

Apuntes generales sobre:

**Aspectos relacionados con la fauna de peces de la
región andino patagónica Argentina.**

Material compilado por:
Dr. Leonardo Buria y Dra. Silvia Ortubay
Delegación Regional Patagonia
Aministración de Parques Nacionales
E-mail: lburia@apn.gov.ar
Tel. 425436 (Int. 118)

OBJETIVOS:

Que el lector tenga a disposición una serie de conceptos básicos sobre algunos temas relacionados con la fauna de peces de la Patagonia, haciendo énfasis en la descripción de la anatomía de los peces, las especies presentes y las complejas relaciones entre los peces, el ambiente y los demás organismos presentes en los cuerpos de agua de la región.

Este apunte general es un material de consulta cuyas temáticas deberán ser reforzadas con bibliografía adicional por las personas que deseen rendir el examen para guías de pesca no constituyendo, de ninguna manera, el único material que debe ser consultado.

Primera parte:

ANATOMÍA GENERAL DE PECES CON ESQUELETO ÓSEO

Un pez generalizado tiene el cuerpo fusiforme, con simetría bilateral, la cual queda determinada por un plano sagital que lo divide en dos partes o mitades especulares: derecha e izquierda. Los otros dos planos del espacio (frontal y transversal) determinan las secciones dorsal-ventral y cefálica-caudal, respectivamente. Estas últimas también se llaman anterior y posterior. En los peces la orientación en la distribución de estructuras y funciones está directamente relacionada con la captura del alimento, la respiración y la natación. Externamente se pueden distinguir tres segmentos bien definidos: 1) **la cabeza** con los órganos de la visión (ojos), olfatorios (narinas), de captura del alimento (boca) y de intercambio de gases (branquias), **el tronco** con aletas pares e impares, la línea lateral y el ano y **la cola**, esencialmente locomotora, posee la aleta caudal y la parte final de la línea lateral. En las especies de peces de Patagonia, pueden existir otras estructuras como barbillas alrededor de la boca (en los bagres) que sirven para reconocer el alimento y señales químicas en general o las espinas en la cabeza y las aletas (en las percas), que constituyen un efectivo sistema de defensa en contra de la depredación.

Tamaño del cuerpo y transferencia de calor

La temperatura del agua influye directamente sobre el metabolismo (conjunto de reacciones y procesos físico-químicos que ocurren en el cuerpo del pez), el crecimiento y en muchos casos la reproducción de los peces. Cuando las temperaturas del agua aumentan el metabolismo se acelera y por lo tanto el pez digiere y asimila más fácilmente el alimento y crece más rápido. Con las bajas temperaturas las funciones se hacen más lentas y es en invierno cuando los peces dejan de crecer o lo hacen muy lentamente, incluso muchos de ellos dejan de comer.

A los animales que regulan su temperatura, aves y mamíferos, antes se los denominaba homeotermos (homoios= similar) y a lo que no lo hacen, peces, anfibios y reptiles, se los denominaba poiquilotermos (poikilos = cambiante). Sin embargo, un pez que vive en profundidad, mantiene una temperatura constante. Dos términos actuales más adecuados, endotermo y ectotermo, hacen referencia a la fuente generadora de calor, así los peces son ectotermos porque su temperatura es controlada por una fuente externa de calor, siendo insignificante su capacidad de generar calor metabólico y mantener una temperatura coinstante. Los peces intercambian calor (pierden o ganan) a través de los órganos vascularizados en contacto con el medio (mayoritariamente, la piel y las branquias). Sus funciones vitales dependen de la temperatura del agua y cada especie de pez está adaptada a un rango particular de temperaturas, lo que explica la distribución de las especies en las distintas regiones. La única mojarra que habita la Patagonia está restringida exclusivamente a aguas termales debido a que se trata de un pez estenotermo (tolera rangos muy estrechos de temperatura) de aguas cálidas, a su vez, los salmónidos prosperaron en la Patagonia por tratarse de un clima templado frío, similar al clima donde evolucionaron en el Hemisferio Norte.

El calor se transmite de manera proporcional a la superficie expuesta, cuanto más pequeño es un pez, mayor es la relación superficie-volumen (5 kilos divididos en cinco cubos de 1 kilo se derriten más rápido que en un único cubo). Así, a mayor tamaño del cuerpo del pez, mayor posibilidades de retención del calor metabólico. Como una adaptación al frío, muchas especies producen huevos grandes y larvas de gran tamaño a la primera alimentación exógena (de alimento externo) que les permite al primer año de vida superar las condiciones adversas de frío con éxito.

El agua tiene una gran capacidad para absorber y conducir el calor. De esta manera disipa rápidamente el calor metabólico generado en los peces que se pierde por la superficie del cuerpo y principalmente por las branquias. Las grandes masas de agua mantienen una temperatura muy estable y en el océano no se registran variaciones mayores a 10° por año. En los peces la disposición de los sistemas circulatorio y respiratorio favorece la fijación del oxígeno, pero facilita la pérdida de calor. Por otro lado, los peces carecen de medios como para disipar el calor (ej. glándulas sudoríparas). De esta manera, cuando en masas de agua pequeñas como arroyos, bahías muy encerradas y poco profundas ocurren cambios abruptos de temperatura, los peces mueren al no tener la capacidad de ubicarse dentro de los rangos de temperaturas tolerables para esa especie. Cuando se produce un aumento de la temperatura del agua, por encima de los niveles aceptables los peces se alejan ya que el calor aumenta la fluidez de las membranas celulares, lo que es letal para las células, sin embargo cuando los cambios son lo suficientemente lentos, los peces realizan ajustes internos para adaptarse, realizando cambios en la composición de fosfolípidos de las membranas. Esto resulta muy importante ya que es una de las causas de varios procesos migratorios internos dentro de los cuerpos de agua (ej. la tendencia a incrementar la profundidad cuando aumenta la temperatura del agua en lagos profundos de Patagonia). También, esta característica de los peces pone de manifiesto la gran importancia de las riberas vegetadas que limitan la llegada directa de los rayos del sol en los arroyos de cabecera que incrementarían la temperatura poniendo en riesgo la supervivencia de los estadios juveniles de muchas especies.

Algunos peces como el atún y el pez espada, que realizan importantes migraciones verticales de hasta 600 m sufriendo variaciones de temperatura de hasta 20°C, para afrontar esos grandes cambios deben ser rápidamente termoregulados en sus tejidos encefálicos. Para ello han desarrollado una endotermia local dirigida que les permite elevar la temperatura del cerebro y de los ojos hasta 13 °C por encima de la temperatura del agua. Para ello tienen una masa de tejido rojo muscular en la base del cerebro que produce calor, un sistema de contracorriente en la sangre que evita que ese calor se disipe hacia otras partes del cuerpo y una importante capa de tejido adiposo lo aísla del exterior.

Las aguas de Patagonia llegan a congelarse en la época invernal en muchos lagos y lagunas. El hielo tienen menos densidad que el agua líquida y flota en la superficie, de esta forma ocurre una inversión de las capas de agua, generando un gradiente de temperatura donde las aguas con mayor temperatura quedan por debajo y sirven de refugio a los peces. Es por este motivo que las percas, que son menos tolerantes a las bajas temperaturas, se localizan a mayores profundidades en invierno. Cuando el agua se congela y el pez no puede evitar esa zona, su cuerpo se congela y la formación de cristales de hielo destruye las células lo que resulta en la muerte del pez. Sin embargo hay especies que presentan adaptaciones fisiológicas que evitan el congelamiento, por ejemplo aumentando la concentración de iones o sustancias en sus fluidos corporales disminuyendo de esta manera la temperatura de congelamiento de sus tejidos. Esto se denomina depresión osmótica del punto de congelamiento, y es lo que ocurre con el puyen grande que sobrevive al congelamiento. Hay otras formas de evitar la destrucción de las células, algunos peces congelan el líquido extracelular y concentran los fluidos intracelulares, disminuyendo el punto de congelamiento interno.

Aletas y movimientos, forma del cuerpo, flotación de los peces.

Los peces deben enfrentar un medio más viscoso que los vertebrados terrestres y la natación les impone un enorme gasto de energía. La viscosidad del agua aumenta con la disminución de la temperatura, lo que implica una mayor inversión energética en los peces para desplazarse en las aguas de Patagonia, aunque la baja temperatura por otro lado favorece la flotabilidad. El pez debe permanentemente mantener un balance entre el costo energético

de la natación y el utilizado en el metabolismo.

