Tabla 11 se observa que la tasa anual total de mortalidad es mayor para *O. mykiss*, siendo substancialmente menor en las restantes especies de salmónidos. Debido al bajo número de capturas no se intento estimar el conjunto de estos parámetros para las especies nativas. Cabe destacar que debido al bajo número de ejemplares de *S. salar* capturados se debe considerar a los valores estimados para esta especie como indicativos.

Tabla 11. Valores estimados de tasa de mortalidad anual (A), instantaneas total (Z), anual, (A), natural (M), por pesca (F), y mortalidad natural condicional (cm), mortalidad condicional por pesca (cf), supervivencia (S) y edad máxima teórica en años para cada especie

|                           | <i>O. mykiss</i> | <i>S. trutta</i> | <i>S. fontinalis</i> | <i>S. salar</i> |
|---------------------------|------------------|------------------|----------------------|-----------------|
| R-squared =               | 0.98             | 0.77             | 0.99                 | 0.89            |
| Prob > F =                | 0.09             | 0.31             | 0.05                 | 0.01            |
| A=                        | 0.744            | 0.558            | 0.418                | 0.426           |
| Z=                        | 1.364464         | 0.81752700       | 0.540981             | 0.554518        |
| $\mu$ =                   | 0.00144285       | 0.00163963       | 0.00146261           | 0.00839375      |
| F = $\mu Z/A$ =           | 0.00264612       | 0.00240222       | 0.00189293           | 0.01092602      |
| M= Z-F=                   | 1.36181788       | 0.81512478       | 0.53908807           | 0.54359198      |
| cm = $1-e^M$ =            | 0.74380538       | 0.55741590       | 0.41672008           | 0.41934121      |
| cf = $1-e^F$ =            | 0.00264262       | 0.00239934       | 0.00189114           | 0.01086655      |
| S=                        | 0.256            | 0.442            | 0.582                | 0.574           |
| Edad Teórica Maxima años= | 7.1              | 9                | 9.8                  | 6.8             |



### Características de alimentación y relaciones interespecíficas.

Las posibles interrelaciones en y/o entre especies fueron analizadas a partir del análisis de solapamiento de dietas y modelos bioenergéticos. Para el análisis de las dietas y su solapamiento se siguió el procedimiento descrito por Macchi et. al. (1999), extrayéndose a campo el digestivo de los ejemplares capturados, seccionándose y preservando el mismo desde el esófago hasta el principio del duodeno. Los digestivos así obtenidos fueron preservados en formol al 4% o congelados para su posterior análisis en el laboratorio. Dicho análisis consistió en la identificación bajo lupa de los ítem de alimento de todas las especies de peces al nivel taxonómico más bajo posible. Las presas fueron agrupadas en las siguientes categorías: 1 - vegetales grandes; 2 - puyen 3 – salmónidos; 4 – *Diplomystes*; 5 - *Aegla*; 6 - *Samastacus*; 7 - anfípodos; 8 - *Chilina*; 9 - otros moluscos, 10 - larvas, pupas y ninfas insectos; 11 - insectos adultos terrestres y acuáticos; 12 - mudas y restos de insectos; 13 - huevos de trucha

La dieta fue cuantificada en términos de gramos de ítem alimenticio por estomago de acuerdo a la siguiente formula:

Gramos totales del ítem i / n° total de peces analizados de la especie j

Para este análisis se consideraron también los estómagos vacíos. Si bien esta fórmula sobrestima las presas grandes y poco frecuentes se la eligió para poder realizar los análisis de correlación entre alimentación, profundidad, estación de muestreo y talla.

Para cada categoría de alimento se calculó el Índice de Importancia Relativa (IRI) según la fórmula de Pinkas et al. (1971):

$$IRI = \%FO (\%V + \%N)$$

donde FO: frecuencia de ocurrencia, N°: número total de presas y V: volumen total de las presas. Las relaciones tróficas fueron analizadas a partir de los contenidos estomacales mediante el índice de Shöener de acuerdo a la ecuación:

$$S = 1 - (0,5 * \sum (P_{ij} - P_{in}))$$

donde:  $P_{ij}$  y  $P_{in}$  son las proporciones del ítem I de la especie j y n. Este índice toma valores entre 0 y 1, con 0 representando ausencia total de superposición de dieta y 1 superposición total, considerándose a  $S \geq 0.60$ , como una superposición significativa.

El total de estómagos analizados fue de 515 de los cuales 211 correspondieron a *O. mykiss*, 126 a *S. fontinalis*, 92 a *S. trutta*, 30 a *S. salar*, 28 a *D. viedmensis*, 21 a *G. platei* y 7 a *P. trucha*. Del total de estómagos analizados (515) el 14% no presentó contenido estomacal (Fig. 51), correspondiendo los mayores porcentajes a *P. trucha* y *S. trutta* (29% respectivamente) seguidos de *S. salar* (27%), *G. platei* (19%), *D. viedmensis* (18%), *S. fontinalis* (10%) y *O. mykiss* (7%) (Fig. 20).

### Porcentaje de Estómagos vacíos por Especie

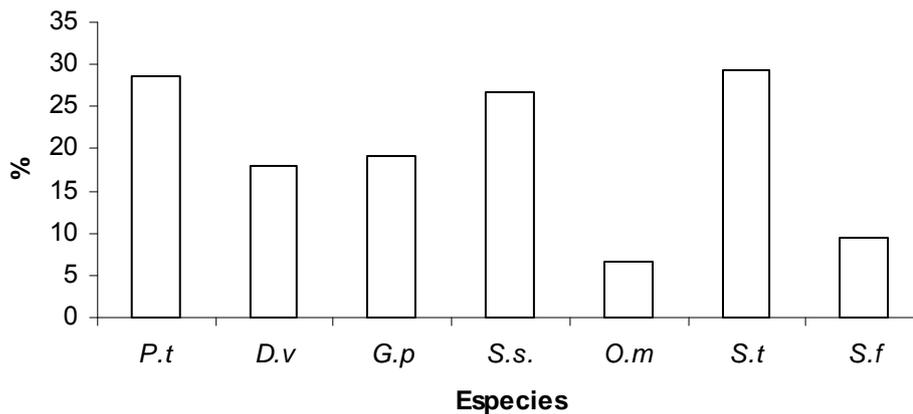


Figura 51. Porcentaje de estómagos vacíos por especie

### Diversidad trófica

De las especies analizadas *O. mykiss* presenta la mayor diversidad trófica: 12 de los 13 ítems en los que fueron agrupadas las presas fueron encontradas en los estómagos analizados. *P. trucha* presentó la menor diversidad trófica (3 ítems), aunque dos ellos (*D. viedmensis* y huevos de salmónidos) no son consumidos por las demás especies: Cabe destacar que la relevancia de éstos se minimiza al tener en

cuenta su porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO: 0.47) y el bajo número de capturas de *P. trucha* (Fig. 52).

### Diversidad Trófica en el Lago Trafal

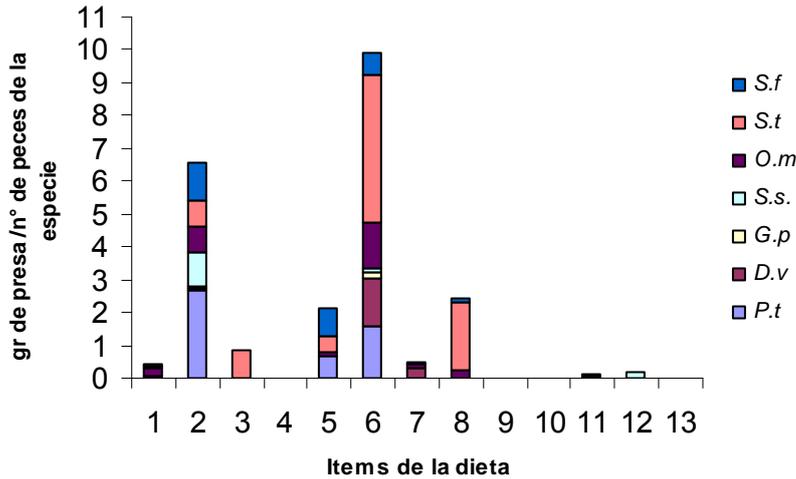


Figura 52. Cuantificación de la dieta por item alimentario por especie: 1 - *vegetales grandes*; 2 - *puyen* 3 - *salmónidos*; 4 - *Diplomystes*; 5 - *Aegla*; 6 - *Samastacus*; 7 - *anfipodos*; 8 - *Chilina*; 9 - *otros moluscos*, 10 - *larvas, pupas y ninfas insectos*; 11 - *insectos adultos terrestres y acuáticos*; 12 - *mudas y restos de insectos*; 13 - *huevos de salmónidos*, *S.f.* (*Salvelinus fontinalis*), *S.t.* (*Salmo trutta*), *O.m.* (*Oncorhynchus mykiss*), *S.s.* (*Salmo salar*), *G.p.* (*Galaxias platei*), *D.v.* (*Diplomistes viedmensis*), *P.t.* (*Percichthys trucha*)

La categoría Galáxidos (Fig. 53) resulta como la de mayor IRI (Indice de importancia relativa) en el análisis de todas las spp. y categorías de presas (38 %), seguida por *Hyallorella* sp. y *Samastacus* sp. (26 % y 24% respectivamente) .

