

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE MEDICINA PREVENTIVA VETERINARIA

**ESTUDIO EXPLORATORIO DE PARÁSITOS BRANQUIALES E INTESTINALES
EN DIFERENTES ESPECIES DE PECES DEL LAGO YELCHO**

Memoria de Título presentada como parte de
los requisitos para optar al TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO

CARLA ANDREA CARDEMIL REBOLLEDO

VALDIVIA—CHILE

2012

PROFESOR PATROCINANTE

Dra. Carla Rosenfeld M.

PROFESOR COPATROCINANTE

Dra. Pamela Muñoz A.

PROFESORES INFORMANTES

Dr. Ricardo Enríquez S.

Prof. José de la Vega M.

FECHA DE APROBACIÓN:

26 de enero de 2012

*A mi familia en especial a mi
Madre y a Ramón Andrés.*

ÍNDICE

Capítulos	Página
1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
5. RESULTADOS.....	13
6. DISCUSIÓN.....	17
7. REFERENCIAS.....	20
8. ANEXOS.....	22
9. AGRADECIMIENTOS.....	35

1. RESUMEN

El conocimiento de las parasitosis que tienen lugar en peces del medio natural, puede ser de gran ayuda a la hora de diagnosticar y controlar enfermedades que afectan a determinadas especies de cultivo, y que pueden llegar a causar la muerte de estos lo cual se traduce en pérdidas económicas. Es por ello, que el objetivo de este estudio fue identificar y determinar la prevalencia de la fauna parasitaria branquial e intestinal de las especies de peces nativos y salmonídeos capturadas en la ribera sur-oeste en el lago Yelcho, Región de Aysén, Chile.

Las muestras fueron obtenidas en el periodo junio-julio del año 2009, de los peces capturados en el proyecto del Servicio Nacional de Pesca y de la Universidad Austral de Chile. En terreno se extrajeron muestras de branquias e intestinos las cuales fueron enviadas para su análisis al Laboratorio de Parasitología Veterinaria de la Universidad Austral de Chile.

Se analizaron 200 muestras de branquias y 200 muestras de intestinos, desde donde se obtuvo el contenido intestinal con el cual se formaron 39 pooles (promedio 5 muestras por pool de contenido intestinal). Las muestras provenían de 200 especímenes de peces correspondientes a las especies: Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), Trucha café (*Salmo trutta*), Trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*), salmón del Atlántico (*Salmo salar*), Puye chico (*Galaxias maculatus*) y Peladilla (*Aplochiton zebra*) capturados en cuatro puntos de muestreo : punto 1 (Lat: 43°13'9,3"; lon: 72°26'7,8"), punto 2 (Lat: 43°13'19,14"; lon: 72°24'57,56"), punto 3 (Lat: 43°12'38,24"; lon: 72°26'57,19") y punto 4 (Lat: 43°12'17,55"; lon: 72°27'03,73") ubicados en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

Para la detección de macroparásitos en branquias e intestinos se utilizó la inspección visual a través de lupa estereoscópica. El 100% de los resultados arrojados por los análisis en branquias fueron negativos a la presencia de parásitos. Para las 200 muestras de intestinos el 1,5% resultó positivo a parásitos.

La fauna de endoparásitos eumatozoos de los hospedadores acuáticos estuvo representada por el phylum Acanthocephala, especies adultas macho y hembra de *Acanthocephalus tumescens* 1% y *Acanthocephalus* sp. 0,5%, presentes en *O. mykiss* y *S. trutta*, encontrados en el punto de muestreo 3. Para los pooles de contenido intestinal analizadas por medio del Teuscher el 15,4% fueron positivos a la presencia de agentes parasitarios. Este valor, se divide entre esporoquistes infectante y no infectante de la familia Eimeriidae 7,7% (punto de muestreo 1 y 2), huevos de *A. tumescens* 5,1% (punto de muestreo 3) y larvas del Phylum Nematoda 2,6% (punto de muestreo 4).

Palabras clave: *Oncorhynchus mykiss*, *Salmo trutta*, *Acanthocephalus tumescens*, larva nematodo, Lago Yelcho.

2. SUMMARY

Exploratory study of gill and intestinal parasites in different species of fish in the lake Yelcho.

Knowledge of the parasitic fish that occur in the natural environment, can be helpful when diagnosing and managing diseases that affect certain crop species, and can even cause death of these which results in economic losses. Therefore, the purpose of this study was to identify and determine the prevalence of gill and intestinal parasitic fauna of native fish species and salmon caught in the south-west bank of the lake Yelcho, Aysen Region, Chile.

Samples were obtained in June-July period of 2009, fish captured in the draft National Fisheries Service and Universidad Austral de Chile, field samples were taken intestine and gills which were sent for analysis to the Laboratory Veterinary Parasitology, University Austral of Chile.

We analyzed 200 samples of 200 samples of gills and intestines, where it won the intestinal contents which formed 39 pools (average of 5 samples per pool of intestinal contents). The samples came from 200 specimens corresponding aa fish species: Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), brown trout (*Salmo trutta*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*), Atlantic salmon (*Salmo salar*), Puye boy (*Galaxias maculatus*) and Peladilla (*Aplochiton zebra*) collected in four sampling points: point 1 (Lat: 43°13'9, 3", lon: 72°26'7, 8"), point 2 (Lat: 43°13'19, 14", long: 72°24'57, 56"), point 3 (Lat: 43° 12'38, 24", lon: 72° 26'57, 19") and point 4 (Lat: 43° 12'17, 55", lon: 72°27'03,73") bank located in the south-west of lake Yelcho.

For detection of macroparasites in gills and intestines was used visual inspection through an optical microscope. 100% of the results obtained from the analysis in gills were negative for the presence of parasites. For the 200 samples of intestines 1.5% were positive for parasites.

Eumatozoos endoparasitic fauna of aquatic hosts were represented by the phylum Acanthocephala, adult male and female species of *Acanthocephalus tumescens* 1% *Acanthocephalus* sp. 0.5% found in *O. mykiss* and *S. trutta*, found in the sample point 3. For pools of intestinal contents through Teuscher analyzed 15.4% were positive for the presence of parasites. This value is divided between infective and non infective sporocysts family Eimeriidae pools 7.7% (sample point 1 and 2), eggs of *A. tumescens* 5.1% (sample point 3) and Phylum Nematoda larvae 2.6% (sample point 4).

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, *Salmo trutta*, *Acanthocephalus tumescens*, nematoda larvae, Yelcho lake.

3. INTRODUCCIÓN

En los lagos de la zona sur de Chile habita una gran variedad de especies de peces, muchas de ellas de gran atractivo deportivo y comercial, por ello es importante conocer la fauna parasitaria de estos, ya que representan un peligro potencial para la salud de estos mismos y de las personas que los consumen.

3.1 PARASITOSIS EN LOS PECES

Es conocida la relación de equilibrio entre hospedador (peces) – patógeno (parásito) – ambiente que si es alterado, sobreviene la enfermedad. Así existen parásitos que pueden estar normalmente presentes en la superficie del cuerpo y branquias de los peces y sólo en condiciones favorables para ellos proliferan causando enfermedad (Chai y col 2005).

Si bien los animales silvestres están generalmente infectados por varias especies de parásitos, rara vez sufren muertes masivas o epizootias, debido a la dispersión natural y territorialismo de la mayor parte de los peces (Castello 1993). En relación con la presencia de parásitos en los peces es necesario tener en cuenta que el problema es universal y es imposible eliminar las infecciones parasitarias de las poblaciones piscícolas no cultivadas, ya que los factores ecológicos que las determinan escapan al control humano (Pereira y Ferre 1997).

El parasitismo es un fenómeno ubicuo en el medio acuático y probablemente, todas las especies que allí viven están infectadas por diversos parásitos. En las especies de peces de consumo habitual, la presencia de parásitos es relativamente frecuente y tiene consecuencias diversas relacionadas, principalmente, con aspectos económicos y sanitarios. Algunos parásitos son patógenos importantes que provocan una elevada mortalidad en las poblaciones piscícolas afectadas y otros, debido a las lesiones que producen en los peces infectados, son causa de la pérdida del valor comercial del producto, que resulta totalmente inadecuado para el consumo. Algunas especies de parásitos son causantes de zoonosis (Pereira y Ferre 1997). Ejemplos de lo anterior son los casos de los parásitos *Diphyllobotrium latum* y nematodos de la familia Anisakidae, ambos adquiridos por el consumo de carne infectada cruda o insuficientemente cocida (Chai y col 2005).

Los parásitos que pueden afectar a los peces son muy numerosos, e incluyen representantes de diversos grupos zoológicos como: protozoos, distintos grupos de helmintos (monogéneos, trematodos, cestodos, nematodos, acantocéfalos), moluscos, anélidos y crustáceos (Castello 1993).

En los sistemas de agua dulce en Chile, se han encontrado a lo menos cinco grupos principales de parásitos eumetazoos. El 52% de la taxonomía registrada corresponde a Plelmintos (32% Digenea, 18% Cestoda, 2% Monogenea), un 27% corresponde a Nematoda y un 16% a Acanthocefala (Olmos y Muñoz 2006).

3.1.1 Parásitos branquiales

En los peces, el flujo continuo de agua rica en oxígeno a través del aparato branquial es realizado para el intercambio gaseoso efectivo. Las corrientes de agua también pueden llevar parásitos hacia el tejido branquial los que se adhieren y alimentan, manteniendo así su población. Las parasitosis externas de los peces constituyen un grupo de alteraciones de las branquias producidas por agentes patógenos pertenecientes a varios grupos de Protozoa, Monogenea, Crustacea y Mollusca, que pueden afectar a peces de agua dulce y marinos (González 1999).