La ondulación del cuerpo es la forma más efectiva para imprimir movimiento en la natación. Las aletas también son utilizadas por muchas especies para impulsarse (rayas: aletas pectorales, caballito de mar aleta dorsal, etc.), sin embargo los peces de Patagonia utilizan una combinación de ambas estrategias (ondulación del cuerpo y movimiento de las aletas). Cuando realizan movimientos muy lentos los peces pueden emplear únicamente las aletas pares e impares, pero para imprimir velocidad necesitan de la propulsión de la musculatura de tronco y cola. En general para una natación rápida deben plegar las aletas impares y aún las aletas pares, para reducir la fricción.

Las aletas, formadas por radios de cartílago o de hueso unidos por tejido, adquieren diferentes posiciones y adaptaciones según los grupos, pero en las especies de Patagonia no presentan grandes reducciones: aletas impares dorsales pueden ser una o más (la segunda puede o no ser adiposa, sin radios), una sola aleta anal por detrás del ano y una aleta caudal. Si bien las aletas son usadas para la natación (locomoción, dirección y estabilidad), también cumplen otras funciones en el lenguaje inter o intraespecífico para mostrarse amenazadores al defender un territorio, demostrar alarma frente a depredadores, y en el cortejo para atraer a la hembra o aún modificarse como órgano copulador (la aleta anal de los machos de las madrecitas de agua).

Las aletas pares son dos pectorales y dos pélvicas (o también llamadas ventrales): las aletas pectorales están generalmente ubicadas a los lados del cuerpo, contribuyen al ascenso y el descenso en la columna de agua. En las larvas de los peces que comienzan a capturar el alimento (primera alimentación exógena) cumplen una función estabilizadora ya que son carnosas y muy desarrolladas lo que les permiten evitar el cabeceo y enfrentarse a las presas para comer. Las aletas pares pueden sufrir importantes modificaciones en algunos peces al alargar sus radios para poder detectar las presas enterradas en el limo, “aletear” sobre la superficie con las pectorales o “caminar” sobre el fondo (esto no se registra en los peces de Patagonia).

Las aletas impares son caudal, dorsal/les, anal: la forma de la aleta caudal se relaciona directamente con la velocidad normal del pez y es la que impulsa al pez. Los peces que desarrollan las máximas velocidades tienen una aleta caudal con radios duros en forma de cuarto de luna y un pedúnculo caudal delgado. Los peces más activos tienen aletas ahorquilladas (como el salmón del Atlántico). La aleta adiposa es carnosa sin radios internos de sujeción. Está presente en los salmónidos, en el bagre aterciopelado y en las peladillas y no se relaciona con la actividad de natación sino se utiliza como sitio de depósito de sustancias de reserva. La aleta dorsal y la anal tienen como principal función la de estabilizar al pez durante la natación.

Los peces adoptan una variedad increíble de formas del cuerpo para adaptarse a las distintas condiciones de vida, ya sea sedentaria, de natación rápida como en los peces pelágicos de media agua, a la vida en el fondo como en los peces bentónicos, casi microscópicas en los parásitos, etc. Típicamente los peces depredadores que persiguen a sus presas tienen una forma ahusada para favorecer la hidrodinamia, aleta caudal ahorquillada y las aletas bien distribuidas a lo largo del cuerpo para favorecer la maniobrabilidad. Los pejerreyes y las peladillas, muy buenos nadadores, presentan el cuerpo fusiforme, hidrodinámico, con forma de flecha y boca terminal, aleta caudal ahorquillada. Los salmónidos, nadadores no tan veloces y que se alimentan de presas de tamaño regular a pequeño, están adaptados a estar siempre en movimiento, alimentándose en la corriente de los arroyos, presentando un fuerte pedúnculo, las aletas perfectamente distribuidas a tal fin que les permiten maniobrar con facilidad y la presencia de escamas delgadas, que les reducen el peso y ofrecen poca fricción.

Las percas por el contrario no son nadadores veloces, no realizan grandes migraciones ni se mantienen en las corrientes como los salmónidos, presentan un cuerpo robusto, y boca protractil que resulta muy ventajosa para una alimentación mayormente bentónica que les permite seleccionar las presas entre los sedimentos del fondo. Las grandes escamas y las espinas en las aletas le sirven de fuerte armadura protegiéndolas de los depredadores, aunque les aumenta el peso y la fricción.

Los peces de fondo (bentónicos) presentan cuerpos deprimidos, ojos dorsales y boca ínfera (rayas) o subterminal (bagres). El cuerpo de los bagres de torrente, del bagre aterciopelado, y del los puyen grande es más o menos deprimido, con boca ínfera o subterminal, que les permite moverse y alimentarse de organismos del fondo. El bagre de torrente presenta los ojos dorsales y el cuerpo aplanado. Los peces que se alimentan de superficie tienden a presentar un pequeño tamaño y la boca orientada dorsalmente, como en las madrecitas de agua del Río Negro y en los arroyos Paja Alta y Valcheta de la Línea sur rionegrina.

Para mantener la flotación la mayoría de los peces poseen una vejiga gaseosa ubicada a lo largo de la cavidad abdominal y dorsal al tubo digestivo. Este órgano puede llenarse de gases (45% de O₂; 4% CO₂ y 50% N₂) que es extraído de la sangre o se toma directamente del aire. Sirve como estabilizador a diferentes profundidades aunque también puede cumplir otras funciones como la percepción (bagres, mojarras) y emisión de sonidos (corvinas). Este órgano puede o no estar conectado al tubo digestivo por medio de un conducto (llamado conducto neumático). En los puyenes, peladillas y truchas (peces fisóstomos) está comunicada y en las percas no existe este conducto (peces fisoclistos). Los peces de agua dulce requieren una vejiga gaseosa de mayor tamaño que los peces marinos dada la mayor densidad del agua en relación con el pez. Por otro lado, los peces de profundidad tienen vejigas de menor tamaño.

Los gases contenidos en la vejiga cumplen las leyes de los gases (presión x volumen= constante), esto significa que a un volumen constante de gas los peces sólo mantienen la flotación a una profundidad determinada por lo tanto el pez para ascender o descender debe absorber o eliminar gases de la vejiga, para evitar que ésta se expanda o se contraiga. Por ejemplo, cuando un pez nada en superficie la presión de la vejiga es igual a la presión atmosférica, y si el pez se hunde a 10 m, dado que la presión aumenta 1 atmósfera cada 10 metros, el volumen se reducirá a la mitad a menos que el pez pueda incorporar gas suficiente a la vejiga para contrarrestar los cambios de presión. Si el pez asciende a la superficie la vejiga se expande y debe eliminar el gas; los peces fisóstomos lo hacen a través del tubo digestivo y los fisoclistos tienen mecanismos más complicados y lentos. Cuando una perca es capturada a profundidad y es levantada rápidamente sin permitirle compensar las diferencias de presión, al no eliminar el gas de la vejiga, ésta aumenta notablemente el volumen, observándose el pez inflado y en posición invertida (incluso en ocasiones parte de la vejiga gaseosa sale por la boca).

ÓRGANOS Y SISTEMAS DE ÓRGANOS

Diferentes tipos de tejidos se organizan uniéndose estructuralmente y coordinando sus actividades. El órgano más grande del cuerpo es la piel. Por su parte, cuando varios órganos trabajan juntos en una función particular en forma integrada constituyen el último nivel de organización: el sistema de órganos, por ejemplo el sistema digestivo que incluye todo el tubo

digestivo, el páncreas, el hígado y la vesícula biliar.

SISTEMA DE SOSTÉN

La piel

El tegumento o piel, compuesto de tres capas -epidermis, dermis e hipodermis-, es la primera barrera del pez que lo protege, le da forma y sostén y lo comunica con el medio acuático. El tejido epitelial consiste en capas de células de distinto grosor de acuerdo a la especie, apoyadas sobre una membrana basal, unidas entre sí por fuertes conexiones que impiden el paso del agua y solutos entre las células. Se debe tener en cuenta que todo lo que ingresa o sale por la piel atraviesa las células epiteliales. La piel presenta pigmentos, receptores sensoriales, sustancias inmunes de defensa y está recorrida por capilares sanguíneos que permiten el intercambio de gases. Con excepción de los puyenes, las peladillas y los bagres, que presentan el cuerpo desnudo, las demás especies de Patagonia tienen escamas que los protegen de agresiones. Las escamas, originadas en la dermis salen hacia atrás, quedando sólo recubiertas por la epidermis, otorgan peso y rigidez y ofrecen resistencia en la natación. Son utilizadas para conocer la edad del pez ya que el organismo realiza depósitos diarios de calcio en forma de anillos. Durante los períodos de detención del crecimiento, generalmente invernales, cesan esos depósitos que se registran como marcas, denominadas marcas anuales las que permiten al ictiólogo determinar la edad. En realidad lo que se determinan son los períodos de hambruna que pueden coincidir con los inviernos o con el momento del desove en aquellas especies que dejan de alimentarse.