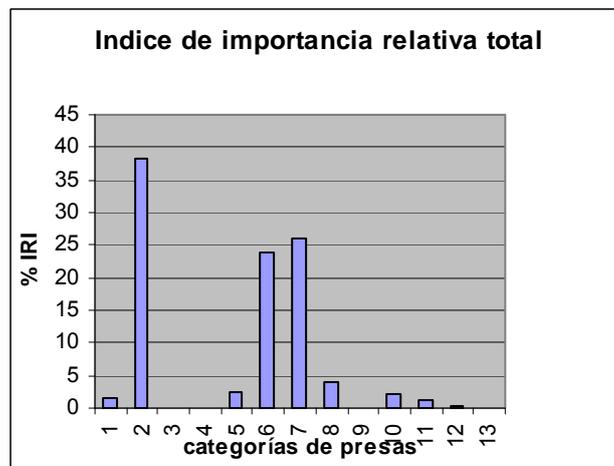


Figura 53. Índice de Importancia Relativa de los ítems de la dieta: 1 - vegetales grandes; 2 - puyen 3 – salmónidos; 4 – *Diplomystes*; 5 - *Aegla*; 6 - *Samastacus*; 7 - anfípodos; 8 - *Chilina*; 9 - otros moluscos, 10 - larvas, pupas y ninfas insectos; 11 - insectos adultos terrestres y acuáticos; 12 - mudas y restos de insectos; 13 - huevos de salmónidos.

El análisis del consumo estacional y por grupo de edad de cada tipo de ítem de la dieta de *O. mykiss* (Figs. 54 y 55) muestra variaciones estacionales y ontogenéticas en la alimentación. A modo de ejemplo baste considerar que los moluscos del genero *Chilina* sp. y las larvas y adultos de puyen chico (*G. maculatus*) son ítem presentes en la dieta de esta especie a lo largo de toda su vida hallándose disponibles en todas las estaciones del año. Lo mismo sucede con los anfípodos excepto que estos no se hallan en los contenidos estomacales de ninguna edad durante el otoño. Por último cabe considerar que a medida que los ejemplares de *O. mykiss* se hacen más grandes (edades 3 a 6 ) parecen incorporar una proporción cada vez mayor de *Aegla* sp. y *Samastacus* sp.

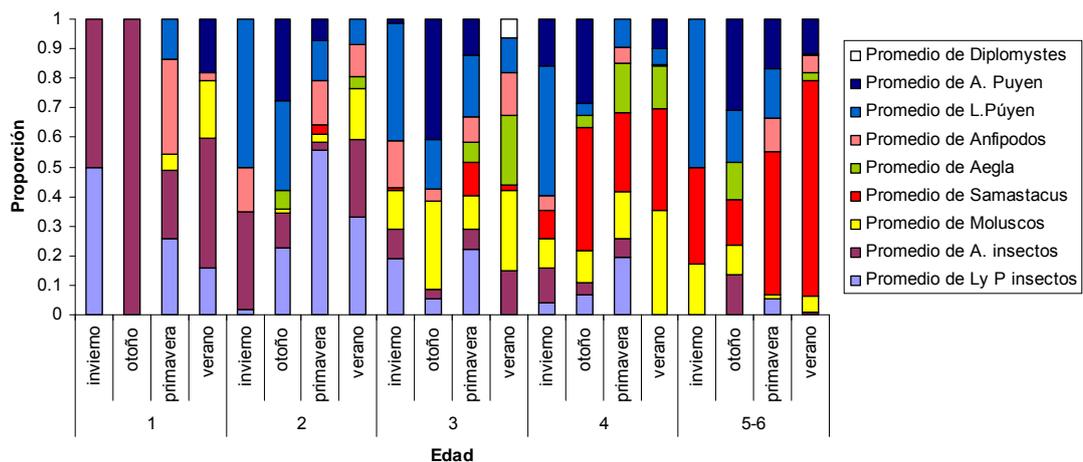


Figura 54 Representación de la relevancia proporcional promedio por ejemplar por edad y época del año de los distintos ítems de la dieta de *O. mykiss*

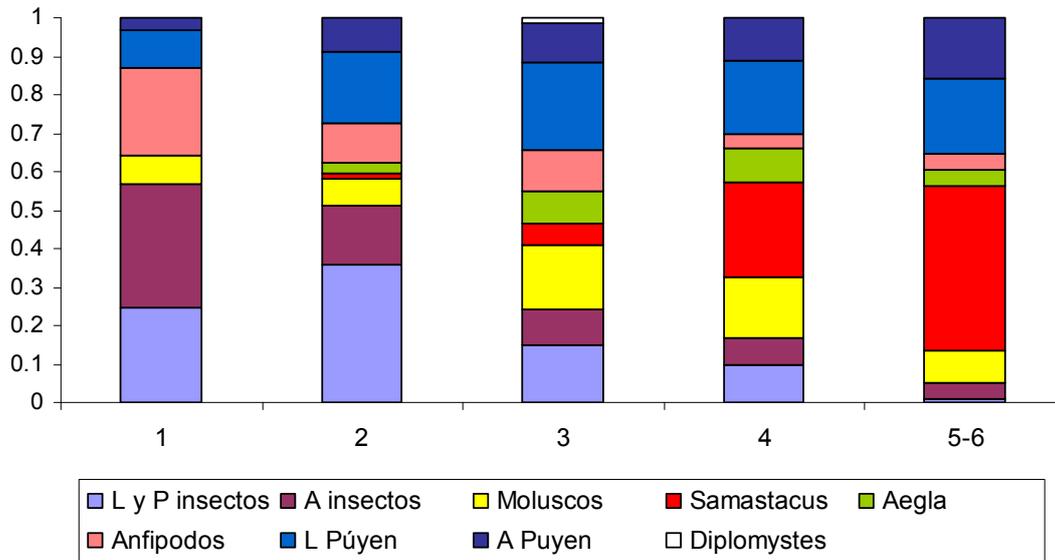


Figura 55. Representación de la relevancia proporcional promedio por ejemplar por edad de los distintos ítems de la dieta de *O. mykiss*

Para *Salmo trutta* el análisis del consumo proporcional de cada tipo de ítem presa por época del año y por edad (Figs. 56 y 57) muestra que existen variaciones estacionales en la alimentación aun dentro de una misma edad, así como una variaciones en la dieta asociadas a el desarrollo ontogenético de esta especie. Así para esta especie lar larvas y adultos de puyen chico (*G. maculatus*) constituyen un ítem relevante de la dieta entre los 2 y los 4 años de edad, los crustáceos decapoda (*Aegla* sp. y *Samastacus* sp. ) y moluscos (*Chilina* sp.) constituyen parte importante de la dieta a partir de los tres años de edad. Mientras que insectos adultos y anfipodos solo parecen hallarse ligados a disponibilidad estacional.

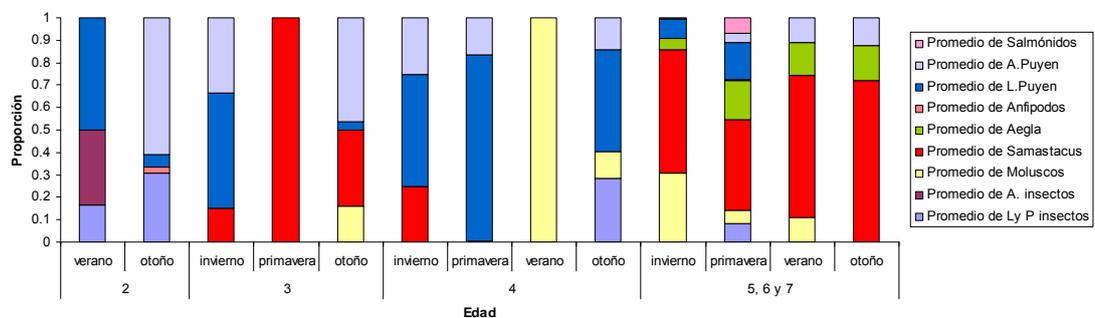


Figura 56. Representación de la relevancia proporcional promedio por ejemplar por edad y época del año de los distintos ítems de la dieta de *Salmo trutta*

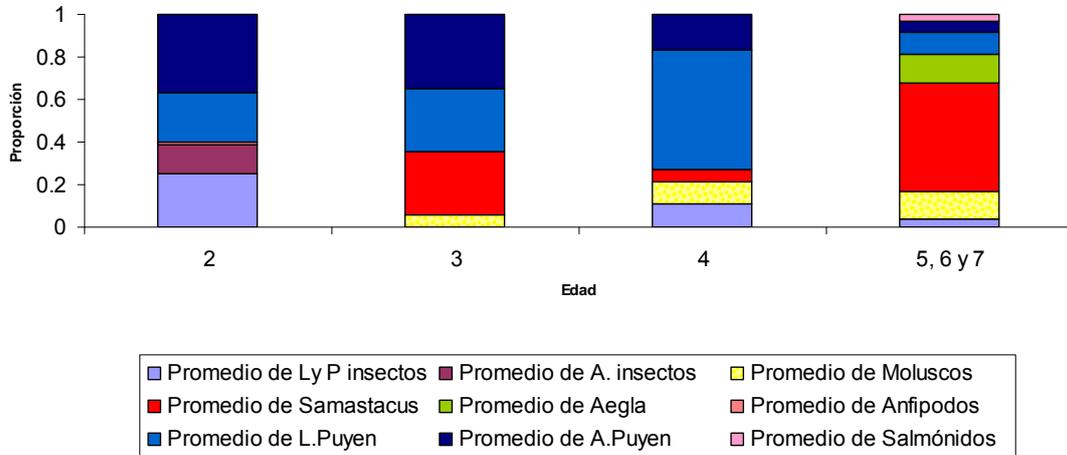


Figura 57. Representación de la relevancia proporcional promedio por ejemplar por edad de los distintos ítems de la dieta de *Salmo trutta*

En el caso de *S. fontinalis* (Figs. 58 y 59) se observan patrones estacionales similares a las de los otros salmónidos, siendo larvas y pupas de insectos y larvas de púyen importantes en todas las estaciones y en la mayor parte de las edades. El consumo de crustáceos decapados se vuelve más importante a medida que los ejemplares son más viejos.