Entre los protozoos se encuentran especies que afectan a la piel y las branquias de peces de agua dulce, uno de ellos es el flagelado *Ichtyobodo necatrix*. Los peces de vida libre, a menudo, son portadores de infecciones leves de este parásito, mientras que las parasitosis fuertes y brotes agudos de la enfermedad surgen en condiciones de cultivo debido a altas concentraciones de peces. La gran patogenicidad de *Ichtyobodo* se debe a la penetración y necrosis de las células epiteliales del hospedador. Los peces afectados por la enfermedad (Costiosis) muestran manchas en la superficie del cuerpo, las branquias infectadas están desnudas y cubiertas de moco. Los peces afectados pierden el apetito, nadan torpemente con las aletas pegadas al cuerpo y, a veces, se restriegan contra piedras u otros objetos sólidos. Otro protozoario, es el ciliado *Ichthyophthirius multifiliis* que produce la Enfermedad del punto blanco. Este parásito no presenta especificidad de hospedador, por lo que está ampliamente distribuido en hábitats naturales, donde normalmente no se producen grandes daños. Las lesiones se caracterizan por ser de tipo granulomatosas de color blanquecino. La penetración del estadio infectante (tomitos) en la piel produce irritación cutánea, hipersecreción mucosa, hiperplasia epitelial y lesiones granulomatosas (González 1999).

Otro grupo son los Monogenea, estudios realizados indican que los Monogéneos tienen relativamente poca importancia epizootica en peces del medio natural, sin embargo, han notificado la existencia de importantes cambios en los filamentos branquiales de peces parasitados. Estas lesiones se traducen normalmente en hipertrofia, alteración del intercambio gaseoso y, en las formas más graves, muerte del pez por asfixia. Los más característicos corresponden a *Dactylogyrus* y *Gyrodactylus*. El *Dactylogyrus* es muy específico tanto de hospedador, como lugar de fijación en la branquia. El *Gyrodactylus* también presenta una alta especificidad de hospedador pero no en lugar de fijación ya que se puede encontrar en piel, aletas y branquias. Las lesiones que producen ambos parásitos en la branquia se deben a la adherencia mediante los ganchos del sistema de fijación y a la actividad alimentaria de éstos (González 1999).

La Crustaceosis es una parasitosis producidas por crustáceos ectoparásitos pertenecientes a las subclases Copepoda e Isopoda. Los géneros de copépodos más importantes son, *Ergasilus*

Caligus. Las especies del género *Ergasilus* parasitan a un amplio rango de peces de agua dulce en todo el mundo. La fijación a los filamentos branquiales causa lesiones graves y los parásitos al alimentarse de sangre y epitelio provocan hemorragias, necrosis e interfieren la función branquial. Por otro lado la patogenicidad de las especies del género *Caligus*, conocidos como piojos de mar se debe únicamente a la actividad alimentaria, siendo los adultos los que provocan un mayor daño, ya que erosionan gradualmente la epidermis y causan progresivamente lesiones ulcerosas (González 1999).

La Moluscosis es producida por estadios larvarios de algunos moluscos de agua dulce, los que pasan por una fase parásita obligada en las branquias de los peces. Estas larvas son liberadas por los moluscos adultos y si entran en contacto con un pez adecuado, se adhieren a las branquias del mismo, donde son rodeadas por tejido del hospedador, dando lugar a la formación de quistes blanquecinos. Si existe una carga muy elevada de larvas, estas pueden interferir con la función branquial o dañar el tejido cuando abandonan el pez hospedador (González 1999).

Aquellos parásitos que se anclan en el epitelio de los filamentos branquiales pueden producir una erosión e inflamación del epitelio que conduce al deterioro del intercambio gaseoso. Así mismo, la reducción en el flujo de agua en las laminillas branquiales, es directamente proporcional a la cantidad de parásitos fijados. Por ejemplo, la infección por copépodos puede reducir la superficie laminar en 30%, lo que se refleja en la reducción del consumo de oxígeno en 68%. Otro de los efectos de los agentes parasitarios, también incluye la producción anormal, a menudo abundante de mucus, que afecta la eficiencia de la función branquial. Conjuntamente los parásitos pueden proporcionar sitios para la proliferación de infecciones bacterianas secundarias y fúngicas. Muchas veces la presencia de parásitos en los filamentos branquiales produce la fusión de estos afectando la respiración, esto se traduce en una reducción de la utilización de oxígeno del agua, con consecuencias para el crecimiento normal de los peces en la naturaleza (Ojha y Hughes 2001).

3.1.2 Parásitos intestinales

La riqueza de los endoparásitos de peces, es decir parásitos que viven en el interior del cuerpo del hospedador, como por ejemplo su musculatura, tracto digestivo y órganos en general, suele ser mayor que la de los ectoparásitos. En Chile, no existirían registros concretos al respecto (Olmos y Muñoz 2006).

Existe una amplia gama de endoparásitos que colonizan el intestino de los peces, uno de ellos son los flagelados de vida libre del género *Escamita*; los peces jóvenes son los más receptivos y sensibles, los adultos pueden ser parasitados con menor intensidad, convirtiéndolos en portadores. La infección suele tener evolución crónica, los síntomas asociados a la infección son anorexia seguida de rápido adelgazamiento, debilidad, torneo, palidez branquial, dilatación abdominal. Dentro de este mismo grupo de protozoos que afectan el intestino de los peces están los endoparásitos pertenecientes al phylum Apicomplexa (Coccidios). Los coccidios pertenecen a los géneros *Eimeria*, *Epicimeria*, *Goussia*, *Isoospora*, *Crystallospora*. Las coccidiosis intestinales

son muchas veces asintomáticas, pero pueden presentar un considerable potencial patógeno, principalmente en la piscicultura intensiva en la que en ausencia de continua atención y control, se diseminan muy rápidamente, pudiendo causar elevadas pérdidas en los peces jóvenes. Los signos incluyen heces amarillas y movimientos natatorios descoordinados (Carvalho 1999).

Dentro de los endoparásitos se encuentran los platelmintos de la subclase Digenea que incluye cerca de setenta familias con 1700 especies parásitas de peces adultos, siendo en su mayoría exclusivas de los teleósteos. Los estudios realizados hasta ahora parecen indicar que las formas adultas intestinales no producen importantes patologías, sin embargo estas dependen en gran medida, del tamaño del parásito y de la carga parasitaria que soporta el hospedador. Los efectos patológicos más importantes se limitan a obstrucción intestinal y alteración de la absorción, con la consiguiente pérdida de peso, retraso del crecimiento, delgadez, lesiones traumáticas en la pared intestinal, necrosis, inflamaciones y mortalidad, dependiendo de la infección. Por el contrario, la infección por metacercarias (estado infectante de los digeneos), es frecuentemente patógena, con pérdidas económicas por afectar el crecimiento e incluso la vida del pez (Carvalho 1999).

Igual que los trematodos, los cestodos se encuentran también en los peces como larvas o como parásitos adultos. Los cestodos se integran en las subclases Cestodaria (sin segmentos) y Eucestoda (generalmente segmentados, en forma de cinta y alargados). Algunos cestodos causan graves alteraciones patológicas en peces libres de agua dulce, sin embargo, la mayoría de los estadios adultos no son especies patógenas y se encuentran en el intestino o en los ciegos pilóricos. Por otro lado, la mayoría de las formas larvarias (plerocercoides o metacestodos) provocan varios daños en las vísceras y cuando se hallan en los músculos, disminuyen el valor de las canales (Carvalho 1999).

Los Acantocéfalos constituyen una grave amenaza para el desarrollo de peces tanto en la naturaleza como en las explotaciones industriales. Obedece a ello que estos parásitos son capaces de introducirse con ayuda de su trompa armada de ganchos dentro del epitelio intestinal de los peces produciendo muchas veces zonas hemorrágicas y granulomatosas (Carvalho 1999).

Alrededor de 650 especies de nematodos son parásitos de peces en su fase adulta y otras muchas especies utilizan estos hospedadores como intermediarios, en los que tiene lugar el desarrollo de las fases larvarias. Estos nematodos normalmente son encontrados en el intestino y son considerados débilmente patogénicos (Pereira y Ferre 1997).

La investigación de los parásitos es relevante por el eventual riesgo zoonótico. Está demostrado que la ingestión de peces silvestres puede transmitir diversos helmintos a humanos. Cabello (2007) informa de la aparición de un brote de infección en Brasil producido por las larvas de *Diphyllobothrium latum*, en varias ciudades de ese país. En dichas publicaciones el estudio epidemiológico demostró que la fuente probable de infección fue el consumo de sushi y sashimi

preparado con salmón del Atlántico (*Salmo salar*) proveniente de Puerto Montt, en el sur de Chile. También *Diphyllbothrium latum* y *dendriticum* fueron detectados en salmonídeos en Chile (Torres y col 1995). Además es posible detectar infestaciones humanas por *D. latum* en la Región de Los Lagos. La difilobotriasis, puede causar enfermedad y muerte en los peces, que actúan como hospedadores intermediarios, ya sea en condiciones naturales y de cultivo (Chai y col 2005).

3.2 CARACTERIZACIÓN DE PECES

3.2.1 Especies introducidas

La Trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792), pertenece a la familia Salmonidae. Su color es vistoso, azulado o verdoso hacia los flancos y un blanco plateado en su vientre; en la mitad de sus laterales tiene una franja longitudinal roja púrpura o rojiza más notable. Es posible encontrarla en casi todos los ríos y lagos del sur de Chile, siendo muy codiciada por los pescadores deportivos por su tamaño, ya que puede superar los 10 kg en ambientes lacustres. Se alimenta de insectos, moluscos, crustáceos y peces. Es una especie anádroma facultativa, que puede o no cumplir la fase de mar (Roberts y Shepherd 1997).

La Trucha de arroyo o *Salvelinus fontinalis* (Witchill 1814), también es un pez que pertenece a la familia Salmonidae, género *Salvelinus* y es originaria de Norteamérica. Es una especie adaptada a temperaturas que van entre los 13°C y 18°C. La coloración de su cuerpo es muy llamativa, tiene pintas rojas, amarillas y azuladas, con su abdomen color blanco y el lomo color negro. Se alimenta de insectos, crustáceos, moluscos y de pequeños peces. Llega a obtener un peso máximo de 4 kg es muy apreciada por el color de su carne y habita en lagos, lagunas, ríos y arroyos. Es un pez anádromo facultativo (Roberts y Shepherd 1997).