Coloración

La coloración en los peces es regulada por el sistema endocrino, el sistema nervioso y el ambiente. La glándula pituitaria libera hormonas que regulan la producción y el almacenaje de los pigmentos a lo largo de la vida del pez. El color es usado como camuflaje, para atraer a la pareja en la época reproductiva, para mimetizarse con el medio, para expresar advertencia. En los ovocitos (célula sexual femenina) los pigmentos anaranjados los protegen de la luz y sirven para que el macho los distinga en el momento que las hembras los libera y pueda conjuntamente eliminar los espermatozoides (células sexuales masculinas) para producir la fecundación externa. También, la coloración es usada para termorregulación cuando hace frío en las horas del amanecer los peces se oscurecen, por el contrario cuando el sol es muy intenso los peces empalidecen, hay respuestas frente a cambios ambientales como sombras, hay respuestas psíquicas cuando se asustan o se enojan por ejemplo cuando son manipulados por el pescador.

Entre las escamas hay células especializadas, los cromatóforos, que contienen los pigmentos. Estas células tienen extensiones que permiten que los pigmentos se desplacen hacia arriba y abajo o se contraigan o se separen. Los cromatóforos denominados iridióforos contienen pigmentos denominados purinas y guaninas que no tiene color y reflejan distintas longitudes de onda de la luz dando apariencia de color. Esta es una capa reflectante, responsables de los reflejos de la superficie y de la coloración estructural siendo los que originan el color plateado. Otros cromatóforos son los melanóforos, que contienen un pigmento negro o marrón, la melanina, que es sintetizada por el mismo pez. Cuando los gránulos de melanina se concentra en los melanóforos el pez se oscurece. Cuando se dispersan, el pez se aclara. Estos cambios son muy rápidos, reflejan estado de ánimo y son controlados por el sistema nervioso (los cambios de color que tardan más de dos horas en producirse son controlados hormonalmente). En los cromatóforos denominados eritróforos contienen pteridinas y carotenoides y son responsables de los colores anaranjado y amarillo y los xantóforos, también con pteridinas y carotenoides son responsables de los anaranjados y

los rojos. Los carotenos no son sintetizados por los peces y deben ingerirlos con los alimentos (por ejemplo crustáceos) para ser almacenados.

El esqueleto

En los peces el esqueleto mantiene la forma del cuerpo y permite la natación gracias a la relación con la musculatura, a través de ligamentos y tendones, y protege al sistema nervioso y órganos de los sentidos. Existen varios tipos de células que se asocian al tejido óseo. El **esqueleto axial** comprende el cráneo y la columna vertebral y el **esqueleto apendicular** incluye los elementos de sostén de las aletas (radios y pterigióforos) y la cintura pélvica y la escapular que se vinculan con las aletas pares.

El cráneo es rígido y a él se articulan las estructuras bucales, los elementos de sostén respiratorio es decir los arcos branquiales, los opérculos o tapas óseas que protegen las branquias y cierran la cavidad branquial. El número de vértebras difiere según la especie, aunque dentro de una misma especie hay una variación en respuesta a las condiciones del medio acuático durante el ciclo temprano de vida. A las vértebras se relacionan las costillas (espinas) ventrales (o pleurales en la parte ventral de las vértebras) y las costillas dorsales, que pueden o no estar reducidas según la especie.

La musculatura

La musculatura de un pez está segmentada y cada segmento corresponde a paquete muscular (miómero) delimitados por tabiques (mioseptos). Durante la natación estos paquetes se contraen y relajan alternativamente produciendo oscilaciones del cuerpo y de la cola y el movimiento hacia adelante. Las truchas y las percas se impulsan con los miómeros posteriores. Los paquetes musculares forman dos importantes pares de bandas musculares longitudinales: dorsales (musculatura epiaxial) y ventrales (hipoaxial). La musculatura dorsal es maciza hasta la cola pero la ventral sólo es maciza en la cola, dado que en el cuerpo reviste las cavidades donde se alojan los órganos (pericárdica y abdominal). Esta musculatura longitudinal es la fuente de poder de la natación y en los peces de natación más rápida esta masa se incrementa notablemente, de allí que los salmónidos, y atunes sean muy apreciados por su carne. En general, la musculatura representa el 25% del peso húmedo del pez. Otros músculos están relacionados con la contracción cardíaca, la peristalsis, la abertura y cierre de la boca y de los opérculos, etc.

El tejido muscular posee células especializadas en la contracción. Hay dos tipos de músculo estriado (presenta bandas visibles al microscopio) y liso. El primero es denominado músculo voluntario y es el que mueve el esqueleto, el liso rodea las paredes internas de órganos, por ejemplo reviste los vasos sanguíneos y el tubo digestivo y es involuntario. El músculo cardíaco, un tipo especial de estriado, forma las paredes del corazón y al igual que el liso, no está sujeto a la voluntad.

Hay dos tipos de músculo rojo y blanco. La mayor parte de la musculatura está constituida por músculo blanco. Este presenta fibras de rápida contracción y metabolismo anaeróbico (no utiliza oxígeno). Obtiene la energía de la fosfocreatina presente en el músculo en pequeñas cantidades y a continuación utiliza el glicógeno del músculo pero de su combustión se deriva ácido láctico. Los peces pueden presentar rápidas aceleraciones en las persecuciones o en las huidas de los depredadores, con un aumento repentino de la aceleración desde 0 a 1 m/seg. Una fina capa superficial de músculo rojo reviste las fibras blancas. Este músculo rojo tiene fibras de contracción lenta y metabolismo aerobio que utiliza energía proveniente de las reservas grasas de los tejidos adiposos, el glicógeno del músculo y la glucosa del hígado y presenta grandes cantidades de mioglobina (un pigmento que fija oxígeno).

La acumulación de lactato durante la natación puede resultar en una disminución del pH y si el lactato es liberado en sangre esta acidificación dificulta la fijación y transporte del oxígeno por la hemoglobina. A pesar de existir mecanismos que controlan el pH sanguíneo, que promueven en los órganos hematopoyéticos la liberación de células sanguíneas a la sangre y normalizan el transporte de oxígeno, en casos extremos *la acumulación de lactato es tan grande que exige al pez de un cierto tiempo de recuperación y puede llegar a morir*. Existía la creencia entre los pescadores deportivos que para manipular al pez era mejor “agotarlo”, antes de sacarlo fuera del agua para extraerle el señuelo y devolverlo al agua. En estos casos el pez es sometido a una natación intensa y puede requerir hasta de 24 horas para recuperarse y eliminar el lactato, período en el cual resulta extremadamente vulnerable.

ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS

Los peces perciben del medio acuático los numerosos estímulos de tipo mecánico, químico, eléctrico y lumínico a través de sus sentidos. Además del sentido de la visión los peces presentan sistemas mecanosensoriales, electrosensoriales y quimiosensoriales que les permiten obtener información del exterior, realizar sus actividades y comunicarse entre sí. Los peces, para iniciar las migraciones o para reconocer el arroyo donde nacieron deben percibir los estímulos externos de cambios de luz (fotoperíodo) o de composición del agua, para alimentarse deben poder percibir las presas y para todas estas acciones utilizan la vista, estructuras quimiorreceptores y mecanorreceptoras.

Los ojos tienen cristalinos casi esféricos con una córnea aplanada. La totalidad de la lente del ojo se mueve hacia adelante y hacia atrás respecto a la retina para enfocar la vista a diferentes distancias.

Los peces huelen por medio de un par de orificios nasales (narinas) dobles que conducen a una cámara olfativa; muchos de ellos detectan los estímulos olfativos a través de órganos sensoriales o tentáculos que llevan alrededor de la boca o en otras partes del cuerpo.

Los peces oyen sin ayuda de oídos externos. Las vibraciones del sonido son transmitidas a través de los huesos hasta el cráneo y un oído interno que contiene tres canales semicirculares, asegura la percepción de las ondas sonoras y actúa también como órgano del equilibrio. Los peces tienen también órganos sensoriales especiales llamados líneas laterales; consisten en canales que recorren los costados de la cabeza y del cuerpo y están comunicados con el exterior por medio de pequeños poros. La principal función de la línea lateral es detectar vibraciones de una frecuencia muy baja, pero en algunas especies también puede detectar campos eléctricos de poca potencia. En general la línea lateral de los peces les permite detectar vibraciones a más de 3 metros de distancia.