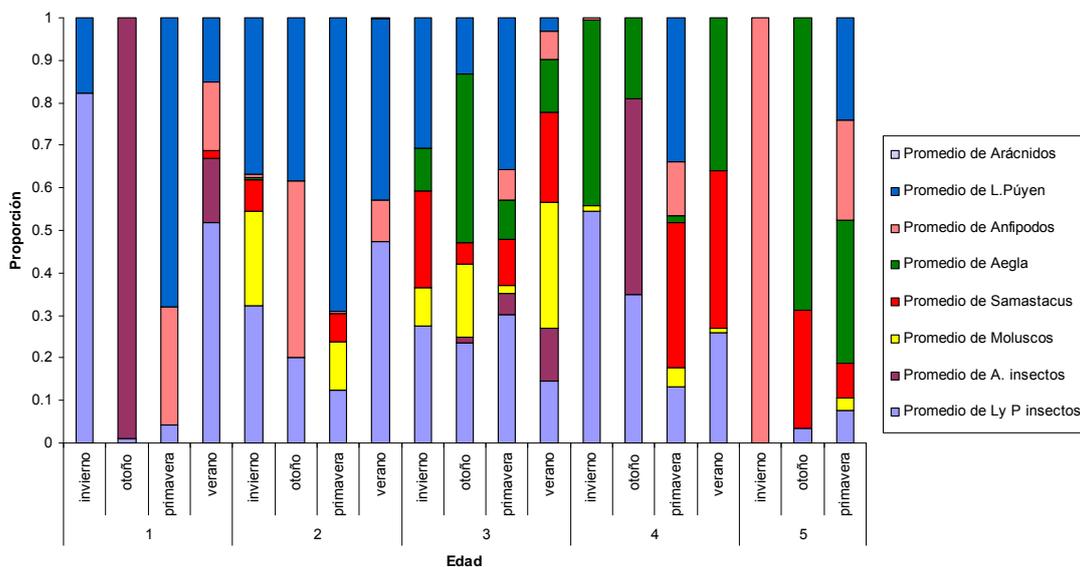


Figura 58. Representación de la relevancia proporcional promedio por ejemplar por edad y época del año de los distintos ítems de la dieta de *S. fontinalis*

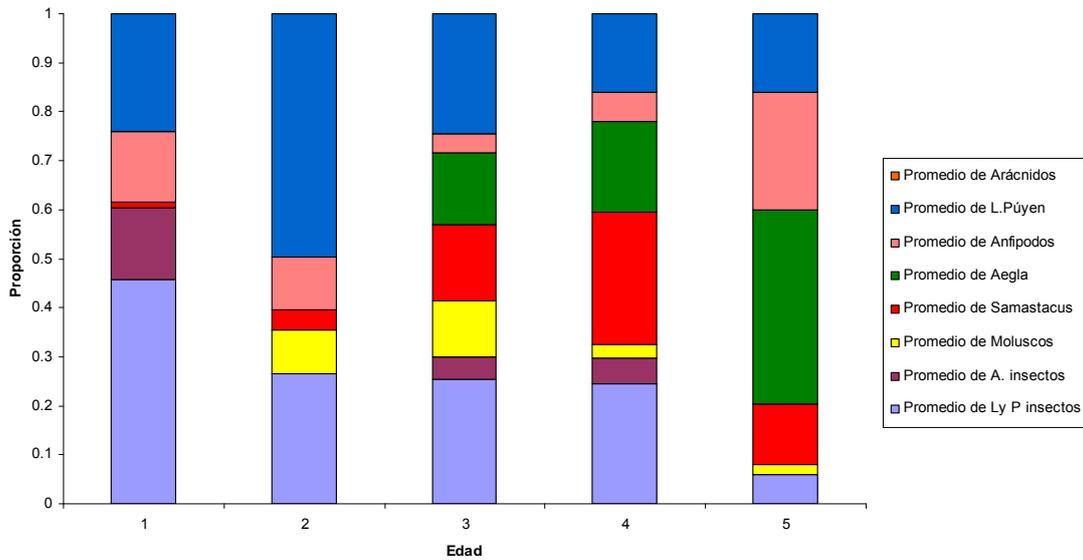


Figura 59. Representación de la relevancia proporcional promedio por ejemplar por edad de los distintos ítems de la dieta de *S. fontinalis*.

La dieta de *S. salar* (Figs. 60 y 61) a lo largo del año se centra sobre las larvas y/o adultos de puyen chico (*G. maculatus*). Tan solo los ejemplares más grandes capturados se alimentaron de crustáceos decápodos (*Aegla* sp. y *Samastacus* sp.), sin embargo esto podría estar reflejando no una pauta de alimentación sino el sesgo producido por el bajo número de capturas de *S. salar* a lo largo del año.

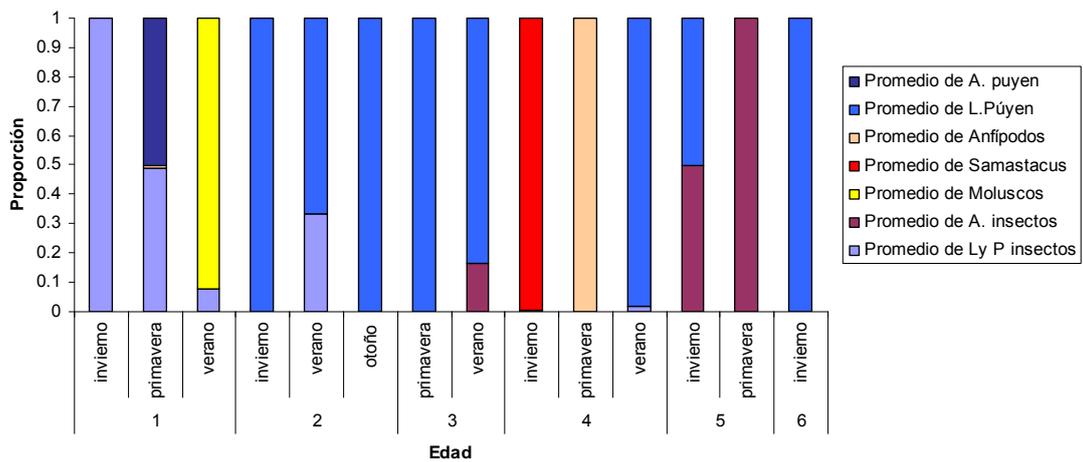


Figura 60. Representación de la relevancia proporcional promedio por ejemplar por edad y época del año de los distintos ítems de la dieta de *S. salar*

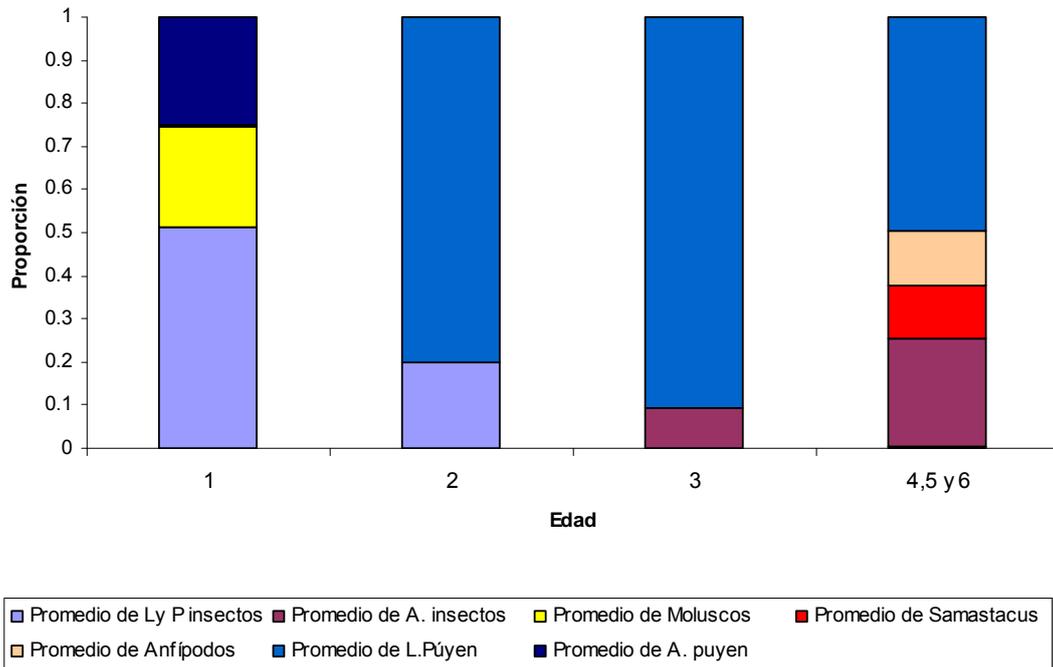


Figura 61. Representación de la relevancia proporcional promedio por ejemplar por edad de los distintos ítems de la dieta de *S. salar*

### Relaciones tróficas

Se han encontrado solapamientos significativos en la alimentación de 2 especies autóctonas: *D. viedmensis* vs. *G. platei*; entre 2 autóctonas y salmónidos: *P. trucha* vs. *S. salar* y *G. platei* vs. *O. mykiss*, y entre 2 salmónidos: *O. mykiss* vs. *S. fontinalis*. (Tabla 12)

El mayor solapamiento corresponde a las dos especies autóctonas debido al alto consumo de ambas de los ítems *Samastacus* sp. y *Hyallella* sp., seguido por *P. trucha* vs *S. salar* con una marcada piscivoría sobre el ítem galáxidos. Sin embargo el bajo número de *P. trucha* no permite dilucidar si esto no es simplemente una relación casual. Con respecto al solapamiento entre *O. mykiss* vs. *S. fontinalis* que se halla en el límite de significancia de 0,6 ambas especies comparten principalmente los ítems *Samastacus* sp. y galáxidos, siendo el primero el de mayor importancia para *O. mykiss* a la inversa que para *S. fontinalis*. En *G. platei* vs. *O. mykiss* se destaca principalmente el alto consumo en *Samastacus* sp. seguido de galáxidos. No ha



existido un solapamiento significativo entre las especies de salmónidos presentes en el lago.