El salmón del Atlántico o *Salmo salar* (Linnaeus 1758), también pertenece a la familia Salmonidae, género *Salmo*. En estado silvestre, el salmón del Atlántico se encuentra a ambos lados del Atlántico norte, en el europeo (Portugal a Rusia) y en el norteamericano. Se ubica o distribuye alrededor de islas del Atlántico norte y se puede encontrar como pez introducido por el hombre en Chile, Argentina y Australia. Se alimentan de especies pelágicas tales como, arenque, sardina y calamar. Los alevines en el río, se alimentan fundamentalmente de insectos acuáticos, moluscos y crustáceos. Los ejemplares comercializados del salmón tienen un peso medio de 9 kg, pero muchas especies miden más de 1,5 m de longitud y tienen más de 45 kg, de peso. Es un pez anádromo, se dice de aquellos peces que viven en el mar (adultos), pero remontan los ríos para reproducirse (Roberts y Shepherd 1997).

La Trucha café o *Salmo trutta* (Linnaeus 1758), al igual que los anteriores, también pertenece a la familia Salmonidae. Es la trucha más común de la familia de los salmónidos. Esta incluida en la lista “Cien de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo” de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Se considera nativa de Europa y Asia. Es un

pez de tamaño mediano, con un crecimiento de 20 kg en algunas localidades, aunque en ríos puede llegar a un peso adulto de 1 kg. Es la trucha más salvaje de todas, y lo demuestra defendiendo su territorio con agresividad. Es una especie anádroma facultativa. Vive en aguas rápidas y frías. Su alimentación esta basada fundamentalmente en invertebrados bentónicos, insectos y moluscos. Los adultos pueden consumir peces y anfibios (Roberts y Shepherd 1997).

3.2.2 Especies nativas

La Peladilla o *Aplocheilichthys zebra* (Jenyns 1842), perteneciente a la familia Galaxiidae, es un pez que posee un tamaño entre los 25-160 mm de largo. Se distribuye por el Cono sur de América, principalmente Chile y Argentina. En Chile se registra desde el río Bío-Bío hasta el sur de Tierra del Fuego e Islas Malvinas. Es un ejemplar de aguas continentales y de hábitos pelágicos. Se alimenta de invertebrados (Arismendi y Penaluna 2009). En Chile se clasifica como en “riesgo de extinción” desde la Región del Bío-Bío hasta la Región de los Lagos. Más al sur es considerada como “vulnerable” (MINSEGPRES 2011).

El Puye chico o *Galaxias maculatus* (Jenyns 1842), es un pez silvestre migratorio de agua dulce, pertenece al orden Salmoniformes y a la misma familia que el anterior, es de tamaño pequeño, y se agrupa en cardúmenes. La piel tiene la particularidad de no poseer escamas. Su ciclo biológico es similar a los salmonídeos, con una fase en agua de mar (reproductor) y otra de agua dulce (alevín); la forma juvenil puede encontrarse tanto en agua dulce como de mar. Son carnívoros, se alimentan de una amplia variedad de pequeños insectos acuáticos, así como terrestres especialmente larvas de moscas, crustáceos y moluscos. Presentan hábitos pelágicos. Se distingue por tolerar un amplio rango de hábitat, prefiriendo flujos de aguas lentas. Se encuentra mundialmente distribuido, con un mayor número en Nueva Zelanda, Patagonia de Chile y Argentina (Arismendi y Penaluna 2009). El estado de conservación es “fuera de peligro de extinción” (MINSEGPRES 2011).

3.3 CARACTERIZACIÓN LAGO YELCHO

El lago Yelcho se localiza en la Región de Los Lagos, en la Provincia de Palena, pertenece a un conjunto de lagos denominados Nordpatagónicos y se encuentra dentro de la hoya hidrográfica del río Yelcho. Las temperaturas del lago son bajas. Posee un área de 116 km², una profundidad máxima de 225 m, ancho máximo de 7,8 km. Es un lago de origen glacial el que se caracteriza principalmente por sus aguas de color verde esmeralda, las que confieren al lago un aptitud para la pesca con mosca. Pudiéndose encontrar una fauna muy diversa (Leiva 1996).

Considerando que en Chile los estudios parasitológicos en peces de agua dulce son escasos, es relevante determinar las especies de parásitos en las poblaciones de peces nativos e introducidos presentes en el sur de Chile.

3.4 OBJETIVOS

3.4.1 Objetivo general

Identificar y determinar la prevalencia de la fauna parasitaria branquial e intestinal de las especies de peces nativos y salmonídeas capturadas en la ribera sur-oeste en el lago Yelcho, Región de Aysén, Chile.

3.4.2 Objetivos específicos

- Identificar parásitos branquiales presentes en peces nativos y salmonídeas capturados en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.
- Identificar parásitos intestinales presentes en peces nativos y salmonídeas capturados en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.
- Determinar la prevalencia de parásitos branquiales e intestinales en peces nativos y salmonídeos capturados en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

4.1.1 Lago Yelcho

El área de estudio se localiza en la Región de Los Lagos, en la Provincia de Palena, a 46 km al sur de Chaitén en Puerto Cárdenas con una latitud de 43° 17'49" S. Consta de un área de 116 km². Posee como afluente el río Futaleufú y como efluente el río Yelcho (anexo 1).

4.1.2 Puntos de muestreo

Las coordenadas de los puntos de muestreo en el lago Yelcho fueron: P1 (Lat: 43°13'9,3"; Lon: 72°26'7,8"), P2 (Lat: 43°13'19,14"; Long: 72°24'57,56"), P3 (Lat: 43°12'38,24"; Lon: 72°26'57,19") y P4 (Lat: 43°12'17,55"; Lon: 72°27'03,73") (anexo 1).

4.2 MATERIAL

4.2.1 Muestras

4.2.1.1 Muestras de branquias e intestinos: se trabajó con 200 muestras de branquias y 200 muestras de intestinos de salmónidos: 39 *Salmo trutta* "Trucha café", 141 *Oncorhynchus mykiss* "Trucha arcoiris", 1 *Salvelinus fontinalis* "Trucha de arroyo" y 13 *Salmo salar* "Salmón del Atlántico" y de especies nativas: 5 *Galaxias maculatus* "Puye" y 1 *Aplochiton zebra* "Peladilla" (anexo 3), los cuales fueron capturados por SERNAPESCA entre junio y julio del año 2009 para el proyecto "Determinación de prevalencia de los virus de la Anemia Infecciosa del Salmón (ISA) y de la Enfermedad Pancreática (PD) en la población de peces y asilvestrados de la Región de la Araucanía, De los Ríos, Aysén y Magallanes con concesiones de salmonicultura" (anexo2). De las muestras de intestinos se extrajo el contenido intestinal con el cual se formaron 39 pools (cada pool se formó con un promedio de 5 muestras de contenido intestinal de una misma especie de pez pero de individuos diferentes).

4.2.2 Material de laboratorio

- 4.2.2.1 **Material para análisis de branquias:** lupa estereoscópica 4x, placas Petri, pinza anatómica.
- 4.2.2.2 **Material para análisis de intestinos:** lupa estereoscópica 4x, placas Petri, pinza anatómica, tijera, bisturí, lactofenol, porta y cubreobjeto, microscopio óptico y ocular micrométrico.
- 4.2.2.3 **Material para análisis de contenido intestinal:** mortero, tamiz con embudo, reloj, vasos de precipitado de 250 ml, tubos de ensayo de 13 ml, gradilla, solución saturada de sulfato de zinc, lactofenol, centrifuga de mesa, bomba de vacío, microscopio óptico, ocular micrométrico, porta y cubreobjetos.

4.3 MÉTODO

El examen parasitológico de branquias e intestinos se realizó mediante dos técnicas complementarias entre sí, una de ellas es la inspección u observación visual, y la segunda es según la técnica de Teuscher la que se utilizó para determinar la presencia de parásitos en el contenido intestinal. Estudio cualitativo de rutina descrito por Teuscher (1965) y es una combinación de sedimentación y flotación.

4.3.1 Inspección visual

Se analizaron muestras de branquias y de intestinos los que se observaron en una placa Petri por medio de lupa estereoscópica 4x, con la finalidad de encontrar de manera macroscópica parásitos. Los intestinos se abrieron longitudinalmente con la tijera para inspeccionar su interior, el contenido intestinal se examinó bajo lupa para recolectar los parásitos, los que fueron fijados en formalina al 10%.

Los parásitos encontrados se colocaron en un portaobjeto con lactofenol para aclarar sus estructuras internas. Se determinó el sexo y se midieron las características morfométricas por medio de un ocular micrométrico de cada parásito encontrado. Se fotografió cada espécimen. Para la identificación de cada grupo de parásitos se emplearon claves taxonómicas y bibliografía especializada (Petrochenko 1971) y (Semenas y Trejo 1997).

4.3.2 Técnica de Teuscher

Se analizaron pools de contenido intestinal de peces recolectados entre junio y julio del año 2009 en el lago Yelcho. Para la extracción del contenido intestinal se abrieron

longitudinalmente los intestinos. Con un bisturí se raspo la mucosa intestinal. Luego éstas muestras se analizaron por medio de la técnica Teuscher. El procedimiento fue el siguiente:

- 1) Todo el contenido intestinal de un pool se maceró con algo de agua en un mortero.
- 2) La suspensión obtenida se tamizó hacia un vaso de 250 ml con abundante agua.
- 3) Se dejó sedimentar por 20 minutos y luego se vertió el sobrenadante inclinando el vaso.
- 4) El sedimento se pasó a un tubo de ensayo de 13 ml y se dejó sedimentar por 5 minutos.
- 5) Se extrajo el sobrenadante con una bomba de vacío hasta dejar 2 ml o menos de sedimento y luego se agregó solución saturada de sulfato de zinc hasta 1 cm debajo del borde superior del tubo. El sobrenadante fue eliminado.
- 6) Se homogenizó la suspensión invirtiendo suavemente el tubo dos o tres veces y luego se centrifugó a 1000 r.p.m. (revoluciones por minuto) por 5 minutos.
- 7) Al tubo de ensayo con la muestra centrifugada se agregó solución saturada de sulfato de zinc hasta formar un menisco. Luego se colocó un cubreobjetos sobre el tubo y se dejó reposar durante 5 minutos para que las formas parasitarias se adosen a la cara inferior del cubreobjetos.
- 8) El cubreobjetos, con la gota de suspensión en su cara inferior, se retiró y se colocó sobre un portaobjetos donde fue observada al microscopio a un aumento de 10x y 40x.
- 9) Al tubo con la muestra centrifugada se agregó nuevamente unas gotas de solución saturada de sulfato de zinc y se colocó un cubreobjetos para producir una segunda flotación que, igualmente, se observó al microscopio.
- 10) La totalidad de las formas parasitarias que se encontró en los dos cubreobjetos fueron medidos (largo y ancho) con ocular micrométrico y posteriormente fotografiados e identificados mediante clases taxonómicas según (Davies y Ball 1993) y (Lom y Dyková 1992).