Para la detección de una presa intervienen diferentes sentidos. En los salmónidos se produce una secuencia de detección e identificación de las posibles presas en la que intervienen varios sentidos. El pez detecta la presencia de una presa potencial cuando la combinación de sonido y vibraciones procedentes del señuelo/presa son captadas por el oído y la línea lateral. Puesto que las ondas sonoras se transmiten a largas distancias en el agua, inicialmente el pez es incapaz de distinguir claramente la fuente de tales vibraciones. Cuando la proximidad a la posible presa es lo suficiente para ser distinguida con la vista, este sentido pasa a tomar el mando de las operaciones. En este momento, el pez puede rehusarla o seguir interesado en ella, y en algunos casos el olor que desprende puede ser utilizado como desencadenante final de la aceptación o rechazo de la presa o del señuelo del pescador

Recepción de estímulos lumínicos

En los ojos de los peces hay células fotorreceptoras que contienen pigmentos visuales que capturan los fotones y los absorben, variando su absorción con la longitud de onda según el tipo de pigmento. Los peces de profundidad están más adaptados a capturar fotones de longitud de onda del azul por ser el color que más penetra. La visión en los peces está adaptada a percibir objetos en movimiento pero no es muy precisa para la forma de los objetos. La calidad de la visión varía considerablemente según la especie, siendo más desarrollada en los nadadores de superficie. Los peces óseos distinguen muy bien los colores aunque no lo suficiente como para diferenciar en el color y en la forma entre un señuelo artificial y una presa real.

Los ojos son pares, carecen de párpados y se sitúan simétricamente a los lados de la cabeza o en el dorso, según el hábito del pez, por ejemplo el bagre de los torrentes presenta los ojos dorsales dado su hábito bentónico. Los ojos se alojan en una cápsula esquelética y están relacionados por el nervio óptico al encéfalo. El cristalino, compuesto de agua y proteínas, es esférico y la córnea aplanada de igual espesor. Hay dos cámaras llenas de líquido, el humor vítreo y el humor acuoso. La retina presenta abundantes células de conos y bastones, los primeros permiten una buena visión de los colores en ambientes muy iluminados y los bastones permiten una buena resolución de la imagen particularmente en oscuridad.

Recepción de estímulos mecánicos

El elemento mecano-receptor básico es el neuromasto y se localiza fundamentalmente en el sistema acústico-lateral representado por el oído interno y el órgano de la línea lateral aunque también pueden distribuirse sobre la superficie del cuerpo. El neuromasto consta de una célula sensorial con pelos (cilias) de diferente longitud y una célula de soporte que se colocan intercaladas a intervalos regulares ubicándose en el interior de pequeños conductos superficiales que se comunican por poros con el exterior y entre sí conformando la línea lateral. En muchas especies la línea lateral se bifurca en la cabeza dando lugar a más canales sensitivos. En caso de haber escamas los conductos las atraviesan. La línea lateral está bien condicionada para captar, en el medio cercano al pez, las vibraciones ejercidas por las presas, depredadores o aún los individuos de su misma especie.

En el oído interno la disposición de los neuromastos es más compleja. Se ubican dentro de la cápsula ótica del cráneo en una estructura par, cerrada, denominada laberinto, que contiene líquido (endolinfa) y que a su vez está suspendida en una masa predominantemente líquida, la perilinfa. El laberinto presenta tres canales semicirculares y una ampolla en el extremo de cada canal, en forma de saco, el utrículo, el sáculo y la lagena, que contienen un cuerpo calcáreo u otolito (lapillus, sagita y asterisco) respectivamente y están revestidas en su interior por neuromastos que conforman un epitelio sensorial denominado mácula. Los otolitos son más densos que el pez y ante cualquier movimiento presionan sobre los cilios del epitelio sensorial que transmite los impulsos al encéfalo por el nervio acústico indicándole al pez su posición. Los otolitos aumentan de tamaño por deposición de sales de calcio a lo largo de toda la vida del pez y, al igual que las escamas, son empleados por los ictiólogos para determinar la edad del pez.

Detección de sonidos

La vejiga gaseosa, además de su función hidrostática, responde a la presión actuando como un captador de presión y amplificador de sonidos estimulando, a través de los tejidos corporales, las cilias del epitelio sensitivo del oído interno. Esta transmisión se ve altamente

favorecida en el grupo de los peces ostariofisos donde la vejiga gaseosa dividida en una cámara anterior y una posterior se vincula al oído interno a través de modificaciones de las primeras vértebras de la columna vertebral. Los movimientos en la pared de la cámara anterior de la vejiga son transmitidos a través de huesos especializados hacia el oído interno, amplificándolos, como ocurre en bagres y las mojarras, en Patagonia (denominado aparato de Weber).

Recepción de estímulos químicos

En los peces los órganos del gusto y del olfato, se localizan principalmente en la boca (gusto) y en las narinas (olfato), además de poseer un sentido químico común en la superficie del cuerpo. Ambos mecanismos, que difieren entre sí en los detectores, conexiones nerviosas y sensibilidad, dependen del contacto con las moléculas disueltas en el agua. La recepción de estímulos químicos juega un rol muy importante en la alimentación, en la reproducción, en el reconocimiento de individuos de la misma especie y de los depredadores, en reconocer el sitio de nacimiento y crianza, en percibir sustancias de alarma, entre otros químicos disueltos en el agua, constituyendo uno de los sentidos más antiguos (ha evolucionado desde hace aproximadamente 500 millones de años).

De las dos formas de recepción química, el olfato es el más sensible y el que percibe moléculas a mayor distancia, por lo tanto el más útil para sustancias muy diluidas. Los receptores olfatorios están ubicados en sacos pares, las narinas, que se abren al exterior por dos aberturas que se ubican en la parte anterior y dorsal de la cabeza. Por una abertura entra el agua -inhalante- y sale por la de atrás -abertura exhalante-. Ambas aberturas están separadas por un puente de piel. En el interior del saco se encuentra replegada la mucosa olfatoria. El saco olfatorio está conectado a los lóbulos olfatorios del encéfalo por el nervio olfatorio. Las neuronas olfatorias son las únicas que llevan información del exterior directamente al cerebro.

El sistema del gusto en los peces presenta un rango estrecho de detección. Se ubica principalmente en las branquias, en la cavidad bucal (no en la lengua), aunque en muchas especies los receptores del gusto pueden encontrarse en el tegumento, en las barbillas o en las aletas pectorales. Al igual que otros vertebrados los peces perciben los químicos de sabor dulce, salado, ácido y amargo. En el caso de los bagres, especies fundamentalmente bentónicas adaptadas a lugares con escasa intensidad lumínica, presentan barbillas concentradas alrededor de la boca que tienen una función táctil y quimiosensitiva y son utilizadas para reconocer el alimento del fondo.

BALANCE DE ENERGÍA: RESPIRACIÓN, ALIMENTACIÓN, TRANSPORTE y EXCRECIÓN

Del 100% de la energía ingerida, hay pérdidas por excreción y por calor. La primera pérdida corresponde a lo que no se absorbe (heces) y constituyen las pérdidas más grandes (20-40%) y variables, en función de la digestibilidad del alimento. Las pérdidas por orina son del 3-8% y por el amoníaco branquial. La forma de excreción de los metabolitos del nitrógeno en forma de amoníaco, altamente tóxico, se realiza directamente por las branquias (los animales terrestres lo transforman en urea o ácido úrico, con un mayor gasto de energía).

RESPIRACIÓN (Intercambio gaseoso)

En los peces la respiración, es decir el intercambio de oxígeno -fijación en la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos- y de dióxido de carbono -eliminación desde la

hemoglobina al agua- ocurre entre la película de agua y los capilares sanguíneos en las estructuras branquiales adaptadas a tal fin, las lamelas. El sistema respiratorio encargado de esta función está íntimamente relacionado al circulatorio. El nivel de oxígeno disuelto en el agua es inversamente proporcional a la temperatura y a la cantidad de sólidos disueltos (o sea a mayor temperatura y sales disueltas menor concentración de oxígeno). Cada especie de pez y a su vez cada individuo está aclimatado a los niveles de oxígeno del ambiente donde normalmente habita. Las distintas especies se han adaptado a tolerar determinados rangos de oxígeno desarrollando branquias muy filamentosas, incorporando otros órganos a la respiración como la vejiga gaseosa y la piel. A lo largo del ciclo de vida del individuo también hay cambios en las estructuras respiratorias y los embriones y larvas respiran a través de la piel y una gran aleta impar que rodea el cuerpo. En estos estadios tempranos de vida se puede realizar el intercambio de gases a través del cuerpo dado que: la relación superficie/volumen es alta, no hay escamas, la piel es muy delgada y prácticamente no hay tejidos que se interpongan entre el agua y el sistema. En un pez adulto las branquias ocupan una superficie que representa aproximadamente el 70% de la superficie del cuerpo.