Tabla 12. Índices de solapamiento de dieta, Valores en negrita y destacados en amarillo indican solapamiento, valor de referencia de solapamiento  $\geq 60$

|             |             |             |      |      |             |  |
|-------------|-------------|-------------|------|------|-------------|--|
| BCH         | vs.         |             |      |      |             |  |
| DIP         | PLA         | SAL         | TAI  | TAM  | TAR         |  |
| 13          | 21          | <b>71,8</b> | 41,5 | 51,7 | <b>60,3</b> |  |
| DIP         | vs.         |             |      |      |             |  |
| PLA         | SAL         | TAI         | TAM  | TAR  |             |  |
| <b>79,1</b> | 0,73        | 46,8        | 38,8 | 44   |             |  |
| PLA         | vs.         |             |      |      |             |  |
| SAL         | TAI         | TAM         | TAR  |      |             |  |
| 9,9         | <b>60,2</b> | 41,5        | 53,6 |      |             |  |
| SAL         | vs.         |             |      |      |             |  |
| TAI         | TAM         | TAR         |      |      |             |  |
| 30,2        | 39,2        | 42,5        |      |      |             |  |
| TAI         | vs.         |             |      |      |             |  |
| TAM         | TAR         |             |      |      |             |  |
| 53,2        | <b>68,4</b> |             |      |      |             |  |
| TAM         | vs.         |             |      |      |             |  |
| TAR         |             |             |      |      |             |  |
| 48,4        |             |             |      |      |             |  |

Conclusiones relativas al análisis de las capturas

Las CPUE fueron similares a las reportadas previamente (Vigliano et al. 2002), mostrando un neto predominio de *O. mykiss* sobre las restantes especies. *S. fontinalis* fue el segundo salmónido más importante seguido de *Salmo trutta*. Nuevamente *S. salar* fue el menos abundante de este grupo de los salmónidos, siendo incluso de menor importancia en la capturas que *D. viedmensis* y *G. platei*. Tan solo las *P. trucha* fueron capturadas en número inferiores al *S. salar*. Las distintas especies de salmónidos utilizarían todo el cuerpo de agua hay en apariencia un cierto nivel de distribución diferencial a lo largo del eje Oeste- Este del lago por el cual *S. fontinalis* se concentra más en el sector Oeste y *Salmo trutta* y *S. salar* en el sector Este del mismo. *O. mykiss* parece usar por igual todos los sectores del lago. No parece haber una preferencia de *Salmo trutta* por alguna profundidad en particular La trucha arco iris podría estar usando mayormente las profundidades menores a los 40 m, mientras que *S. fontinalis* parece preferir las aguas más profundas en primavera. El número de



salmones encerrados capturados fue muy bajo como para sacar alguna conclusión en este sentido.

La estructura de tallas y pesos de los ejemplares capturados fueron consistentes con aquellos reportados con anterioridad (Vigliano et al. 2002). Por otra parte los parámetros poblacionales vinculados a mortalidad y crecimiento presentaron buenos ajustes en todos los casos, hallándose dichos parámetros dentro del rango de valores que es dable encontrar en otros ambientes de la región.

Los “Índices de Densidad del Stock” (Anderson y Neumann, 1996), estimados para todas las especies de salmónidos pusieron en evidencia que en apariencia sus poblaciones se hallan balanceadas y con proporciones buenas en términos del número de peces de nivel de “stock, calidad, preferido y memorable”. Nuevamente cabe destacar que dado el bajo número de ejemplares de *S. salar* los índices de densidad de stock para esta especie deben ser considerados únicamente como indicativos. También cabe considerar que los pesos relativos promedio estimados muestran en todos los casos una buena condición general.

El análisis de los contenidos estomacales los salmónidos parece indicar que el puyen chico (*G. maculatus*) es un ítem importante en la dieta de todos los salmónidos. Aunque cabe destacar que la diversidad o amplitud trófica varía entre estos y que la misma se halla sujeta a variaciones estacionales diferenciales entre las especies de salmónidos. Así *O. mykiss* es la especie con mayor diversidad trófica, haciendo un uso extensivo mayor de los recursos del lago. En este otras piezas clave de la dinámica trófica serían los crustáceos decapados de los géneros *Aegla* sp. y *Samastacus* sp., así también como los gasterópodos del género *Chilina* sp.

El análisis de los solapamientos de dieta ha mostrado superposiciones significativas entre *D. viedmensis* y *G. platei*, entre la *P. trucha* y *S. salar* y *S. fontinalis*, entre *G. platei* y la *O. mykiss* y entre *O. mykiss* y *S. fontinalis*. Estos solapamientos en la dieta implican que la alteración de los equilibrios dinámicos existentes en términos de estructura de la comunidad de peces pueden implicar cambios marcados en la actual trama trófica, ya sea por efectos directos (e.g.



alteración de proporción de predadores) o indirectos (e.g. cambios en la biomasa de presas disponibles) sobre la comunidad de peces.

### C). Elaboración de modelos demográficos

Esta aproximación requirió del conjunto de datos obtenidos en de los cuatro muestreos estacionales, los parámetros poblacionales y la información hidroacústica así como de la información analizada a partir del Sistema de Registros de Pesca implementado por la AIC.

Los modelos demográficos se usaron para evaluar el estado actual de las poblaciones de cada especie y en la medida de lo posible el efecto que tendría sobre ellas y la calidad de pesca distintas estrategias de manejo. El modelo implementado fue del tipo “rendimiento-por-recluta” (Ricker, 1975; Hilborn y Walters, 1992). Los modelos de rendimiento por recluta se estructuran en torno a los tres procesos clave de la dinámica poblacional: reclutamiento, crecimiento y mortalidad. En lugar de elaborar un modelo desde el inicio se decidió utilizar el software Fisheries Análisis Symulation Tools (FAST) (Slipke y Maceina, 2001). El tipo de modelos sostenidos por este programa son de carácter uniespecífico y requieren de datos estructurados por edad. La Figura 78 resume el diagrama de flujo inherente a este programa.

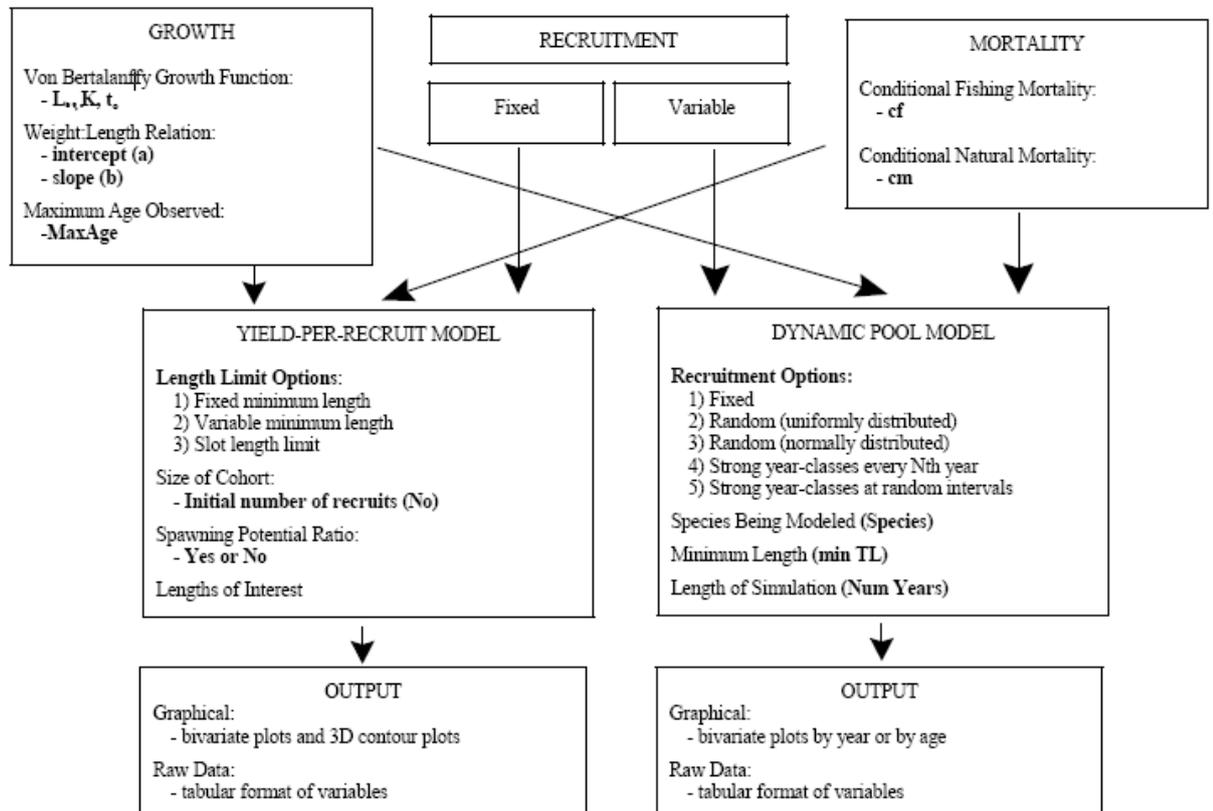


Figura 78. Esquema simplificado del diagrama de flujo del programa FAST (Slipke y Maceina, 2001)