4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

La información obtenida se organizó en una planilla Excel. El análisis de los datos se realizó por medios estadísticos de tipo descriptivo (gráficos y tablas de frecuencia. La prevalencia se calculó de acuerdo a lo propuesto por Margolis y col (1982). Se calculó el intervalo de confianza (IC) de las parasitosis intestinales en la población de peces por medio de lo indicado por Martínez y Estévez (2008), donde se utilizó un 95% de confianza ($Z=1,96$). Donde la fórmula para determinar el intervalo de confianza de la población es:

$$IC = P \pm Z \sqrt{P(1 - P) / n}$$

Donde:

IC= intervalo de confianza

P= prevalencia

Z= el valor de Z cuando se determina el Nivel de Confianza deseado

n= tamaño de la muestra

5. RESULTADOS

5.1 DETERMINACIÓN PARASITOLÓGICA

5.1.1 Branquias

De las 200 muestras de branquias analizadas el 100% resultaron negativas a la presencia de formas parasitarias mediante la técnica de inspección visual.

5.1.2 Intestinos

De las muestras de intestinos (200) y “pooles” (39) de contenido intestinal examinados, 3 (1,5%) y 6 (15,4%) resultaron positivas a formas parasitarias a través de la inspección visual y el Teuscher, respectivamente. El sexaje, medición (anexo 4 y 6) y fotografías de parásitos (anexo 5 y 7) en inspección visual. Medición (anexo 8) y fotografías de parásitos (anexo 9 y 10) en Teuscher.

Cuadro 1. Número (n), prevalencia (%) de parásitos e intervalo de confianza de la población (IC) con formas parasitarias del Phylum Apicomplexa, Nematoda y Acanthocephala, identificadas por medio de inspección visual y Teuscher en peces capturados entre junio y julio del año 2009 en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

Clasificación	Técnicas					
	Inspección visual			Teuscher		
	n	%	IC	n	%	IC
Phylum Apicomplexa	0/200	0	NC	3/39	7,7	(0 - 16,1)
Phylum Nematoda	0/200	0	NC	1/39	2,6	(0 - 7,6)
Phylum Acanthocephala	3/200	1,5	(0 - 3,2)	2/39	5,1	(0 - 12,1)

NC: no calculado.

En la inspección visual de las muestras de intestinos positivas con parásitos del Phylum Acanthocephala se encontraron adultos de la familia Echinorhynchidae con una prevalencia de 1,5% (0 – 3,2 IC 95%) (cuadro 1).

Mediante la técnica de Teuscher la mayor cantidad de pooles de contenido intestinal positivas correspondió a protozoos del Phylum Apicomplexa, familia Eimeriidae 7,7%(0 – 16,1 IC 95%), huevos maduros de *A. tumescens* 5,1% (0 – 12,1 IC 95%), además de larvas del phylum Nematoda 2,6% (0 – 7,6 IC 95%) (cuadro 1).

5.2 PARASITOSIS POR PUNTO DE MUESTREO

Cuadro 2. Número y prevalencia de parásitos según punto de muestreo, analizados por medio de Inspección visual y Teuscher en especies de peces capturadas entre junio y julio del año 2009 en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

	Inspección visual				Teuscher					
	<i>A. tumescens</i>		<i>Acanthocephalus</i> sp.		Huevos <i>A. tumescens</i>		Esporoquiste familia Eimeriidae		Larva nematodo	
Punto de muestreo	3		3		3		1 y 2		4	
Especies	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>O. mykiss</i>	1/200	0,5	1/200	0,5	2/39	5,1	2/39	5,1	1/39	2,6
<i>S. fontinalis</i>	0/200	0	0/200	0	0/39	0	0/39	0	0/39	0
<i>S. salar</i>	1/200	0,5	0/200	0	0/39	0	0/39	0	0/39	0
<i>S. trutta</i>	0/200	0	0/200	0	0/39	0	1/39	2,6	0/39	0
<i>A. zebra</i>	0/200	0	0/200	0	0/39	0	0/39	0	0/39	0
<i>G. maculatus</i>	0/200	0	0/200	0	0/39	0	0/39	0	0/39	0
Total	2/200	1	1/200	0,5	2/39	5,1	3/39	7,7	1/39	2,6

Todos los tipos de fauna parasitaria encontrados en el lago Yelcho se registraron en muestras de intestino y contenido intestinal de *O. mykiss*, mientras que en *S. salar* y *S. trutta* solo se detectó la presencia de un tipo de parásito (cuadro 2).

Para los puntos de muestreo 1 y 2 los parásitos hallados correspondieron a esporoquistes de la familia Eimeriidae, detectados por el Teuscher. En el punto de muestreo 1, se identificó un esporoquiste infectante presente en *S. trutta*, mientras que en el punto de muestreo 2 se encontraron esporoquistes no infectantes en contenido intestinal de *O. mykiss*, con una prevalencia de 2,6% y 5,1% respectivamente, existiendo una prevalencia total de 7,7% para coccidios. En el punto de muestreo 3 se detectó la presencia de agentes parásitos por medio de ambas técnicas utilizadas. La fauna parasitaria obtenida en este punto, a través de la inspección visual corresponde a parásitos del phylum Acanthocephala 1,5%. Este porcentaje se divide entre

adultos de *A. tumescens* en *O. mykiss* 0,5% y *S. salar* 0,5%; *Acanthocephalus* sp. se detectó en muestras de intestino de *O. mykiss* (0,5%).

Por medio de la segunda técnica que se utilizó, Teuscher, los ejemplares parasitarios encontrados corresponden a huevos maduros de *A. tumescens* 5,1%, registrados en *O. mykiss*. En el punto de muestreo 4 sólo se detectó la presencia de una larva de nematodo 2,6% en *O. mykiss*.

Cuadro 3. Número y prevalencia de parásitos intestinales del Phylum Acanthocephala encontrados en ejemplares de *O. mykiss* y *S. salar* capturados entre junio y julio del año 2009 en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

Especie	<i>A. tumescens</i>		<i>Acanthocephalus</i> sp.		Total	
	n	%	n	%	n	%
<i>O. mykiss</i>	5	38,5	6	46,1	11	84,6
<i>S. salar</i>	2	15,4	0	0	2	15,4
Total	7	53,9	6	46,1	13	100

La cantidad de agentes parasitarios del Phylum Acanthocephala fue en total de 13 parásitos entre *A. tumescens* y *Acanthocephalus* sp. registrados en *O. mykiss* y *S. salar*. En *O. mykiss* se evidenció la presencia de ambos agentes parasitarios (84,6%) con un total de 38,5% para *A. tumescens*, de los cuales 60% (n=3) son hembras grávidas y el 40% (n=2) restante correspondió a machos adultos; así mismo también se evidenció la presencia de *Acanthocephalus* sp 46,1%, de éstos el 50% (n=3) son machos adultos y la otra mitad son hembras grávidas. En *S. salar* sólo se registró la presencia de hembras grávidas de *A. tumescens* 15,4% (n=2) (cuadro 3).

En la figura 2 se presenta un resumen de la distribución y prevalencias de los parásitos intestinales identificados en los cuatro puntos de muestreos en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

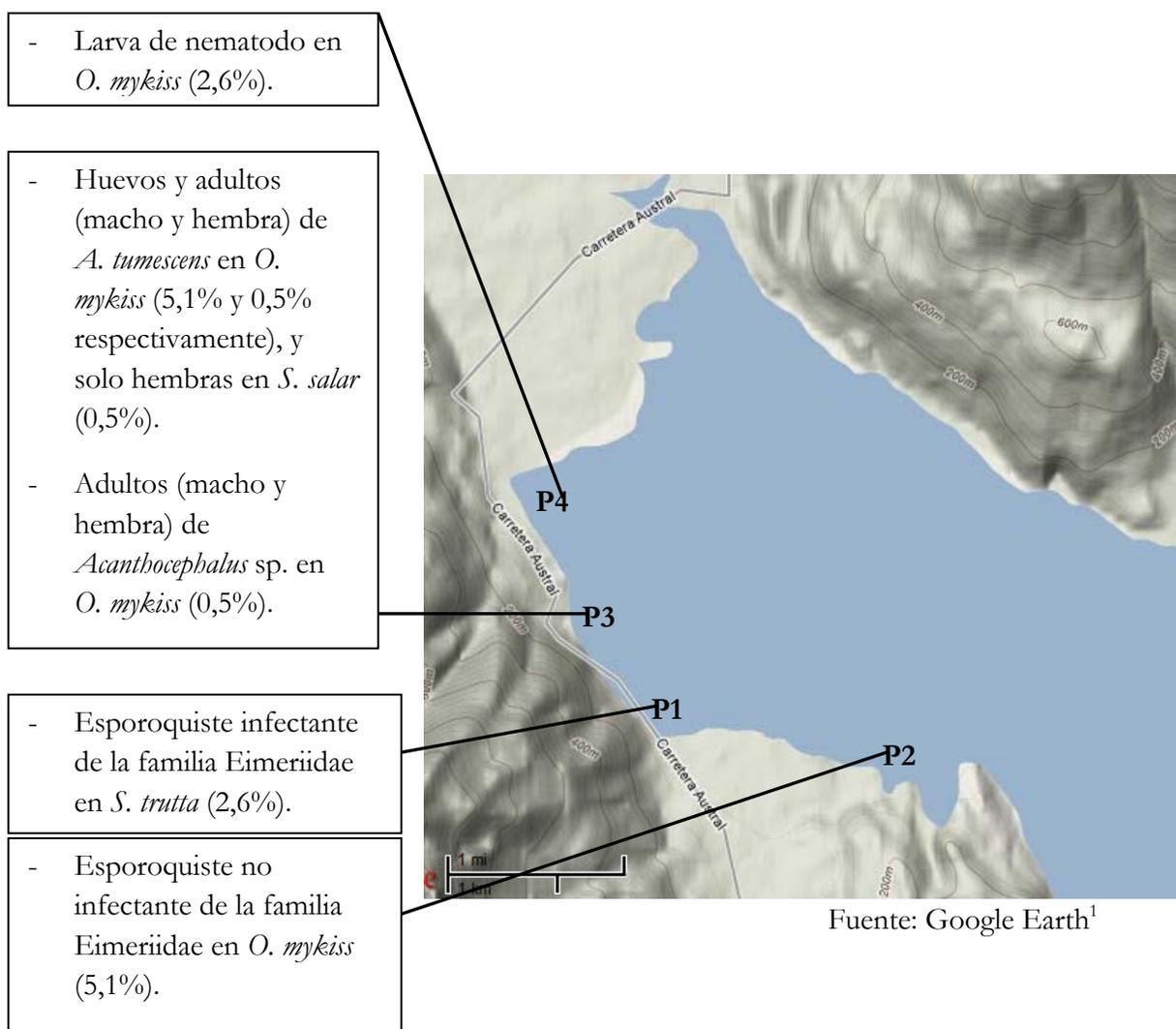


Figura 2. Síntesis de parásitos encontrados en muestras de intestinos en peces capturados entre junio y julio del año 2009 en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