Aunque el pez no se esté alimentando, podemos observar que el bombeo de agua a través de la boca, cavidad bucofaríngea y cavidad opercular es permanente para la respiración. Mediante el empleo de la musculatura, el pez abre la boca en la inspiración, la cavidad bucal se agranda y se crea una fuerza negativa de succión mientras permanecen cerrados los opérculos. Cuando éstos se abren, el agua circula en forma unidireccional y continua hacia el exterior de la cavidad opercular. Los opérculos presentan una membrana, denominada branquiostega, sostenida por elementos esqueléticos, que permite el cierre de la cavidad aislando la cámara del exterior, siendo muy efectiva en algunas especies como en las percas - por ello pueden resistir bastante tiempo fuera del agua a diferencia de los pejerreyes cuyo cierre no es tan eficiente.

En cada cavidad opercular, de los cinco arcos branquiales, cuatro de ellos presentan dos series de holobranquias, separadas por las hendiduras branquiales. Del borde posterior de cada arco branquial se proyectan dos hemibranquias cada una constituida por filamentos visibles a simple vista y de color rojizo por la sangre que circula en su interior. El epitelio que reviste los arcos branquiales posee numerosas células mucosas cuya función es proteger los filamentos branquiales de la abrasión y de agentes patógenos. El intercambio gaseoso ocurre en numerosos repliegues perpendiculares al filamento, las laminillas secundarias o lamelas. Estas laminillas constituyen la unidad respiratoria y presentan un fino epitelio de una o dos células de espesor, separadas por células de sostén entre los capilares sanguíneos. La gran superficie del entramado que forman las laminillas secundarias *y el sistema de contracorriente de la circulación de la sangre y del agua* aumentan las posibilidades de contacto entre el agua y el tejido respiratorio favoreciendo el intercambio de los gases respiratorios. El quinto par de arcos branquiales presenta branquias rudimentarias, las pseudobranquias, que se ubican en la cara interna de cada opérculo.

ALIMENTACIÓN

Los peces, aún en reposo, necesitan energía para realizar sus funciones vitales. La fuente de energía proviene de los alimentos que se componen básicamente de carbohidratos, lípidos, proteínas y vitaminas, aunque también requieren de otros materiales inorgánicos, los minerales. Según la especie, los peces tienen distintos requerimientos y pueden clasificarse en *carnívoros*, *omnívoros*, *herbívoros* y *detritívoros*. Entre los primeros se pueden señalar a los piscívoros (ictiófagos) como la trucha de lago, los salmones del Pacífico, las truchas marrones y entre los autóctonos las percas que alcanzan gran tamaño, los que se alimentan de animales

del fondo principalmente de invertebrados (bentófagos), como los bagres, el adulto del puyen grande y de la peladilla listada, los que se alimentan de animales del plancton (zooplanctófagos), como las larvas de muchas especies de Patagonia, las madrecitas y los pejerreyes.

Los omnívoros se alimentan tanto de vegetales como de animales y responden a este tipo de alimentación los pejerreyes en determinados ambientes. Los herbívoros se alimentan de fitoplancton o de macrófitas, como los adultos de la mojarra desnuda que raspan el perifiton adherido a las rocas. Los detritívoros se alimentan de la materia orgánica que conforma los sedimentos y que contiene microalgas, bacterias y hongos. En Patagonia este último grupo no está representado y el sábalo en el norte argentino constituye un buen ejemplo. De acuerdo a la temperatura del agua, la herbivoría es común en peces de aguas cálidas y en regiones más frías como la Patagonia los peces son carnívoros u omnívoros. La única especie en Patagonia que es principalmente herbívora cuando adulta, la mojarra desnuda que habita sólo en aguas termales.

Los peces presentan modificaciones en la dieta según la edad, la oferta nutritiva del ambiente y la presión por competencia entre especies (competencia interespecífica) o dentro de la misma especie (intraespecífica). En la ontogenia (las distintas etapas de desarrollo de un organismo, desde el óvulo fertilizado hasta su forma adulta) de muchas especies ocurren cambios en la dieta, como en el puyen grande, cuyas larvas cuando inician la alimentación capturan pequeños organismos del zooplancton, mientras que los adultos se alimentan de organismos de mayor tamaño del bentos o aún de peces. La mojarra desnuda es otro ejemplo ya que cuando larva es carnívora y de adulta se alimenta del perifiton. También muchas veces se observa que los peces deben optar por otros ítems alimentarios debido a la competencia, por ser desplazados a otros sitios de alimentación, por el riesgo de ser capturados por peces ictiófagos de mayores tamaños o más agresivos.

Los peces detectan a las presas con la vista, perciben sus olores y el sabor de muchos aminoácidos producidos y liberados por las presas con los quimiorreceptores del sistema olfatorio-gustativo y detectan sus movimientos por los receptores mecánicos ubicados en la línea lateral y el oído interno. Por ejemplo, los bagres utilizan los epitelios quimiosensitivos de las barbillas para ubicar las presas ocultas bajo los sedimentos del fondo. Por su parte, las presas presentan espinas, cubiertas duras, camuflajes o liberan sustancias de alarma como defensa. Muchos depredadores una vez que han consumido ciertas presas eliminan metabolitos con las heces y la orina que a su vez son reconocidos en el agua por las posibles presas, que pueden huir antes de ser vistas por el potencial depredador.

Una vez que la presa es localizada el pez debe atraparla, retenerla e ingerirla, para ello las especies presentan un mecanismo de alimentación particular: tipo suctor, raspador, mordedor o una combinación de acciones de succión y raspado, etc. En general el tamaño de la boca está en relación directa con el tamaño de presa más importante de la dieta de esa especie. Los peces carnívoros deben retener una presa viva en su boca y para evitar que escape en general presentan dientes de tipo caniniforme y muchas veces recurvados hacia atrás para evitar la salida hacia el exterior. Los dientes de los peces raspadores que se alimentan de organismos adheridos a las rocas presentan muchas cúspides y en general este tipo de alimentación combina el raspado con la succión. Los dientes pueden ubicarse en las quijadas (dentario, maxilares, premaxilares), en la lengua y en otras estructuras de la boca según la especie. Pueden, además, existir dientes en la faringe (placas faríngeales) que son utilizados para triturar y aplastar el alimento en su paso hacia el estómago. Los peces

bentófagos, como las percas, en general utilizan la succión como mecanismo para ingerir las presas, al igual que muchos peces zooplantófagos, como los pejerreyes, que han mejorado el mecanismo de succión mediante la protrusión de la quijada superior.

Otro elemento que le permite a los peces retener las partículas son las branquiespinas o rastrillos branquiales. Forman dos series de estructuras espiciformes o filamentosas cuyo tamaño, forma y ubicación varía de acuerdo a la dieta. Se ubican en cada arco branquial en la cara opuesta a los filamentos branquiales. Las percas, por ejemplo, presentan branquiespinas cortas y separadas mientras que los pejerreyes las presentan muy alargadas y juntas para filtrar el agua y retener el plancton. Otras estructuras presentes en la boca son los labios y la lengua, ambos inmóviles.

Una vez ingeridos, los alimentos deben ser transformados en elementos simples que puedan atravesar las paredes del tubo digestivo y pasar a los torrentes sanguíneo y linfático, para ser transportados al resto del cuerpo. El tubo digestivo se inicia en la boca y posee faringe, esófago, estómago, intestino, ano y glándulas anexas: hígado, vesícula biliar y páncreas. Cada porción cumple distintas funciones que hacen a la alimentación, asimilación y eliminación mediante mecanismos mediados por músculos (ingestión, deglución, triturado y egestión), mecanismos enzimáticos (digestión) y mecanismos de transporte activo y pasivo (absorción).