Los modelos fueron corridos para todas las especies de salmónidos, usándose básicamente para explorar que posibles escenarios se producirían si se impusiera una reglamentación tendiente a disminuir el número de ejemplares de todas las especies de salmónidos excepto *S. salar*. Este escenario teórico emana de las sugerencia del informe del CEAN (2001) en el cual proponen reducir el número *O. mykiss* y sembrar 10.000 salmones encerrados al año como forma de cambiar la actual estructura de predominio de *O. mykiss*, la cual suponen responsable del bajo número de salmones encerrados en el lago. Cabe destacar que el mencionado informe propone como forma de disminuir significativamente la abundancia de *O. mykiss* el sacrificio de tres ejemplares por. Para el presente trabajo se decidió tratar de estimar que tasa instantánea de mortalidad por pesca (F) produciría una disminución en las capturas, bajo el supuesto que la misma sería reflejo de una disminución en la abundancia poblacional de las especies de salmónidos sujetas a extracción. Así, en el marco de



una reglamentación “teórica” de extracción sin límite en cuanto a número de ejemplares a sacrificar de *O. mykiss*, *Salmo trutta* y *S. fontinalis* y de devolución obligatoria de *S. salar*, se plantearon tres escenarios basados en diferentes tallas mínimas de captura. Para el primero se fijó como tamaño mínimo de captura los 120 mm de largo total (Lt) para todas las especies, es decir que equivale a extracción sin límite de talla y /o número de captura. Esta talla mínima corresponde al menor tamaño de pez que es dable sacar pescando con cañas en cualquiera de sus modalidades. El segundo escenario planteo una talla mínima de captura de 260 mm de Lt para *O. mykiss* y *Salmo trutta* y , 235 mm de Lt para *S. fontinalis*, fijándose estas tallas en función del tamaño mínimo que un pescador esta por lo general dispuesto a sacrificar de cada especie. El tercer escenario fijo una talla mínima de captura de 400 mm de Lt para *O. mykiss* y *Salmo trutta* y de 350 mm para *S. fontinalis*, estando dadas estas tallas por el tamaño que los pescadores consideran de calidad para cada una de las respectivas especies. Para todas estas especies se asumió una tasa instantánea de mortalidad por pesca variable y una mortalidad constante que se expresa en cada caso en función del coeficiente de mortalidad natural condicional. Para el caso de *S. salar* se asumió una política de devolución obligatoria de todos los ejemplares, asumiendo tallas de captura diferenciales en los 120, 260 y 400 mm de Lt.

Las simulaciones para *O. mykiss* , *Salmo trutta* y de *S. fontinalis* (Figs. 79, 80 y 81) mostraron que a las tasas estimadas de M, el esfuerzo de pesca tendría que incrementarse de forma drástica para lograr un consiguiente aumento de F y en una disminución de las capturas como reflejo de una disminución en los tamaños poblacionales. Por otra parte las simulaciones parecen indicar que el establecimiento de un límite de talla mínima de captura llevaría a un incremento del rendimiento en las tres especies aun con los incrementos iniciales de F.

Evolución Y de *O. mykiss*, F variable, cm constante = 0.74

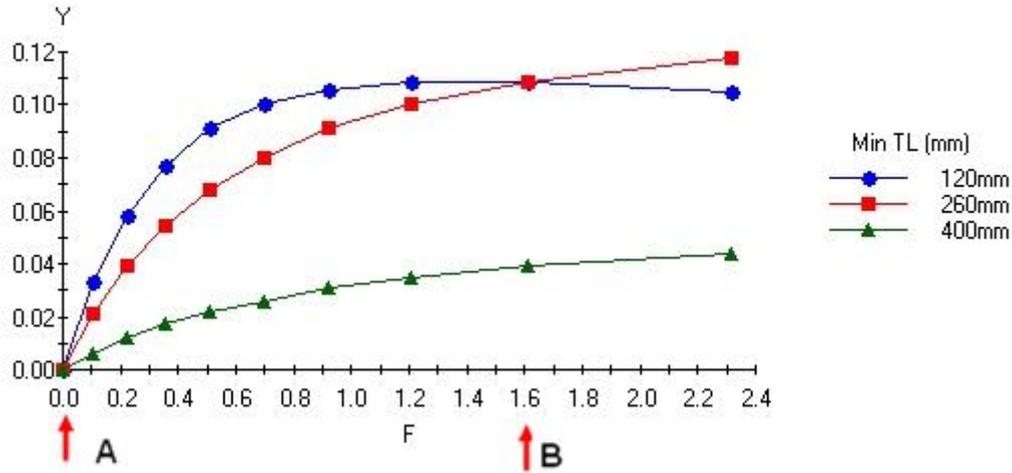


Figura 79. Variación del rendimiento de capturas de *O. mykiss* (Y) en función de un incremento en (F), (A) nivel de pesca actual, (B) punto de quiebre en el Y para un tamaño mínimo de extracción de 120 mm de Lt

Evolución de Y de *S. trutta*, F variable, cm constante = 0.56

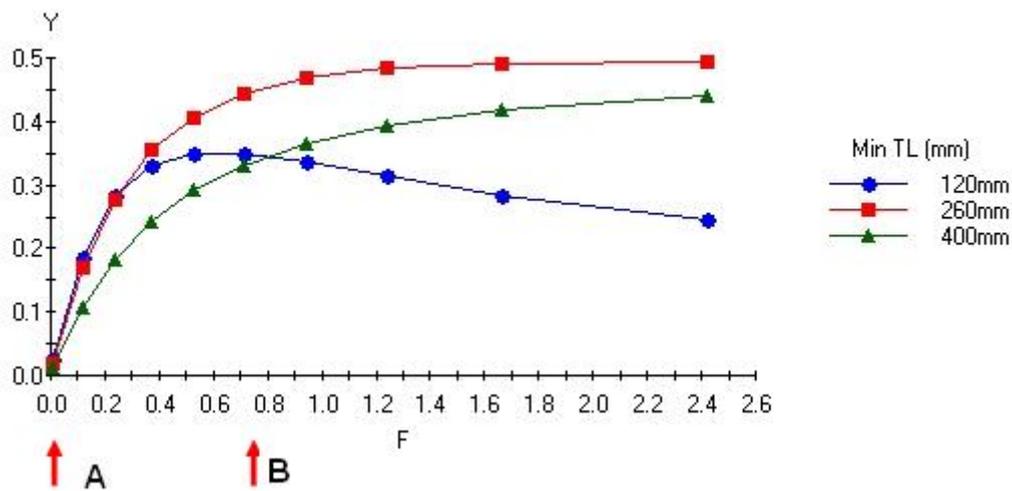


Figura 80. Variación del rendimiento de capturas de *S. trutta* (Y) en función de un incremento en (F), (A) nivel de pesca actual, (B) punto de quiebre en el Y para un tamaño mínimo de extracción de 120 mm de Lt

Evolución Y S. fontinalis, F variable, cm constante = 0.42

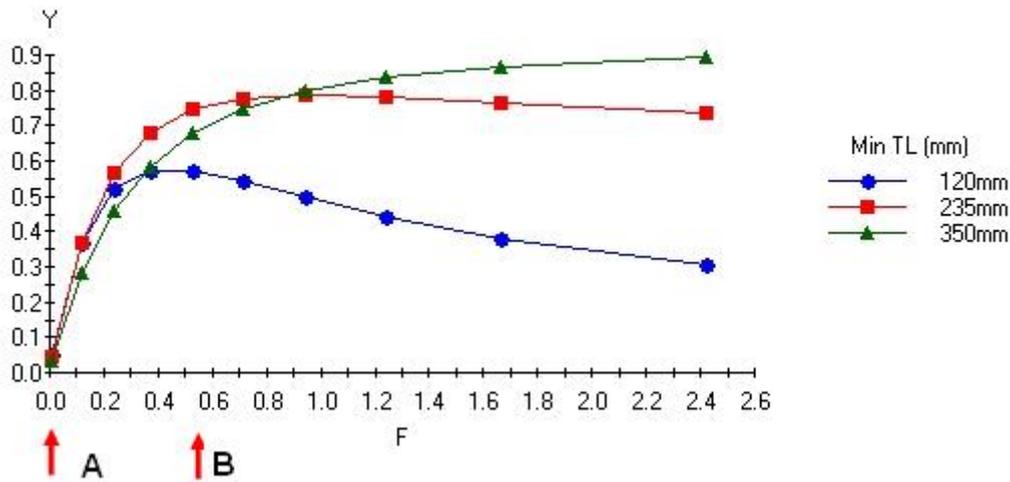


Figura 81. Variación del rendimiento de capturas de *S. fontinalis* (Y) en función de un incremento en (F), (A) nivel de pesca actual, (B) punto de quiebre en el Y para un tamaño mínimo de extracción de 120 mm de Lt

Se construyó un modelo de “pool dinámico” (DPM) para simular un posible escenario resultante de una estrategia de 10 años de siembra de 10.000 ejemplares por año, conjuntamente con una política de devolución obligatoria. Para ello se utilizó un pool mixto de valores en los parámetros de simulación, siendo parte de ellos generados por este estudio y otros obtenidos o derivados de valores hallados por el CEAN (Tabla 13). El modelo toma en cuenta, el crecimiento, el incremento en peso, la mortalidad, el número a sembrar cada año y el número de ejemplares que se agregan por reproducción natural. Cabe destacar que el bajo número de ejemplares de *S. salar* capturados de los cuales se derivan los parámetros utilizados en el modelo, así como el hecho de estar usando parámetros de observaciones de otros autores y ambientes (Tabla 13), limita la utilidad predictiva del modelo por lo cual las conclusiones resumidas en la Figura 82, deben ser consideradas como de carácter indicativo.