¹ Consultado el lunes 3 de octubre de 2011 (imagen del año 2006), www.earth.google.com

6. DISCUSIÓN

Un 100% de las muestras de branquias resultó negativa a la presencia de parásitos. Este resultado puede ser explicado por la inexistencia de parásitos branquiales, o bien, su prevalencia era tan baja que la probabilidad de encontrar un pez parasitado también es baja. Las parasitosis de ectoparásitos e incluso de endoparásitos muchas veces es menor en peces silvestres debido a que existe una dispersión natural mayor (Einum y Fleming 2001), a diferencia de lo que ocurre en los centros de cultivo, ésto permite que algunas de las enfermedades normalmente presentes en poblaciones naturales se vean favorecidas y proliferen en condiciones de cultivo (Olmos y Muñoz 2006).

La fauna parasitaria intestinal encontrada en los peces, corresponde a uno de los pocos catastros de los parásitos eumetazoos presentes en estas aguas continentales en condiciones naturales del sur de Chile. Previamente solo existía un registro de endoparásitos para varias de las especies de peces de este lago, en un estudio realizado por Torres y col (1992).

Los resultados obtenidos por medio del Teuscher en los puntos de muestreo 1 y 2, indican que existe la presencia de coccidios con una prevalencia de 7,7% (cuadro 2). Los agentes parásitos corresponden a un esporoquiste infectante y otro no infectante del orden Eimeriida lo cual se explica por el tipo de esporulación que presentan (endógena y/o exógena) (Davis y Ball 1993). Estos coccidios son protozoos pertenecientes al phylum Apicomplexa, clase Sporozoa y se registraron principalmente en la familia de Salmónidos (*O. mykiss* y *S. trutta*). La presencia de este parásito en ambos puntos de muestreo indicaría que poseen una transmisión directa (contaminación fecal) (Lom y Dyková 1992). Olmos y Muñoz (2006) manifiestan que la distribución de los parásitos responde a la disponibilidad de sus hospedadores, por lo que asociaciones hospedador-parásito pueden llegar a ser sistemas muy locales. Así mismo manifiestan que la transmisión de estos agentes, es uno de los procesos más relevantes para su presencia en un ecosistema.

Los acantocéfalos *A. tumescens* y *Acanthocephalus* sp. fueron otro de los parásitos intestinales encontrados (cuadro 2), *A. tumescens* se registró en muestras de *O. mykiss* (0,5%) y *S. salar* (0,5%), *Acanthocephalus* sp. en *O. mykiss* (0,5%) (cuadro 2). Torres y col (1992) indica que *A. tumescens* es propio de los peces autóctonos de Chile y Argentina y se ha adaptado secundariamente a salmónidos introducidos. Según Rauque y col (2003) en los sistemas de agua dulce de la Patagonia Argentina se ha encontrado a *A. tumescens* parasitando el intestino de peces nativos, tales como *G. maculatus*, Puye grande, *G. platei*, Bagre aterciopelado, *Dyplomystes viedmensis*, Pejerrey patagónico, *Odonthestes hatcheri*, Perca trucha, *Percichthys trucha* y en la Perca bocona, *Percichthys colhuapiensis*, y especies introducidas como *O. mykiss*, *S. trutta*, *S. salar*, *Salvelinus fontinalis*, Trucha de lago, *Salvelinus namaycush*. Entre éstas, salmón del atlántico, Trucha de arroyo, Trucha de

lago, Puye grande y Pejerrey patagónico también forman parte de la ictiofauna dulceacuícola chilena (Arias 2008). Algo muy similar a lo anterior fue registrado por Torres y col (1992), donde se obtuvo la presencia de *A. tumescens* en las mismas especies de salmónidos analizados en este estudio sobre parásitos del lago Yelcho, con una prevalencia de 12,5% para *O. mykiss* y 28,6% para *S. trutta*. Esta diferencia en las prevalencias de los parásitos entre el estudio realizado por Torres y col (1992) y esta memoria de título en los diferentes peces puede deberse a la diferencia en el tamaño muestral, en la técnica utilizada, períodos o meses del año y el año mismo en el que se hicieron ambos estudios.

Torres y col (1992) manifiestan que las prevalencias de *Acanthocephalus* sp. se ven influenciadas por la proporción de hospedadores intermediarios consumidos en la dieta de los peces, la cual también varía estacionalmente y con el tamaño de estos. Rauque y col (2003) determina que *Hyalella patagónica* (descrita en Chile) actúa como hospedero intermediario de *A. tumescens*, relacionado con lo anterior, Arias (2008) menciona que el consumo de *Hyalella* sp. es similar en primavera, otoño e invierno, siendo su consumo de manera accidental por lo que esta causa puede explicar de cierta manera las bajas prevalencias de *A. tumescens*. También se describe que el Puye chico puede ser fuente de infección para *A. tumescens*, donde Rauque y col (2006) determina que el consumo de Puye chico por la Trucha arcoiris generalmente disminuye en invierno, lo cual sería otra causa de las bajas prevalencias de *A. tumescens* en los peces. Así mismo este mismo autor manifiesta que los valores mínimos de prevalencia encontrados para éste parásito fueron en invierno coincidiendo con los resultados.

En el cuadro 3 se muestra la cantidad de machos y hembras, encontrándose las hembras en mayor número que los machos, ésta relación también fue descrita por Rauque y col (2006) donde además determino que el número de hembras grávidas se hace máximo en primavera y mínimo en invierno, aunque machos y hembras grávidas están presentes durante todo el año.

La prevalencia de larvas pertenecientes al Phylum Nematoda corresponde a 2,6% (n=1) (cuadro 2), lo cual coincidente con lo descrito por Torres y col (1992) estudio donde se registró la presencia de tres tipos de nemátodos: *Contracaecum rudolphi*, *Hysterothylacium* sp. y *Cystidicoloides* sp. presentes en peces del lago Yelcho, todos con prevalencias entre 7% y 11%. Sólo *C. rudolphi* e *Hysterothylacium* sp. se encontraban como forma larvaria en el intestino de Puye chico y Trucha café, mientras que *Cystidicoloides* sp. se identificó sólo la forma adulta en intestino de Puye chico. Al encontrar larvas de nemátodos en el contenido intestinal puede inferirse que los peces podrían estar actuando como hospederos intermediarios, ya que la infección por *C. rudolphi*, tiene importancia porque además de afectar a los peces nativos y/o salmónidos introducidos del lago Yelcho en su estadio larvario, también es el estadio infectante para las aves silvestres que allí se encuentren, como es el caso de los cormoranes (*Phalacrocorax* sp.), que además contribuyen a la propagación de la infección para este parásito.

La investigación sobre fauna parasitaria en peces de ecosistemas dulceacuícolas, se encuentra aún en su fase inicial en nuestro país. Su desarrollo ayudaría a comprender y preveer las

consecuencias de la interacción que pudiese existir entre los endohelminchos parásitos de los peces silvestres y cultivados. A futuro, serán necesarios más estudios sobre ictiofauna parasitaria existente, a modo de vigilancia, para prevenir posibles focos de infección en nuevos ecosistemas o cultivos productores de peces. Una herramienta fundamental, será también, el estudio de los ciclos vitales de los parásitos registrados en peces autóctonos, a fin de conocer los mecanismos de transmisión de éstos a los peces introducidos.

6.1 CONCLUSIONES

- No se detectó presencia parasitaria branquial en peces capturados en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.
- Se determinó la presencia de tres especies diferentes de parásitos en peces capturados en la ribera sur-oeste del lago Yelcho pertenecientes a los Phylum Apicomplexa (esporoquistes infectantes y no infectantes de la familia Eimeriidae), Acanthocephala (*A. tumescens* y *Acanthocephalus* sp.) y Nematoda (larva), los que corresponden a infestaciones simples.
- Las prevalencias obtenidas para las parasitosis encontradas en muestras de intestinos fue 1,5% para Acanthocephalos y en los pooles de contenido intestinal fue 7,7% para esporoquistes de la familia Eimeria, 5,1% para huevos de Acantocefalos y 2,6% para la larva de nematodo.