En las distintas especies, de acuerdo a los hábitos alimentarios y la composición de la dieta, cada porción del tubo varía en su anatomía y aún puede estar ausente. De acuerdo al grado de carnivoría o herbivoría los peces presentan adaptaciones para digerir alimentos ricos en proteínas o en carbohidratos complejos, por ejemplo las especies estrictamente carnívoras presentan un estómago bien desarrollado, ciegos pilóricos y un intestino relativamente corto, particularmente las especies piscívoras presentan intestinos muy cortos. En cambio, algunas especies herbívoras carecen de estómago y presentan un intestino muy largo sin ciegos pilóricos. Los pejerreyes (y las carpas) carecen de estómago y presentan un intestino muy largo y replegado y aunque no son herbívoros estrictos ya que también incluyen presas animales pequeñas.

Por la boca ingresan con el agua el alimento y otras partículas. El agua pasa a la cavidad bucofaringea y sale al exterior por la cavidad opercular, mientras se cumple el intercambio gaseoso en las branquias. En cambio, el alimento es retenido en la boca por los dientes y las branquiespinas y pasa al sector posterior del tracto digestivo. Las partículas no deseadas pueden seguir distintas vías, como continuar el flujo de agua y salir por las aberturas operculares, ser retenidas e ingeridas con el alimento o ser eliminadas por la boca en sentido inverso a la corriente de agua como si el pez tosiera. El agua continúa por la faringe y sale hacia el exterior por los cinco pares de hendiduras branquiales, filtrada por las branquiespinas. El alimento es retenido y desde la faringe pasa por un esófago corto y recto que comunica con el estómago. Hasta ese momento el alimento sufre procesamientos mecánicos no enzimáticos, ya que los procesos digestivos propiamente dichos comienzan en el estómago por acción de las enzimas segregadas por las glándulas gástricas de la pared estomacal. En el estómago se realiza la digestión de las proteínas en medio ácido, mediante pepsinas (enzimas que digieren proteínas) y ácido clorhídrico. También hay células productoras de mucus que protege las paredes estomacales para reducir el peligro de una autodigestión del órgano. A esta digestión extracelular en el lumen del tubo digestivo se suma una digestión intracelular, en el interior de las células que reduce grandes moléculas a compuestos más simples. En los peces con estómagos de gruesas paredes musculares también hay una acción mecánica por triturado, que

puede ser ayudada por la presencia de arena y piedritas. El estómago puede ser recto o tener forma en "J" o en "U". El tiempo que permanece el alimento en el estómago puede variar de unas horas a varios días dependiendo de características físicas como la temperatura del agua y de la composición química y tamaño del alimento. De esta manera también se retienen más tiempo en el estómago elementos no digeribles de gran tamaño como exoesqueletos de invertebrados y huesos que ayudan en la trituración del alimento. Los cladóceros y copépodos del zooplancton se digieren mucho más rápido que los cangrejos, es por eso es que muchas veces se subestiman componentes de la dieta (porque no se ven en los contenidos).

El estómago a través de un esfínter se vincula al intestino. Allí pasan los productos parcialmente digeridos. La porción anterior del intestino puede presentar apéndices o ciegos pilóricos que amplían la función digestiva, particularmente de carbohidratos (ej. salmónidos). El intestino posterior o recto evacua las heces al exterior, a través del ano. En el intestino, en virtud de las secreciones propias y del vertido del jugo pancreático y la bilis, se realiza la mayor parte de la digestión enzimática, a pH neutro o alcalino, la absorción de los nutrientes, sales y agua. En el intestino puede existir una importante microflora bacteriana que también secreta enzimas exógenas, particularmente importante en algunas especies de peces herbívoros para la digestión de carbohidratos resistentes (ej. celulosa).

Hay glándulas anexas al tubo digestivo que contribuyen en la digestión: el hígado y el páncreas. El primero, de gran tamaño y generalmente lobulado, se ubica ventral al tubo digestivo en la parte anterior de la cavidad abdominal. El color y el número de lóbulos varían normalmente con la especie, en los pejerreyes tiene color rosa pálido y consistencia mientras que en las percas es más firme y de color rojizo bronce. Entre las muchísimas funciones que cumple el hígado, se pueden citar: segregar sales biliares (bilis) que se acumula en la vesícula biliar y es posteriormente vertida a la porción inicial del intestino durante la digestión ayudando a neutralizar la acidez del quimo (masa pastosa con los restos de los alimentos). También, la bilis, participa en la digestión y asimilación de los lípidos porque actúan como un detergente, que permiten la mezcla de los lípidos con las enzimas que los desintegran.

El páncreas produce el jugo pancreático y segrega la mayor cantidad de enzimas digestivas como proteasas (destruyen proteínas), enzimas que digieren los lípidos (lipasas) y bicarbonato que también neutraliza la acidez del quimo proveniente del estómago. No se lo reconoce a simple vista y según la especie se encuentra diseminado entre los ciegos pilóricos, sobre la superficie del intestino, etc.

Digestión de proteínas

Las proteínas son digeridas por las proteasas, que son las enzimas liberadas por el estómago, el intestino y el páncreas.

Digestión de lípidos

Las lipasas son secretadas por el páncreas y ayudadas por el jugo biliar, que actúa como emulsionante, resultan las encargadas de la digestión de los lípidos.

Digestión de carbohidratos

Los carbohidratos más importantes presentes en el alimento de origen animal son la quitina y el glicógeno y en los de origen vegetal, la celulosa y el almidón.

Los peces que se alimentan de crustáceos tienen enzimas que digieren la quitina. Estas enzimas son secretadas por el estómago y el páncreas, aunque parte de la digestión también puede ser cubierta por las bacterias propias del intestino. Los ciegos pilóricos están entre las

estructuras más importantes para la digestión de la quitina.

No se han encontrado celulasas propias de los peces sino que la digestión es bacteriana.

TRANSPORTE

Los sistemas sanguíneo y linfático son utilizados básicamente para el transporte de elementos. La sangre transporta hormonas, nutrientes, productos de desecho, gases y elementos del sistema inmune. En la sangre hay glóbulos rojos (eritrocitos) y glóbulos blancos (leucocitos: que se pueden dividir en linfocitos, monocitos y granulocitos). El volumen de sangre de un pez representa entre el 2 y el 4 % del peso corporal. Los glóbulos rojos (hasta 3 millones por mm^3) y los glóbulos blancos (entre 20 mil y 150 mil por mm^3) son producidos en los tejidos hematopoyéticos del riñón (riñón anterior) y del bazo. El sistema sanguíneo está conformado por el *corazón* y los *vasos sanguíneos*.

El corazón contráctil se aloja en la cavidad pericárdica y es bicameral, con una aurícula y un ventrículo. Los vasos sanguíneos están constituidos por arterias, arteriolas, venas y capilares. En los capilares es donde ocurre el intercambio de elementos. La circulación sanguínea está relacionada a la linfática, cuyo volumen es 4 ó 5 veces superior al primero. El sistema linfático recoge el líquido que rodea a las células de los tejidos y que da lugar a la linfa, los metabolitos y los elementos celulares que normalmente no pueden atravesar los capilares sanguíneos y los productos de la digestión intestinal, principalmente lípidos. Aproximadamente el 80% del volumen de la linfa se encuentra en la dermis (una de las capas de la piel). Este sistema presenta *corazones linfáticos* en el pedúnculo, a la altura de la base de la aleta caudal, *senos linfáticos* a cada lado del cuerpo, en la primera porción del tronco y *vasos linfáticos* formados por la unión de numerosos capilares ciegos que se vinculan al sistema venoso sanguíneo.

El esquema circulatorio sanguíneo es simple. La sangre ingresa al corazón por el seno venoso, atraviesa la aurícula, el ventrículo muy muscularizado y sale por el grueso bulbo arterial, impulsada por el bombeo de la musculatura del corazón hacia las branquias. Circula por arterias que se subdividen hasta capilarizarse en las unidades respiratorias (lamelas secundarias en los filamentos branquiales) donde se realiza el intercambio gaseoso. Desde las branquias la sangre oxigenada circula por las arterias eferentes uniéndose en una única arteria. Esta arteria por un lado envía un vaso anterior que irriga la región cefálica y por otro da lugar a la aorta dorsal que se orienta hacia la parte posterior del cuerpo por debajo de la columna vertebral, capilarizándose en órganos como hígado, riñón, vejiga gaseosa y todo el tubo digestivo e irriga musculatura y aletas. Desde la cola, la vena caudal transporta la sangre de retorno hacia el corazón, impulsada gracias a la contracción de los paquetes musculares durante la natación o leves movimientos de mantenimiento. Las venas presentan válvulas que impiden el retroceso de la sangre. En cada órgano la sangre es recogida por el sistema venoso (venas abdominales, venas hepáticas, venas cardinales comunes, etc.) para ser nuevamente impulsada a las branquias. La sangre oxigenada circula por arterias y la sangre desoxigenada circula por venas, pasando por el corazón sólo sangre carboxilada y desoxigenada. En cada órgano y estructura la sangre libera oxígeno y nutrientes y fija el exceso de dióxido de carbono y recoge metabolitos de desecho. En el tubo digestivo acumula los nutrientes absorbidos de la digestión y los transporta al resto del cuerpo. En el riñón se capilariza y libera los productos de desecho y exceso de líquidos. Desde las glándulas traslada hormonas hacia los órganos destinatarios.