El análisis de los resultados (Fig. 82) permite observar la evolución de los números de: reclutas, total de la población simulada, y de ejemplares de talla del stock



(240 mm LT), de calidad (400 mm Lt), preferidas (500 mm LT), memorables (600 mm Lt) y trofeo (800 mm LT) a lo largo de un período de 21 años. Es posible observar así que el número de reclutas y número de ejemplares de la población decrecen rápidamente una vez suspendidas las siembras. Por otra parte la partición de la población en las fracciones peces de talla de: stock, calidad, preferencia y memorable de los índices poblacionales presentan número relativamente bajos los cuales decrecen con la suspensión de las siembras, sin que en ningún momento se alcancen talla de tipo trofeo. Cabe destacar además que un programa continuo de siembras no asegura que los salmones permanezcan en el lago si este no reúne las condiciones necesarias para los ejemplares sembrados. Sería aconsejable realizar estudios sobre el río Traful y de desplazamiento de ejemplares mediante telemetría

Tabla 13. Parámetros usados en el modelo de simulación de “pool dinámico” de una estrategia de siembra a 10 años. \* Estimados a partir de datos de muestreos propios, \*<sup>1</sup> estimados a partir de datos CEAN (Sakai, et al, 1993, Espinos y del Valle, 1995)

| Parámetros Usados en el DPM                         |                         |                      |             |
|---|-------------------------|----------------------|-------------|
| Parámetros  | Mortalidad              | Edad 0-1             | Edad 1 -6.8 |
| M =   |                         | 1.1* <sup>1</sup>    | 0.55*       |
| F* =  |                         | 0                    | 0           |
| S* =  |                         | 0.33* <sup>1</sup>   | 0.57*       |
| cm =  |                         | 0.426* <sup>1</sup>  | 0.67*       |
| cf =  |                         | 0                    | 0           |
| T Max Age =   |                         | 6.8*                 |             |
| Parámetros de Crecimiento                           |                         |                      |             |
| L <sup>∞</sup> mm =                                 | 792.193*                | W <sup>∞</sup> gr =  | 5105.6285*  |
| K =   | 0.29*                   | F =                  | 0.0001*     |
| T <sub>0</sub> =                                    | 0.287*                  | R <sup>2</sup> =     | 0.96*       |
| Relación Largo Peso                                 |                         |                      |             |
| y = Log <sub>10</sub> a + b Log <sub>10</sub> Largo |                         |                      |             |
| a =   | -5.34486*               | F =                  | 0.0001*     |
| b =   | 3.1232042*              | R <sup>2</sup> =     | 0.99*       |
| Reproducción Especifica por Edad                    |                         |                      |             |
| Edad de maduración                                  | % Hembras en Población  | % Hembras Desovantes |             |
| Edades 3 a 4  | 50*                     | 50*                  |             |
| Edades 3 a 4  | 50*                     | 100*                 |             |
| Relación Largo- Fecundidad                          |                         |                      |             |
| y = Log <sub>10</sub> a + b Log <sub>10</sub> Largo |                         |                      |             |
| a =   | -4.069249* <sup>1</sup> | F =                  | 0.0001      |
| b =   | 2.7157462* <sup>1</sup> | R <sup>2</sup> =     | 0.97        |

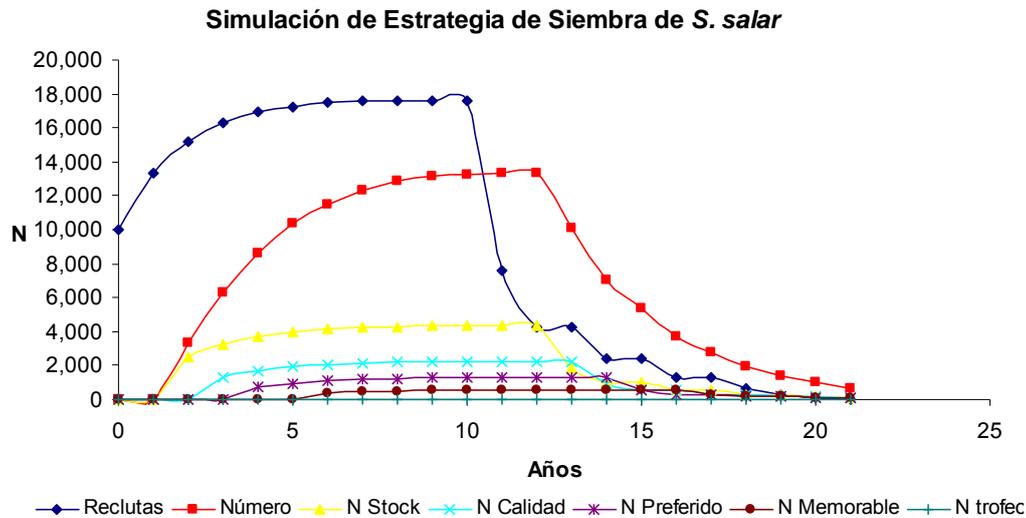


Figura 82. Simulación de la variación del N poblacionales (recluta, stock, calidad, preferido, memorable y trofeo) con siembras de 10.000 ejemplares de *S. salar* por año durante 10 años y reproducción natural a los 3 años de edad.

### Conclusiones relativas a las estadísticas de captura y modelos demográficos

La actual composición y estructura de la comunidad de peces del lago traful es sin duda resultado de la historia de siembras sobre el mismo, la dinámica poblacional propia de cada especie y la presión histórica de pesca. Los modelos demográficos empleados (rendimiento por recluta y pool dinámico) generan posibles escenarios que podrían resultar de la implementación de políticas u estrategias de manejo particulares. En particular en el presente caso se analizaron: 1) cual debería ser la tasa instantánea de mortalidad por pesca ( $F$ ) que produjera una disminución notoria en las capturas como reflejo de una disminución en la abundancia de *O. mykiss* bajo una tasa instantánea de mortalidad natural ( $M$ ) constante de *Salmo trutta* y *S. fontinalis* y 2) cual podría ser el escenario resultante de una estrategia de siembra de 10.000 salmones encerrados de edad 0 por año durante 10 años, tomando en cuenta además la reproducción natural de los ejemplares sembrados y una total prohibición de retención de ejemplares de *S. salar* ( $F = 0$ ,  $Z = M$ ). Sobre la base de los parámetros usados para el modelo de pool dinámico la simulación de dicha estrategia de siembras dio resultados negativos al establecimiento de una población de salmones encerrados en el lago. Por otra parte las simulaciones de los modelos de rendimiento por recluta dieron



por resultado que no habría una reducción en las capturas de ninguna de las otras tres especies a menos que hubiera un incremento drásticos de los niveles de F. Las simulaciones efectuadas dieron por resultado que la estrategia de siembras descriptas tendría una baja probabilidad de dar por resultado poblaciones autosostenidas.

#### **IV. Elaboración de modelos bioenergéticos de las especies de salmónidos presentes en el lago:**

##### Modelos Bioenergéticos

Los modelos bioenergéticos son esencialmente ecuaciones de balance de masa, en la cual el consumo es balanceado por la totalidad del metabolismo (respiración, metabolismo activo y actividad dinámica específica), eliminación de desechos y crecimiento corporal y gonadal. (Brandt, et al. 1993). Su uso básico y el empleo en el presente informe consiste en predecir la tasa de consumo diario a lo largo de un intervalo de tiempo dado dadas la masa inicial y final de un pez individual. En el presente estudio se trabajó con el denominado Modelo Wisconsin V3.0 (Hanson et al, 1997). Dicho modelo es uniespecífico, utilizando como variables de entrada la historia termal del pez, los datos de crecimiento en largo y peso, la densidad energética en Joules gr. <sup>-1</sup>, las proporciones de los distintos ítems presentes en la dieta a lo largo del año para cada edad y la mortalidad como la proporción de peces que muere cada día

La aplicación de modelos bioenergéticos a las especies de salmónidos presentes en el lago permitió analizar mediante ecuaciones de balance de masa el impacto de las poblaciones de las distintas especies de salmónidos sobre organismos clave de la dieta, arrojando luz sobre las interacciones dinámicas depredador-presa entre los salmónidos introducidos y las especies nativas. La aplicación del modelo permitió entonces obtener estimaciones del consumo actual (Fig. 83) por ítem presa y total correspondientes a las distintas poblaciones se realizaron en base al tamaño poblacional estimado de cada una de ellas.