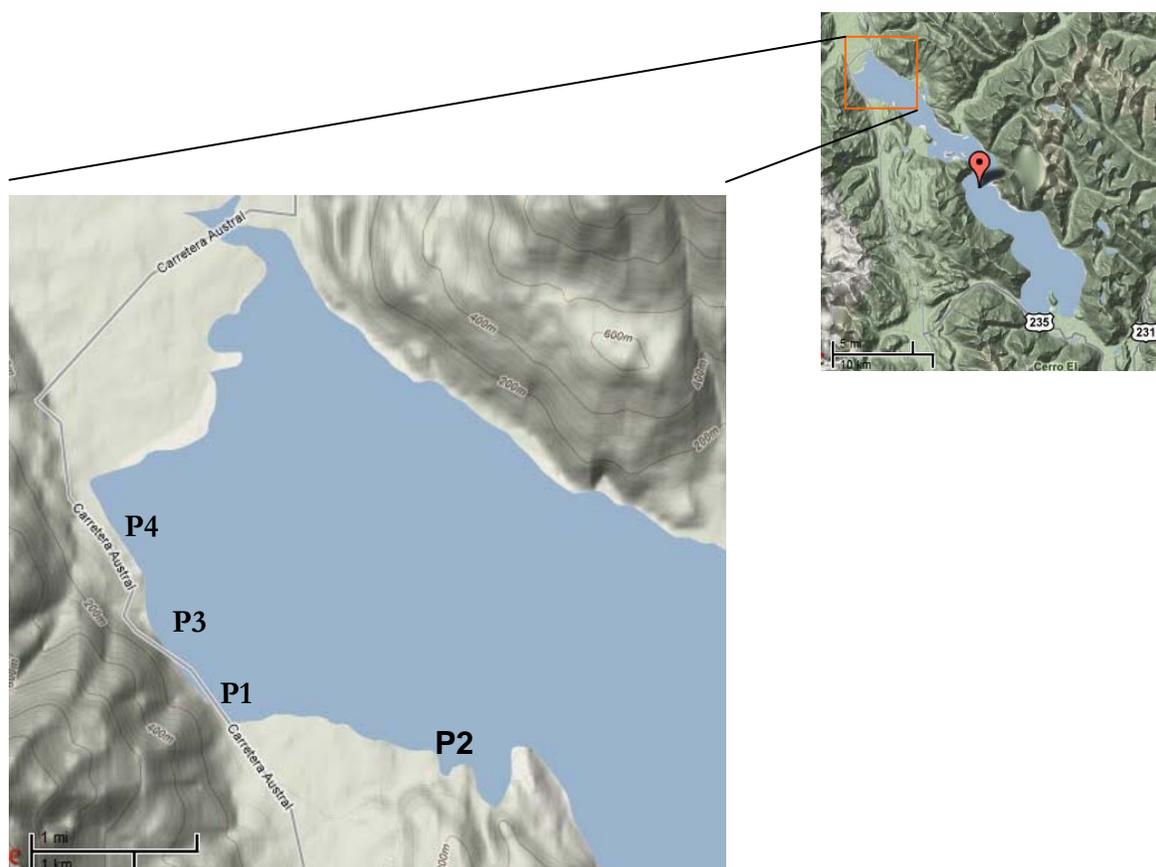
7. REFERENCIAS

- Arias C. 2008. Infección por *Acanthocephalus tumescens* (von Linstow 1896) (Acanthocephala: Echinorhynchidae) y su relación con la talla, sexo, alimentación y estacionalidad en peces del lago Panguipulli (Chile). *Tesis licenciatura*, Escuela de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Arismendi I, B Penaluna. 2009. Native inland fishes of Southern Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de graduados. Universidad Austral de Chile, Valdivia. Pp 24-32.
- Cabello F. 2007. Acuicultura y salud pública. La expansión de la Difilobotriasis en Chile y el mundo. *Rev Méd Chile*, 135, 1064-1071.
- Carvalho M. 1999. Parasitosis interna de los peces. En: Cordero del Campillo M, Rojo FA (eds). *Parasitología veterinaria*. McGraw-Hill, Madrid, España, Pp 865-907.
- Castello F. 1993. Parasitosis de peces marinos cultivados. En: Álvarez, Sitjá (eds). *Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción*. Universitat de Barcelona, Barcelona, España, Pp 515-534.
- Chai JY, KD Murrell, AJ Lymbery. 2005. Fish-borne parasitic zoonoses: Status and issues. *Int J Parasitol* 35, 1233-1254.
- Davies A, S Ball. 1993. The biology of fish coccidian. *Adv Parasitol*, 32, 293-366.
- Einum S, IA Fleming. 2001. Implications of stocking: ecological interactions between wild and releases salmonids. *Nordic J Freshw Res*, 75, 56-70.
- González M. 1999. Parasitosis externas de los peces. En: Cordero del Campillo M, Rojo FA (eds). *Parasitología veterinaria*. MacGraw-Hill, Madrid, España, Pp 847-864.
- Leiva SJ. 1996. Distribución, composición y contaminación bacteriana en los lagos Ranco y Yelcho, X Región, Chile. *Tesis de grado*, Escuela de Biología Marina, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Lom J, I Dyková. 1992. Apicomplexans (Phylum Apicomplexa Levine, 1970). In: Lom J, Dyková I. *Protozoan parasites of fishes*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Alemania, Pp 87-123.
- Margolis L, GW Esch, JC Colmes, AM Kuris, GA Schad. 1982. The use ecological terms in parasitology (report of an hoc committee of the American society of parasitologists). *J Parasitol* 68, 131-133.

- Martínez M A, J Estévez. 2008. Intervalos de confianza y contraste de hipótesis. En: Martínez MA, Sanchez A, Faulin J (eds). *Bioestadística amigable*. 2ª ed. Díaz de Santos, Madrid, España, Pp 155-234.
- MINSEGPRES, Ministerio Secretaria general de la Presidencia, Chile. 2011. Veda extractiva para fauna íctica nativa amenazada de aguas continentales. Informe técnico, MINSEGPRES N° 48.
- Ojha J, G Hughes. 2001. Effect of branchial parasites on the efficiency of the gills of a freshwater catfish, *Wallago attu*. *J Zool Lond* 255, 125-129.
- Olmos V, G Muñoz. 2006. Estado de conocimiento de los parásitos *Eumetazoos* de organismos dulceacuícolas de Chile. *Gayana*, 70, 122-139.
- Pereira J, I Ferre. 1997. Parásitos del pescado. Junta de castilla y León, Consejería de Sanidad y Bienestar Social, Castilla y León, España.
- Petrochenko VI. 1971. Acanthocephala of domestic and wild animals. Department of Agricultura and the Nacional Science Foundation. Washington D.C., USA.
- Rauque C, G Viozzi, L Semenas. 2003. Component population study of *Acanthocephalus tumescens* (Acanthocephala) in fishes from Lake Moreno, Argentina. *Folia parasitol*, 50, 72-78.
- Rauque C, L Semenas, G Viozzi. 2006. Seasonality of recruitment and reproduction of *Acanthocephalus tumescens* (Acanthocephala) in fishes from lake Moreno (Patagonia, Argentina). *J Parasitol*, 92, 1265-1269.
- Roberts R, C Shepherd. 1997. Cultured Salmonids. In: Roberts R, Shephered C (eds). *Handbook of Trout and Salmon Diseases*. 3rd ed. Fishing News Books, Massachussets, USA, Pp 1-5.
- Semenas L, A Trejo. 1997. Redescription of *Acanthocephalus tumescens* (von Linstow, 1896) (Palaeacanthocephala: Echinorhynchidae) in *Galaxias maculatus* (Pisces: Galaxiidae) in Patagonia (Argentina). *Systematic parasitol*, 36, 13-16.
- Torres P, A Contreras, V Cubillos, W Gesche, A Montefusco, C Rebolledo, A Mira, J Arenas, J Miranda, S Asenjo y R Schlatter. 1992. Parasitismo en peces, aves piscívoras y comunidades humanas ribereñas de los lagos Yelcho y Tagua-Tagua, X Región de Chile. *Arch Med Vet*, 24, 77-92.
- Torres P, V Cubillos, E Aedo, R Silva, O Garrido, J Aedo. 1995. Prevalencias y aspectos patológicos de la difilobotriasis en salmones de retorno, *Onchorhynchus kisutch*, de Coyhaique, XI Región de Chile. *Arch med vet*, 27, 107-114.

8. ANEXOS

ANEXO 1:



Fuente: Google Earth²

FIGURA 1 Localización geográfica del lago Yelcho (latitud: 43° 17'49" S, longitud: 72°18'3" W) y puntos de muestreo en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

² Consultado el lunes 3 de octubre de 2011 (imagen del año 2006), www.earth.google.com

ANEXO 2 Proyecto SERNAPESCA: “Determinación de prevalencia de los virus de la Anemia Infecciosa del Salmón (ISA) y de la Enfermedad Pancreática (PD), en la población de peces y asilvestrados de la Región de la Araucanía, De los Ríos, Aysén y Magallanes con concesiones de salmonicultura”

2.1 METODOLOGÍA DEL PROYECTO SERNAPESCA

2.1.1 Tamaño muestral

Tamaño de la muestra: será de 189≈190 especímenes, donde se utilizó un 95% de confianza. El tamaño de la muestra se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$n = \left(\frac{Z \sqrt{P(1-P)}}{L} \right)^2$$

donde:

n=tamaño de la muestra

Z= el valor de Z cuando se determina el Nivel de Confianza deseado

L= el error aceptado absoluto

P= prevalencia

Las especies y número de especímenes muestreados fueron de acuerdo a lo planteado por el Informe Técnico de Pesca de Investigación N° 159/2009 en donde se establecen que para el muestreo que:

- a) 190 ejemplares de fauna íctica no nativa tales como: Salmón coho (*O. kisutch*), Trucha arcoíris (*O. mykiss*), Salmón del atlántico (*S. salar*), Trucha fario (*S. trutta*).
- b) Hasta 5 ejemplares de especies nativas fuera de peligro: Pejerrey chileno (*B. australis*), Perca truca (*P. truca*), Puye (*G. platei*), Puye o truchita, (*G. maculatus*), Puye (*B. bullocki*)

2.1.2 Lugar de captura

La captura se realizó en aquellos puntos del lago que presentaban las siguientes características:

- Acceso y condiciones de seguridad para realizar la pesca en el lago estudiado.
- Sectores con presencia de pisciculturas o centros de smoltificación.