La reposición de las células y elementos de la sangre y de la linfa se realiza gracias a

la función hematopoyética y linfopoyética de órganos como el riñón anterior (que constituye el principal generador de glóbulos rojos y blancos); el bazo (órgano impar ubicado por debajo del estómago o intestino, que elabora y almacena glóbulos rojos); el timo (ubicado en la unión del opérculo a la cabeza es un activo productor de células sanguíneas durante el desarrollo temprano y luego desaparece cuando el pez desarrolla sexualmente) y las células del epitelio intestinal que producen células sanguíneas en menor medida.

BALANCE OSMÓTICO Y EXCRECIÓN

Osmorregulación

La diferencia en el contenido de sales del medio interno de los peces respecto del agua hace que el pez tienda a hidratarse y perder sales, o a perder agua y ganar sales, según la concentración de sales del ambiente. En las aguas oligotróficas de los lagos patagónicos los peces son hipertónicos (concentración de sales es mucho más alta respecto del medio) entonces hay una tendencia del agua a entrar al pez (para “diluirlo”) y una tendencia de las sales a salir del pez, fundamentalmente iones de sodio y de cloro. El pez debe emplear un mecanismo de regulación activa (con gasto de energía), denominado osmorregulación que le permite mantener una mayor concentración interna de sales respecto del agua. De manera inversa, este mecanismo les permite a los peces marinos evitar la deshidratación y el ingreso de sales.

El intercambio de agua se ve dificultado en la piel gracias a las escamas y el mucus pero se ve favorecido en las branquias. En un pez que vive en un medio hipotónico (ej. aguas cordilleranas), sus fluidos son más concentrados y el agua difunde fundamentalmente a través de las branquias y en menor medida por la piel. En este caso el pez realiza un ingreso activo de iones con un costo energético a través de las branquias y con el alimento. El pez debe bombear el exceso de agua hacia afuera, además de retener los iones que tienden a salir en el proceso de filtrado de los riñones. La orina diluida y copiosa (aproximadamente 1/3 del peso del cuerpo por día) es retenida en la vejiga urinaria y descargada cada media hora aproximadamente. Los peces de agua dulce, a diferencia de los marinos, no beben agua.

En contraste, los peces marinos sufren la pérdida de agua a través de las branquias y piel a un ritmo elevado. Para compensar esta pérdida constante beben agua (aproximadamente 1% de su peso por hora) y, a lo largo del tubo digestivo, extraen los iones del agua transformándola de hipertónica en hipotónica respecto del medio interno del pez y de esta manera la pueden absorber en el intestino. El exceso de sales es eliminado con gasto energético gracias a las células de cloro que están distribuidas principalmente en los epitelios branquiales. Estas células especiales eliminan los excesos de iones Na^+ y Cl^- . Adicionalmente la orina es concentrada, eliminando otros iones como magnesio y sulfato (Mg^+ y SO_4^{2-}). La cantidad de orina producida diariamente es del 1 al 2 % del peso del cuerpo.

Excreción

La excreción se realiza mediante los riñones, órganos pares generalmente fusionados en el adulto, que se encuentran en posición dorsal ubicados por arriba de la vejiga gaseosa y por debajo de la columna vertebral. Se comunican con el exterior a través del poro urinario a través de conductos independientes que luego se fusionan y desembocan directamente al exterior o, en algunas especies, a una vejiga urinaria donde se almacena la orina y donde ocurre también intercambio de iones y de agua. El sistema excretor le permite al pez eliminar elementos de desecho transportados por la sangre en forma de orina y participar en la osmorregulación manteniendo el balance interno.

La unidad funcional del riñón es la nefrona y varía de acuerdo a si son peces marinos o de agua dulce. El riñón tiene dos aportes diferentes de sangre, el arterial, a través de la arteria renal y el venoso, a través del sistema porta renal. En el interior de las nefronas los vasos sanguíneos que provienen de la arteria renal se capilarizan (dando lugar al glomérulo) y ocurre la filtración de pequeñas moléculas de sales, agua y productos de desecho transportadas por la sangre. Estos productos ingresan a una cápsula y por túbulos pasan al conducto urinario para su eliminación posterior. En los túbulos el sistema venoso porta renal se capilariza y ocurre gran parte del intercambio de iones, hay filtración y se reabsorben algunos elementos para ser devueltos al sistema circulatorio. Los peces que viven en agua dulce producen abundante orina muy poco concentrada y no necesitan largos túbulos, por el contrario los peces marinos presentan túbulos largos para retener el agua y eliminar escasa orina muy concentrada, dado que prácticamente carecen de glomérulos.

Hay especies que están adaptadas a tolerar grandes cambios en la concentración de sales y se desplazan entre los estuarios y los ríos sin dificultad. Otras especies anádromas como los salmónidos toleran en su vida temprana estrechos rangos de concentración de sales y en su etapa juvenil sufren un proceso de cambio fisiológico denominado esmoltificación (pasan de un juvenil denominado parr a un juvenil llamado smolt) y adquieren capacidades para tolerar el ambiente marino. Sufren cambios en el comportamiento agrupándose en cardúmenes, se orientan a favor de la corriente del agua para acceder al medio marino, sufren cambios morfológicos mediante la adquisición de una coloración plateada que oculta las manchas parr típicas del juvenil de agua dulce, se altera su metabolismo preparándose para vivir en un medio hipertónico con la consiguiente necesidad de retener líquido y eliminar sales de manera activa. Los peces que no han completado la transformación de parr a smolt no migran al mar permaneciendo en agua dulce.

La excreción de desechos nitrogenados tóxicos, principalmente amonio (NH_4^+) es realizada por el sistema branquial. Junto con la liberación de los productos residuales del proceso digestivo, los peces excretan amoníaco (NH_3) a través de las branquias y algunas especies de agua dulce también agua. Algunos productos residuales (como la guanina) los depositan en su propio cuerpo, debajo de la piel. Son estos depósitos de guanina los que contribuyen a sus coloridos iridiscentes.

MIGRACIONES Y CONTROL OLFATORIO DEL HOMING DE LOS SALMÓNIDOS

Hay migraciones reproductivas, de cría y para alimentarse. El concepto de regresar al lugar de nacimiento (homing) garantiza la homogeneidad genética de una población nativa. El término homing significa el retorno del pez (a casa = a un lugar ocupado anteriormente) merced a la migración. De acuerdo al tipo de migración y a la edad en que migran los peces, se han creado diferentes términos para denominarlos:

- 1) Diádromos: peces que migran entre el agua dulce y al mar.
 1. a. Anádromos: pasan la mayor parte de la vida en el mar y migran al agua dulce a desovar (mayoría de salmónidos y ciclóstomos).
 1. b. Catádromos: pasan la mayor parte de sus vidas en el agua dulce y migran al mar a desovar (puyen chico).

1. c. Anfidromos: migran al agua dulce o al mar en etapas definidas del ciclo de vida por otros propósitos que no son el desove (*Salvelinus alpinus* y *Salmo trutta*, en el Ártico, regresan al agua dulce para evitar los fríos inviernos en el mar).

2) Potamódromos: las migraciones ocurren totalmente en agua dulce (truchas, charrs y salmón encerrado en Patagonia). Estos migran del sitio de engorde (el lago) a los afluentes aguas arriba o a los emisarios aguas, a los sitios de desove.