## Conclusiones relativas al modelado bioenergético

Del análisis de las mismas (Fig. 83) queda en claro que cada especie tiene la posibilidad de alimentarse del conjunto de ítems de dieta disponible en el lago, pero que cada población en particular ejerce un impacto diferencial sobre los recursos alimenticios disponibles. Así la población de *O. mykiss* del lago Traful ejerce un mayor impacto decreciente sobre los *Samastacus*, larvas y adultos de puyen y moluscos. *Salmo trutta* sobre los salmónidos en general, *S. fontinalis* sobre larvas y pupas de insectos, *Aegla* y *Samastacus* y *S. salar* sobre las larvas de puyen. Esto remarca la importancia de la estructura y numerosidad de los grupos de talla /edad de cada especie en el impacto general ejercido por los peces sobre los restantes componentes de la biota del lago.

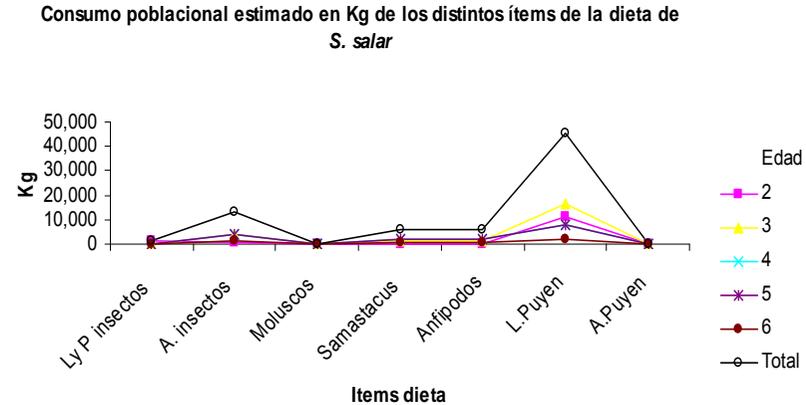
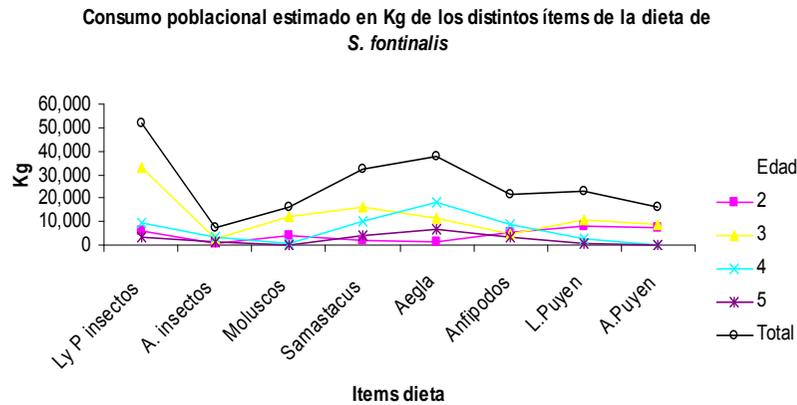
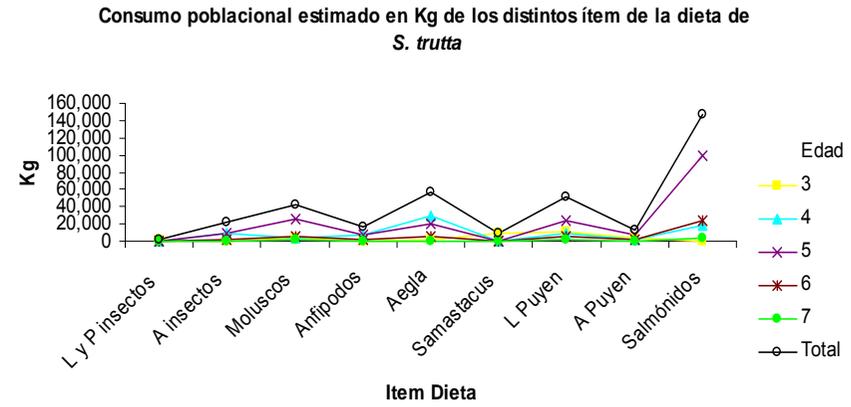
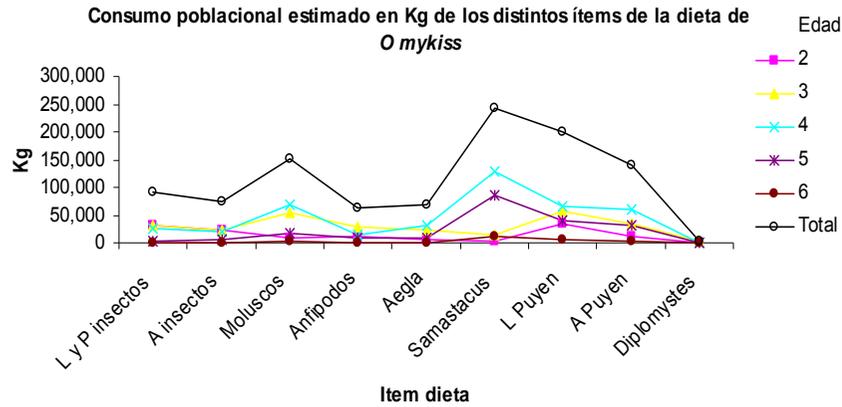


Figura 83: Estimación del consumo poblacional en Kg de los distintos ítems de la dieta de cada especie discriminado por edad



## V. Conclusiones generales

### Adecuabilidad del hábitat de arroyos tributarios

El análisis de los HSI mostró que los arroyos estudiados en general no son adecuados para la especie. Esto se fundamenta en los valores extremadamente bajos de los HSI vinculados a la calidad de agua para alevinos, juveniles y adultos en especial en la época de reproducción donde los alevinos se ven sometidos a condiciones adversas propias de la estructura y características de flujo de los arroyos estudiados. Si bien estos arroyos pueden presentar algunos sitios aptos para la reproducción, los mismos no serían relevantes para el sostenimiento de poblaciones naturales. Cabe destacar que se debería hacer un estudio minucioso del río Traful, el cual es en apariencia el único desovadero natural con el que contarían los salmones encerrados

### Factor Humano de la pesquería recreacional del lago Traful

En muchos aspectos las conclusiones a las que se arribó a partir del análisis de las encuestas mantenidas por la AIC en la temporada 2005-2006 son similares a las del estudio previo (Vigliano et al. 2002). Podemos caracterizar así a la pesquería como recreacional familiar (Vigliano et al. 2000), donde la retención de ejemplares es una característica buscada pero los números a retener están entre uno o dos ejemplares por día por pescador. En términos generales los pescadores se encuentran satisfechos tanto con el número de capturas actuales como con las características de las mismas, así como con la experiencia de pesca en general. Esta última no se halla centrada únicamente en la captura de ejemplares. Cabiendo destacar que la exclusividad o rareza de *S. salar* lo hace destacarse en la preferencia de los pescadores. Las mayores capturas reportadas en términos de CPUE con respecto al informe del 2002 se hallan dentro de los rangos normales para la zona, por lo que se considera que el más bajo CPUE reportado en el anterior informe podría deberse a un problema de representatividad dado por el bajo número de entrevistas en el 2002.



---

### Modelos demográficos de las especies presentes en el lago:

El análisis de las capturas realizadas en términos de CPUE, estructura de tallas y pesos, índices de densidad de stock, parámetros poblacionales, dieta y relaciones tróficas permitieron generar los parámetros de entrada a los modelos demográficos y bioenergéticos. En términos generales se puede decir que las poblaciones de *O. mykiss*, *Salmo trutta* y trucha de arroyos presentan buenos estados de condición, relaciones peso en largo, índices de densidad de stock y crecimiento acorde con poblaciones balanceadas. En apariencia el reclutamiento de las mismas sería variable, pudiendo especularse que debido al bajo desarrollo antrópico del área esto probablemente se debería a variaciones de las condiciones ambientales en relación a los arroyos o zonas de cría. En el caso del *S. salar* se pudieron observar patrones generales similares sin embargo el bajo número de ejemplares capturados sobre los que se basan las estimaciones implica que dicha aseveración debe tomarse con precaución. Cabe destacar aquí mientras que el *S. salar* parece encontrarse en mayores número en el extremo Este del lago en cercanías de la boca del río Traful, por lo cual no se puede afirmar que los ejemplares de esta especie capturados no sean en cierta medida ejemplares del río que ocasionalmente entran al lago. También cabe considerar que no hay una superposición trófica marcada entre *O. mykiss* y *S. salar* pero sí entre este último *P. trucha* y *S. fontinalis*.

Los modelos demográficos parecen indicar como poco práctico el planteo del sacrificio de un mayor número de ejemplares de *O. mykiss* y/o para el caso de *Salmo trutta* y/o *S. fontinalis* como forma de incrementar la posibilidad de éxito de una mayor población de *S. salar*. Esto sería así tanto por el bajo solapamiento de las dietas entre *S. salar*, *O. mykiss* y *S. fontinalis*, como por el incremento drástico de la presión de pesca necesario para lograr una reducción efectiva de los tamaños poblacionales de los salmónidos. Cabiendo destacar por otra parte que de acuerdo a la simulación de siembra de *S. salar* planteada, la misma parece contar con pocas probabilidades de éxito. Sin que además se pueda asegurar la permanencia de los salmones encerrados en el lago.