- Sectores alejados a los centros.
- Sectores de desembocadura de ríos

2.1.3 Pesca de investigación con redes de enmalle

La utilización de pesca con redes se realizó sólo en aquellos sectores que así lo permitieron, cercanos a los ríos, sitios de reproducción y centros de smoltificación. Se utilizaron baterías de redes agalleras de Nylon monofilamento con medidas de 70 X 3,5 m, con tamaños de malla de 1,5", 3", 4 3/4" y 6". En cada sitio de muestreo se calaron en superficie 9 paños de distinto tamaño de malla (3 redes de 1,5", 2 redes de 3", 2 redes de 4 3/4" y 2 redes de 6"). Las redes se ubicaron perpendicularmente a la costa y el tiempo total de reposo fue de 72 horas aproximadamente, siendo revisadas cada 12 horas.

2.1.4 - Pesca eléctrica

Se utilizó un Equipo de Pesca eléctrica "Smith and Root Modelo 12B Power electrofisher" de alta potencia y eficiencia. En cada lago se realizó entre 25 a 30 minutos de pesca eléctrica efectiva y se contabilizó el número de individuos capturados.

ANEXO 3: Listado de especies de peces capturados entre junio y julio del año 2009 en los diferentes puntos de muestreo en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

<u>Nº de pez</u>	<u>Especie</u>		
III.1.001	Trucha café	III.2. 035	Trucha arcoiris
III.1.002	Trucha café	III.2. 036	Trucha arcoiris
III.1.003	Trucha café	III.2. 037	Trucha arcoiris
III.1.004	Trucha café	III.2. 038	Trucha arcoiris
III.1.005	Trucha café	III.2. 039	Trucha arcoiris
III.1.006	Trucha café	III.2. 040	Trucha arcoiris
III.1.007	Trucha café	III.2. 041	Trucha arcoiris
III.1.008	Trucha café	III.2. 042	Trucha arcoiris
III.1.009	Trucha café	III.2. 043	Trucha arcoiris
III.1.010	Trucha arcoiris	III.2. 044	Trucha arcoiris
III.1.011	Trucha café	III.2. 045	Trucha arcoiris
III.1.012	Trucha café	III.2. 046	Trucha arcoiris
III.1.013	Trucha arcoiris	III.2. 047	Trucha arcoiris
III.1.014	Trucha arcoiris	III.2. 048	Trucha arcoiris
III.1.015	Trucha café	III.2. 049	Trucha arcoiris
III.1.016	Trucha café	III.2. 050	Trucha arcoiris
III.1.017	Trucha café	III.2. 051	Trucha arcoiris
III.1.018	Trucha arcoiris	III.2.123	Salmón del atlántico
III.1.019	Trucha arcoiris	III.2.124	Trucha arcoiris
III.1.020	Trucha café	III.2.125	Trucha arcoiris
III.2. 021	Trucha arcoiris	III.2.126	Trucha café
III.2. 022	Trucha arcoiris	III.2.127	Trucha arcoiris
III.2. 023	Trucha café	III.2.128	Trucha arcoiris
III.2. 024	Salmón del atlántico	III.2.129	Trucha café
III.2. 025	Trucha café	III.2.130	Trucha arcoiris
III.2. 026	Trucha café	III.2.131	Trucha arcoiris
III.2. 027	Salmón del atlántico	III.2.132	Trucha arcoiris
III.2. 028	Trucha arcoiris	III.2.133	Trucha arcoiris
III.2. 029	Trucha arcoiris	III.2.134	Trucha arcoiris
III.2. 030	Trucha arcoiris	III.2.135	Trucha arcoiris
III.2. 031	Trucha arcoiris	III.2.136	Trucha arcoiris
III.2. 032	Salmón del atlántico	III.2.137	Trucha arcoiris
III.2. 033	Trucha arcoiris	III.2.138	Trucha arcoiris
III.2. 034	Trucha arcoiris	III.2.139	Trucha arcoiris
		III.2.140	Trucha arcoiris
		III.2.141	Trucha café

III.2.142	Trucha arcoiris	III.3.062	Trucha arcoiris
III.2.143	Trucha café	III.3.063	Trucha arcoiris
III.2.144	Trucha arcoiris	III.3.064	Salmón del atlántico
III.2.145	Trucha arcoiris	III.3.065	Trucha arcoiris
III.2.146	Salmón del atlántico	III.3.066	Trucha arcoiris
III.2.147	Trucha café	III.3.067	Salmón del atlántico
III.2.148	Salmón del atlántico	III.3.068	trucha café
III.2.149	Trucha arcoiris	III.3.069	trucha café
III.2.150	Trucha arcoiris	III.3.070	trucha café
III.2.151	Trucha arcoiris	III.3.071	Salmón del atlántico
III.2.152	Trucha arcoiris	III.3.072	Trucha arcoiris
III.2.153	Trucha arcoiris	III.3.073	Trucha café
III.2.154	Peladilla (zebra)	III.3.074	Trucha arcoiris
III.2.155	Trucha arcoiris	III.3.171	Trucha arcoiris
III.2.156	Trucha café	III.3.172	Trucha arcoiris
III.2.157	Trucha arcoiris	III.3.173	Trucha arcoiris
III.2.158	Trucha arcoiris	III.3.174	Trucha arcoiris
III.2.159	Trucha arcoiris	III.3.175	Trucha arcoiris
III.2.160	Trucha café	III.3.176	Trucha arcoiris
III.2.161	Trucha arcoiris	III.3.177	Salmón del atlántico
III.2.162	Trucha arcoiris	III.3.178	Trucha de arroyo
III.2.163	Trucha arcoiris	III.3.179	Trucha arcoiris
III.2.164	Trucha arcoiris	III.3.180	Trucha arcoiris
III.2.165	Salmón del atlántico	III.4.075	Trucha arcoiris
III.2.166	Trucha arcoiris	III.4.076	Trucha café
III.2.167	Trucha arcoiris	III.4.077	Trucha café
III.2.168	Trucha arcoiris	III.4.078	Trucha arcoiris
III.2.169	Trucha arcoiris	III.4.079	Trucha arcoiris
III.2.170	Trucha arcoiris	III.4.080	Trucha arcoiris
III.3.052	Trucha arcoiris	III.4.081	Trucha arcoiris
III.3.053	Salmón del atlántico	III.4.082	Trucha arcoiris
III.3.054	Trucha arcoiris	III.4.083	Trucha arcoiris
III.3.055	Trucha café	III.4.084	Trucha arcoiris
III.3.056	Trucha arcoiris	III.4.085	Trucha arcoiris
III.3.057	Trucha arcoiris	III.4.086	Trucha arcoiris
III.3.058	Trucha arcoiris	III.4.087	Trucha arcoiris
III.3.059	Trucha arcoiris	III.4.088	Trucha arcoiris
III.3.060	Trucha arcoiris	III.4.089	Trucha arcoiris
III.3.061	Trucha arcoiris		

III.4.090	Trucha arcoiris	III.4.117	Trucha arcoiris
III.4.091	Trucha arcoiris	III.4.118	Trucha arcoiris
III.4.092	Trucha arcoiris	III.4.119	Trucha arcoiris
III.4.093	Trucha café	III.4.120	Trucha arcoiris
III.4.094	Trucha arcoiris	III.4.121	Trucha arcoiris
III.4.095	Trucha arcoiris	III.4.122	Trucha arcoiris
III.4.096	Trucha arcoiris	III.4.181	Trucha arcoiris
III.4.097	Trucha arcoiris	III.4.182	Trucha arcoiris
III.4.098	Trucha arcoiris	III.4.183	Trucha arcoiris
III.4.099	Trucha café	III.4.184	Trucha arcoiris
III.4.100	Trucha arcoiris	III.4.185	Trucha café
III.4.101	Trucha café	III.4.186	Trucha café
III.4.102	Trucha arcoiris	III.4.187	Trucha arcoiris
III.4.103	Trucha café	III.4.188	Trucha arcoiris
III.4.104	Trucha arcoiris	III.4.189	Trucha arcoiris
III.4.105	Trucha arcoiris	III.4.190	Trucha arcoiris
III.4.106	Trucha arcoiris	III.4.191	Trucha arcoiris
III.4.107	Trucha arcoiris	III.4.192	Trucha arcoiris
III.4.108	Trucha arcoiris	III.4.193	Puye (<i>Galaxia maculatus</i>)
III.4.109	Trucha arcoiris	III.4.194	Trucha café
III.4.110	Trucha arcoiris	III.4.195	Puye (<i>Galaxia maculatus</i>)
III.4.111	Trucha arcoiris	III.4.196	Puye (<i>Galaxia maculatus</i>)
III.4.112	Trucha arcoiris	III.4.197	Puye (<i>Galaxia maculatus</i>)
III.4.113	Trucha arcoiris	III.4.198	Puye (<i>Galaxia maculatus</i>)
III.4.114	Trucha arcoiris	III.4.199	Salmón del atlántico
III.4.115	Trucha arcoiris	III.4.200	Trucha arcoiris
III.4.116	Trucha arcoiris		

ANEXO 4: Medidas de *Acanthocephalus tumescens* (macho y hembras adultas) identificados en peces capturados entre junio y julio del año 2009 en cuatro puntos de muestreo en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

Datos Morfométricos de <i>A. tumescens</i>	Medidas machos	Medidas hembras
Largo de tronco ^a	2,4 ± 0,08 (n=2)	2,7 ± 0,3 (n=3)
Ancho máximo tronco ^a	0,98 ± 0,2 (n=2)	1,25 ± 0,33 (n=3)
Ancho mínimo tronco ^a	0,19 ± 0,01 (n=2)	0,18 ± 0,14 (n=3)
Largo probóscide ^a	0,29 ± 0,02 (n=2)	0,40 ± 0 (n=1)
Ancho probóscide ^a	0,14 ± 0,01 (n=2)	0,17 ± 0 (n=1)
Largo lemniscos ^a	0,62 ± 0,02 (n=2)	0,75 ± 0,05 (n=2)
Largo gancho 1 ^a	34 ± 0 (n=1)	32 ± 0 (n=1)
Ancho gancho 1 ^a	11 ± 0 (n=1)	12 ± 0 (n=1)
Raíz gancho 1 ^a	25 ± 0 (n=1)	37 ± 0 (n=1)
Largo gancho 2 ^a	30 ± 0 (n=1)	46 ± 0 (n=1)
Ancho gancho 2 ^a	14 ± 0 (n=1)	16 ± 0 (n=1)
Raíz gancho 2 ^a	29 ± 0 (n=1)	40 ± 0 (n=1)
Largo gancho 3 ^a	41 ± 0 (n=1)	42 ± 0 (n=1)
Ancho gancho 3 ^a	15 ± 0 (n=1)	17 ± 0 (n=1)
Raíz gancho 3 ^a	30 ± 0 (n=1)	41 ± 0 (n=1)
Largo gancho 4 ^a	37 ± 0 (n=1)	43 ± 0 (n=1)
Ancho gancho 4 ^a	15 ± 0 (n=1)	41 ± 0 (n=1)
Raíz gancho 4 ^a	27 ± 0 (n=1)	14 ± 0 (n=1)
Largo gancho 5 ^a	28 ± 0 (n=1)	30 ± 0 (n=1)
Ancho gancho 5 ^a	10 ± 0 (n=1)	11 ± 0 (n=1)
Raíz gancho 5 ^a	14 ± 0 (n=1)	25 ± 0 (n=1)
Largo gancho 6 ^a	19 ± 0 (n=1)	17 ± 0 (n=1)
Ancho gancho 6 ^a	7 ± 0 (n=1)	8 ± 0 (n=1)
Raíz gancho 6 ^a	10 ± 0 (n=1)	14 ± 0 (n=1)
Largo testículo anterior ^a	0,46 ± 0,05 (n=2)	-----
Ancho testículo anterior ^a	0,41 ± 0,1 (n=2)	-----
Largo testículo posterior ^a	0,4 ± 0,01 (n=2)	-----
Ancho testículo posterior ^a	0,44 ± 0,01 (n=2)	-----

^a: Media ± desviación estándar. Medidas de ganchos expresadas en um, los demás datos morfométricos en milímetros.

ANEXO 5:

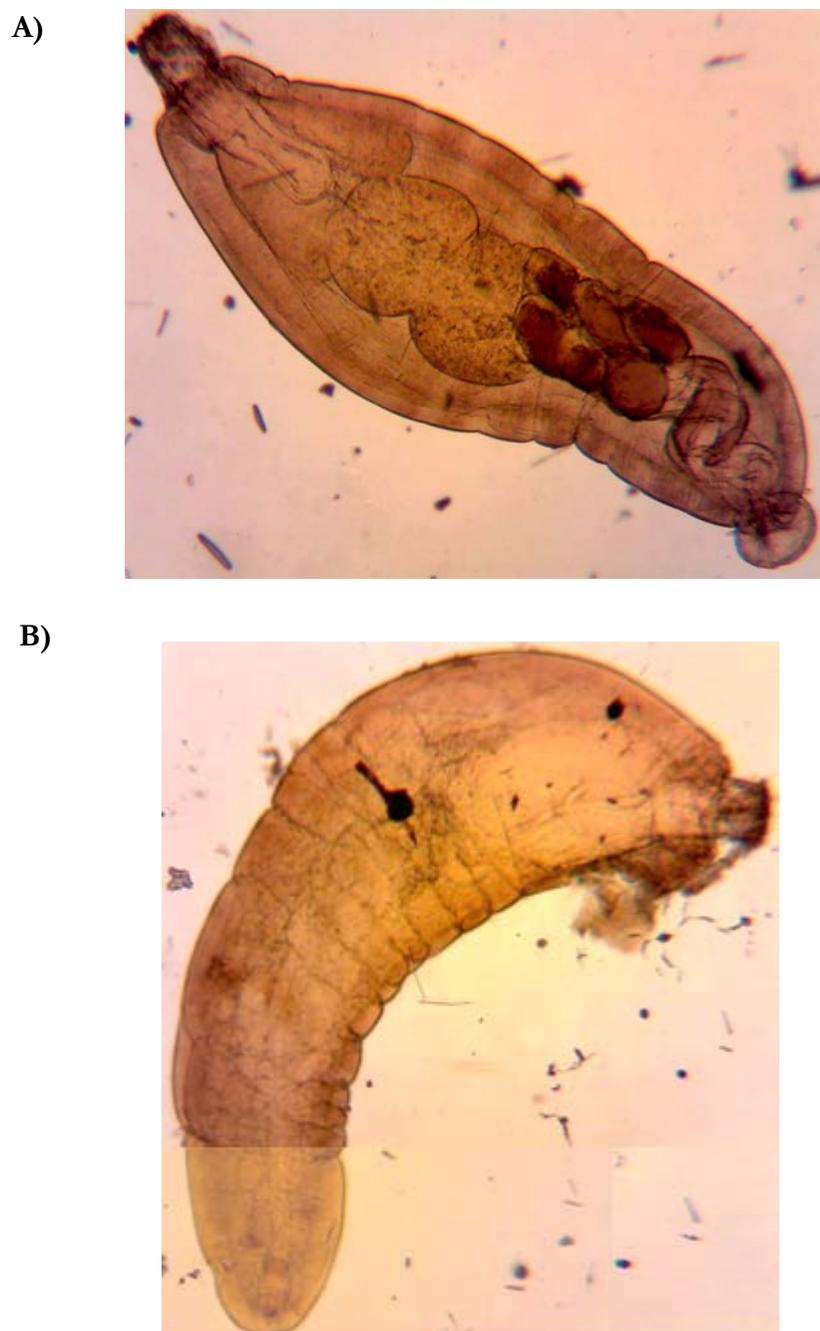


Figura A y B. *A. tumescens*. aumento 2,5x. A) Macho, B) Hembra.

FIGURA 2 (A y B). Fotografías de *Acanthocephalus tumescens* (macho y hembra adultos), identificados en peces capturados entre junio y julio del año 2009 en cuatro puntos de muestreo en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

ANEXO 6: Medidas de *Acanthocephalus* sp. (macho y hembra adultas), identificados en peces capturados entre junio y julio del año 2009 en cuatro puntos de muestreo en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

Datos Morfométricos de <i>Acanthocephalus</i> sp.	Medidas machos	Medidas hembras
Largo de tronco ^a	2,1 ± 0,18 (n=3)	2,11 ± 0,13 (n=3)
Ancho máximo tronco ^a	0,68 ± 0,12 (n=3)	0,71 ± 0,2 (n=3)
Ancho mínimo tronco ^a	0,17 ± 0,06 (n=3)	0,15 ± 0,04 (n=3)
Largo probóscide ^a	0,46 ± 0,06 (n=2)	0,39 ± 0 (n=1)
Ancho probóscide ^a	0,11 ± 0,002 (n=2)	0,14 ± 0 (n=1)
Largo lemniscos ^a	0,39 ± 0,36 (n=2)	0,41 ± 0,08 (n=3)
Largo testículo anterior ^a	0,25 ± 0,08 (n=3)	-----
Ancho testículo anterior ^a	0,31 ± 0,04 (n=3)	-----
Largo testículo posterior ^a	0,27 ± 0,08 (n=2)	-----
Ancho testículo posterior ^a	0,18 ± 0,08 (n=2)	-----

^a: Media ± desviación estándar. Todas las medidas están expresadas en milímetros.

ANEXO 7:

A)



B)



Figura A y B. *Acanthocephalus* sp. aumento 2,5x. A) Macho, B) Hembra.

FIGURAS 3 (A y B). Fotografías de *Acanthocephalus* sp. (macho y hembra adultas), identificados en peces capturados entre junio y julio del año 2009 en cuatro puntos de muestreo en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

ANEXO 8: Medidas de huevos de *Acanthocephalus tumescens* y esporoquistes de la familia Eimeriidae identificados en peces capturados entre junio y julio del año 2009 en cuatro puntos de muestreo en la ribera sur-oste del lago Yelcho.

Especie	Datos Morfométricos	Medidas
Esporoquiste infectante de la familia Eimeriidae ^a	Largo	15 ± 0 (n=1)
	Ancho	7 ± 0 (n=1)
Esporoquiste no infectante de la familia Eimeriidae ^a	Largo	17 ± 0 (n=1)
	Ancho	6 ± 0 (n=1)
Huevo maduro de <i>A. tumescens</i> ^{*a}	Largo	89 ± 7 (n=9)
	Ancho	19 ± 2 (n=9)
Huevo inmaduro de <i>A. tumescens</i> ^{*a}	Largo	36 ± 2 (n=6)
	Ancho	11 ± 1,2 (n=6)

* Parásitos adultos. ^a: Media ± desviación estándar. Todas las medidas de los datos morfométricos están expresadas en um (micrones).

ANEXO 9:

A)



B)



Figura A y B. aumento 40x. A) esporoquiste no infectante, B) esporoquiste infectante de la familia Eimeriidae.

FIGURAS 4 (A y B). Fotografías de esporoquistes de la familia Eimeriidae identificados en peces entre junio y julio del año 2009 en cuatro puntos de muestreo en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

ANEXO 10:



Figura A y B. aumento 40x. A) huevo maduro de *A. tumescens*. B) huevo inmaduro de *A. tumescens*.

FIGURAS 5 (A y B). Fotografías de huevos de *Acanthocephalus tumescens* identificados en peces capturados entre junio y julio del año 2009 en cuatro puntos de muestreo en la ribera sur-oeste del lago Yelcho.

9. AGRADECIMIENTOS

En reconocimiento y gratitud a:

- Dra. Carla Rosenfeld, profesora patrocinante, por toda su colaboración y ayuda.
- Dra. Pamela Muñoz, docente del Instituto de Parasitología, por su dedicación, sus consejos, valiosa ayuda académica, buena disposición y apoyo en la realización de mi Memoria.
- A Eugenio, por su buen humor, por su ayuda desinteresada en el trabajo de laboratorio.
- Mi familia, especialmente a mi madre, por su cariño, constante incentivo y preocupación.
- A mi amor por su apoyo, paciencia y que no ha dudado ni un momento de que podría llegar hasta el final.
- A mis abuelos por su preocupación y aliciente constante.
- A mi querida mejor amiga Dany y a su familia por su gran apoyo y ayuda para que esta memoria se realizara.
- Mis queridos amigos, especialmente a Valentina por aceptarme en su hogar a pesar de las incomodidades.
- Todas las personas, sin nombrar para no omitir a nadie, que de una u otra forma colaboraron desinteresadamente en la realización de este trabajo.