---

### Modelos bioenergéticos de las especies de salmónidos presentes en el lago:

Los modelos bioenergéticos desarrollados para cada una de las especies de salmónidos en el lago dejan en claro que el impacto de los mismo sobre la biota nativa no depende solo de lo que comen individualmente, sino del efecto producido por la estructura poblacional de cada una de las especies. Las variaciones en la numerosidad de cada especie a lo largo de su desarrollo ontogenético, así como las variaciones en cuanto a requerimientos energéticos y capacidades depredadoras por edad implican impacto diferenciales de las mismas sobre la biota nativa. Es decir que el consumo sobre un determinado ítem de la dieta o conjunto de ítems de la dieta de una especie de salmónido dada no depende solamente del consumo individual sino además de la estructura de tallas y edades y de la numerosidad de ejemplares de cada una de ellas. Dado que a esto se suma la existencia de interrelaciones directas e indirectas entre especies y la capacidad prácticamente fija del lago de producir recursos, la variación en la numerosidad de uno o más depredadores puede tener efectos de tipo cascada prácticamente imposibles de predecir.

### **VI. Conclusiones Finales y Recomendaciones**

El presente trabajo indica que a la fecha el lago cuenta con una pesquería recreacional destacada que atrae a pescadores por sus características generales y de captura. En la misma es posible capturar ejemplares de buen porte de cuatro especies de salmónidos, cuyas poblaciones presentan buenos estados de condición y parámetros de crecimiento. El éxito de una estrategia de resiembras de *S. salar* parece dudoso tanto en virtud de las simulaciones efectuadas, como la falta de hábitats adecuados en los arroyos tributarios al lago para los estadios de embriones y alevinos. Siendo al parecer el río Traful el único desovadero disponible para *S. salar*, sin que existan estudios sobre el mismo. En base a la información de alimentación, solapamiento de dietas y modelos bioenergéticos no se puede afirmar que *O. mykiss* y su tamaño poblacional sean los causantes del bajo número de salmones encerrados en el lago. Dichos análisis parecen indicar que la trama trófica del lago es mucho más compleja y probablemente la misma se deba a un conjunto de interrelaciones directas



e indirectas entre el conjunto de las especies entre si y sobre la base de recursos tróficos del lago. Por lo cual la re-siembra de *S. salar* y/ o de cualquier otra especie podría generar cambios en la dinámica de la comunidad de peces hacia equilibrios no deseados (e.g. perdida de la actual estructura de tallas y numerosidad) y consiguiente perdida de la calidad actual de pesca. Cabe aquí destacar que la pesquería recreacional del lago Traful es en la actualidad una pesquería distintiva en función de la combinación de número y tallas de *O. mykiss*, *Salmo trutta* y *S. fontinalis*, así como de la posibilidad de pescar *S. salar*.

Es por ello que consideramos que se debería:

- 1) evitar un programa de re-siembras de *S. salar*,
- 2) establecer tallas mínimas de captura por especie que eventualmente podrían aumentar la calidad de las capturas con respecto a talla y peso según los sugieren los modelos demográficos (e.g. curvas de tallas mínimas de 240 mm Lt o 400 mm Lt para *O. mykiss* y *Salmo trutta* y 240mm o 350 mm Lt para *S. fontinalis*).
- 3) Establecer la devolución obligatoria de los salmones encerrados.
- 4) Realizar un estudio pormenorizado del río Traful en relación a los salmones encerrados y sobre los desplazamientos de los mismos
- 5) Promocionar la pesquería recreacional del lago Traful en términos de:
  - la combinación de especies y tallas, la rareza de *S. salar* para lagos de Patagonia
  - los factores no vinculados a la captura que otorgan relevancia a una experiencia de pesca y que hacen de la misma en el Traful una experiencia particular (paisaje, tranquilidad, falta de contaminación, aldea de montaña, etc.)
  - mejorar los servicios a los pescadores.



---

## Bibliografía

- Alonso, M. y G. Lippolt, 2006. Informe preliminar para la realización del estudio de la adecuabilidad del hábitat de *S. salar* en arroyos tributarios del lago Trafúl.
- Anderson ,R.O y R.M. Neumann. 1996. Length, weight and associated structural indices. Páginas 447-482 en B.R. Murphy y D. W. Willis, Eds. Fisheries Techniques 2nd Edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Brandt, S.B. y K.H.J 1993. Innovative approaches with bioenergetic models: future applications in fish ecology and management. Transactions of the American Fisheries Society. 122(5) 731-735.
- CEAN.2002. Programa de investigación y manejo integrado de la pesca en el sistema lago Traful. Informe Final. Area de Ecología Acuática del Centro de Ecología Aplicada del Neuquén.33 pp.
- Crisp, D. T. y P. A. Carling. 1989. Observations on sitting, dimensions and structure of salmonid redds. Journal of Fish Biology 34:119-134.
- Crisp, D. T. 1991. Stream channel experiments on downstream movement of recently emerged trout, *Salmo trutta*, L., and salmon, *S. salar* L. –III Effects of developmental stage and day and night upon dispersal. Journal of Fish Biology 39: 371-386.
- Cunjak, R. A. 1988. Behaviour and microhabitat of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) during winter. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 45:2156-2160.
- Danie, D. S., J. G. Trial y J. G. Stanley. 1984. Species profiles: Life histories and environmental requirements of coastal fish and invertebrates (North Atlantic) - Atlantic salmon. U. S. Fish and Wildlife Service FWS/OBS-82/11.22. U. S. Army Corps of Engineers TR EL – 82-4. 19 pp.
- Espinos, A. y A. del Valle. 1995. Programa salmón encerrado (*S. salar*) en Neuquén. Cría y reproducción en cautiverio. Centro de Ecología Aplicada del Neuquén, Departamento de Acuicultura. Informe Técnico 18. 58 pp.
- Gibson, R. J. 1993. The Atlantic salmon in freshwater: Spawning, rearing and production. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 3:39-73.



- Hanson. P. C., T. B. Johnson, D. E. Schindler and J. F. Kitchell. 1997. Fish bioenergetics 3.0. Wisconsin Sea Grant Institute. WISCU-T-97-001.
- Hilborn, R. and C. J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, New York. 570 p.
- Jearld, A. Jr.1983. Age determination. En Nilesen, L.A. y D.L. Johnson (eds) Fisheries Techniques:301-324. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Lippolt, G. E. 2004. Dinámica de las poblaciones de salmónidos en arroyos tributarios del río Limay. Tesis para optar al grado de Magister Scientiae de la UBA. 130 pp.
- Lear, W. H. 1993. The management of Canadian Atlantic salmon fisheries. Pages 151-176 in L. S. Parsons and W. H. Lear. Editors. Perspectives on Canadian marine fisheries managements. National Research Council of Canada, Ottawa, Ont.
- Macchi, P.J., M.García Asorey, M. Alonso, D.Milano, M.A. Denegri, G.Lippolt, y P.H.Vigliano. Procesos de invasión de salmónidos en la cuenca del río Manso. IV Congreso Argentino de Limnología. Bariloche, Argentina.Octubre 2008.
- Macchi, P. J., V. E. Cussac, M. F. Alonso, and M. A. Denegri. 1999. Predation relationships between introduced salmonids and native fish fauna in lakes and reservoirs of northern Patagonia. Ecology of Freshwater Fish. 8: 227-236.
- Mc Crimmon, H. R. 1954. Stream studies on planted Atlantic salmon. Journal of the fisheries Research Board of Canada. 11: 362-403.
- Miranda, L.E. y P.W. Bettoli. 2007. Mortality Páginas 229-277 en C.S Guy y M.L. Brown. Analysis and interpretation of freshwater fisheries data. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Netboy, A. 1974. The salmon: Their fight for survival. Houghton-Mifflin Company. Boston Mass. 594 pp.
- Petersen, R. H. 1978. Physical characteristics of Atlantic salmon spawning gravel in some New Brunswick, Canada, streams. Canadian Fisheries and Marine Service Technical Report Number 785. iv + 28 pp.



- Petersen, R. H., P. G. Daye, and J. L. Metcalfe. 1980. Inhibition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) hatching at low ph. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 37: 770-774.
- Rechencq, M., P.A.Alvear, y P.H.Vigliano 2008. Distribución de peces en el período de mixis en las cubetas del lago Moreno, Patagonia IV Congreso Argentino de Limnología, 26-30 Octubre 2008, Bariloche.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant, and I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Dept. Fish and Game, Fish Bull. 152. 105 p.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada. Bulletin. 191:1-382.
- Sakai, M., A. C Espinos, R. Roa y J. L. Mendoza. 1993. Population dynamics of Trafal salmon, Landlocked atlantic salmon (*Salmo salar*) Neuquén province, Southern Argentina. Centro de Ecología Aplicada del Neuquén, Departamento de Acuicultura. Informe Técnico 11: 23pp.
- Scott, W. B., and E. J. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada. Fish. Res. Can. Bull. 184. 996 pp.
- Slipke J.W.y M.J. Maceina. 2001. Fisheries analysis simulation tools (FAST). Auburn University, Auburn, Alabama.
- Trial, J. G., J. G. Stanley. 1984. Calibrating effects of acidity on Atlantic salmon for use in habitat suitability models. Completion report A- 054-ME. Land and Water Resources Center. University of Maine, Orono.37pp.
- Vigliano, P.H., G. Lippolt, A. Denegri, M. Alonso, P. Macchi, y C. Odyle Dye, 2000. The human factor of the sport and recreational fishery of San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina. Fisheries Research 49:141-153.
- Wootton,R.J. 1990.Ecology of teleost fishes. Chapman y Hall, London 404 pp.