3) Oceanódromos: migran exclusivamente en el mar

La mayoría de los salmónidos realiza dos migraciones, una reproductiva al agua dulce, cuando adultos, y la otra para engorde en el mar, cuando juveniles (smolt). En la mayoría de los salmónidos se ha comprobado experimentalmente que en los ambientes naturales la orientación es olfativa aunque hay casos en que participa, además, la vista. Para demostrarlo, los investigadores ocluían las narinas de algunos salmones migrantes con algodón y vaselina y los liberaban con el resto, previo a algún afluente. Los peces con el olfato ocluido se distribuían en forma indistinta en los dos arroyos mientras que los normales se dirigían en una única dirección. Sin embargo, de acuerdo a las técnicas de oclusión se han obtenido distintos resultados, por ejemplo para la cutthroat que utiliza tanto la visión como el olfato para migrar, la migración se hace más lenta cuando se les ocluye la visión que cuando se les ocluye el olfato, demostrando la importancia de este órgano para la identificación de los sitios.

También se ha demostrado que la dependencia sobre el olfato es mayor que la visual para migrar en agua dulce. Los peces ciegos, aunque se demoran, finalmente llegan a destino, mientras que los peces con las narinas ocluidas no arriban al lugar de origen. Experimentos más actuales han demostrado que si se cauteriza la córnea de salmones del Atlántico o de truchas marrones, pueden orientarse con éxito desde aproximadamente 100 km de distancia, sin embargo cuando cortan los nervios olfatorios, no pudieron orientarse ni aún siguiendo visualmente a individuos de la misma especie sin tratar.

La hipótesis del imprinting y del comportamiento controlado por feromonas

Algunos autores sostienen que los salmónidos juveniles se condicionan a olores característicos del arroyo de cría, en su migración hacia el mar mientras ocurre la esmoltificación (parece ser el período de imprinting) y van reconociendo y grabando olores característicos producidos principalmente por la vegetación y el tipo de suelo, que luego van a reconocer cuando adultos en su migración reproductiva. Sin embargo, otros autores hablan de feromonas liberadas por los juveniles mientras descienden los arroyos que son captadas por los adultos cuando migran (la cola de los juveniles se solapa en el tiempo con los primeros reproductores que ascienden). Estas feromonas se producirían en el hígado de los juveniles de salmónidos y serían liberadas con las heces. Si bien el imprinting se acepta actualmente, no sería el único mecanismo, se confirmó que hay feromonas producidas por coespecíficos en el arroyo, aún a nivel familiar, que serían reconocidas por el olfato. Aún hay dudas con relación al tiempo de imprinting, los elementos reconocidos, el momento en que sucede y cuánto dura.

Los salmónidos presentan reotaxis positiva (se enfrenta a la corriente de agua) y así reconocen con el olfato los olores. Para explicar el fenómeno de reotaxis negativa en los salmónidos para migrar, se habla de un rechazo frente a un sitio desconocido, razón por la que se alejan corriente abajo. Así actualmente se explica la migración de los salmónidos como un comportamiento controlado por olfato que responsable de una secuencia de movimientos reotácticos (positivos o negativos).

El homing permite mantener la pureza de las poblaciones. El aprendizaje de rastros (por ejemplo imprinting) durante posibles períodos sensitivos y las respuestas innatas a feromonas de poblaciones locales son teorías opuestas que intentan explicar el fenómeno de homing.

La contaminación génica con escapes de pisciculturas y siembras con cadenas genéticas extrañas también afectan directamente la comunicación a través de las feromonas (específicas para cada población), poniendo en riesgo el éxito del homing y la estructura de las poblaciones de cada curso de agua.

REPRODUCCIÓN

Una de las funciones que cumplen los peces es la de perpetuar la especie a través de la reproducción, de tipo sexual, que en general presenta sexos separados. En algunas especies o bajo determinadas condiciones del medio pueden registrarse cambios de sexo en un mismo individuo, hermafroditismo, partenogénesis (Forma de reproducción asexual por hembras no fecundadas), etc. esto refleja cierta labilidad sexual en los peces con relación a otros grupos de vertebrados.

En los peces el sexo tiene una determinación genética, en los salmónidos las hembras son homogámicas para la determinación del sexo y tienen cromosomas **XX** (sus productos sexuales sólo serán **X**). El macho es heterogámico y produce cromosomas **XY**, así la presencia o ausencia del cromosoma **Y** determina el sexo. Sus gametas sexuales serán **X** e **Y**.

Si bien los peces presentan diferencias morfológicas, anatómicas y de comportamiento reproductivo de acuerdo a la especie, puede decirse que en general ambos sexos presentan gónadas (ovarios y testículos). Las gónadas son órganos pares situados dorsalmente en la cavidad abdominal y suspendidos de ésta por tejido conectivo, por debajo de la vejiga gaseosa. Pueden estar fusionados parcial o totalmente o estar fusionados sus conductos. Estos conductos se abren al exterior a través de un poro situado entre el ano y el poro urinario por donde son evacuadas las gametas (células sexuales) que se producen en la madurez.

Los peces presentan en las gónadas una línea de células germinales a partir de las cuales se diferencian las gametas. En los machos, los testículos producen espermatozoides (por un proceso denominado espermatogénesis). En los salmónidos la estructura de los testículos es lobular, las células germinales en la medida que se van diferenciando en espermatogonias que se dividen repetidas veces dando lugar a células más diferenciadas, los espermatoцитos que en las repetidas divisiones se acercan al lumen del túbulo y en el testículo maduro ya se han diferenciado en espermatozoides. Son expulsados al exterior por los conductos deferentes que a su vez pueden desembocar en una vejiga o bien abrirse directamente al exterior. En la maduración los testículos pueden alcanzar el 20% del peso del pez. Los espermatozoides son células que poseen un núcleo central con la información genética (el ADN), rodeado de muy poco citoplasma con organelas que producen energía para la natación (mitocondrias). Este núcleo está rodeado por una membrana y tiene un flagelo que le permite movilizarse. Su vida es muy breve de medio a 1 minuto.

En las hembras los ovarios presentan células sexuales madres denominadas ovogonias que por división dan lugar a ovocitos (por un proceso denominado ovogénesis), cuyo número varía según la especie. A lo largo de la ovogénesis en las distintas etapas de diferenciación celular ocurre un proceso denominado vitelogénesis por el cual se acumula en el citoplasma

de las gametas de la hembra las reservas sintetizadas en el hígado (lipoproteínas) que van a nutrir al embrión. Los ovocitos están en un folículo, rodeados de células que los nutren. Cuando maduran se liberan del folículo. Los ovocitos salen al exterior por conductos (percas) o en la madurez quedan libres en la cavidad abdominal de la hembra como es el caso de los salmónidos. En este caso, carecen de gonoductos, hay una especie de embudo que concentra los ovocitos, reuniéndolos para su evacuación al exterior, que salen junto con el líquido folicular. Los ovocitos pueden madurar y ser liberados todos juntos (mecanismo que emplean muchas especies de Patagonia) o las hembras presentar varias puestas en el día o en la temporada reproductiva. A diferencia del espermatozoide, el ovocito debe reunir una serie de condiciones: resistir el medio externo por medio de una envoltura que permita generar internamente un microambiente; proveer elementos nutritivos al embrión, etc.

Según la especie de pez, se segregan envolturas externas a la envoltura vitelina, como por ejemplo envolturas gelatinosas en los bagres, adhesivas en las percas o con filamentos adhesivos como en los pejerreyes. El diámetro de los ovocitos maduros varía con la especie pero dentro de una misma especie varía de acuerdo al estado de condición de la hembra y a la edad de la hembra. En las truchas, el tamaño del huevo (=ovocito fertilizado e hidratado) normalmente oscila entre 3 y 5 mm, en general en los salmones del Pacífico y del Atlántico los tamaños máximos alcanzan los 7- 8 mm de diámetro. Se trata de huevos grandes con abundante vitelo.

En la época reproductiva los adultos desarrollan caracteres reproductivos secundarios particularmente en la coloración u otras estructuras como la prolongación del hocico de los salmónidos machos. Sin embargo, se ha observado que los machos de algunas especies para poder reproducirse con éxito presentan distintas estrategias de acuerdo a la talla a la que alcanzaron la primera madurez sexual. En los salmónidos hay machos denominados intrusos o “sneakers” de menor tamaño (maduraron tempranamente) que conservan caracteres juveniles y de esta manera pueden intervenir durante la cópula de una pareja evitando que el macho con caracteres sexuales desarrollados lo reconozca y lo ataque y así lograr fertilizar ovocitos y perpetuar sus genes. En otros grupos de peces hay machos denominados satélites que son intermedios entre los machos bien desarrollados y los sneakers, son similares a hembras y permanecen con la pareja durante la cópula sin que el macho lo aleje y puede en ocasiones fecundar los ovocitos.

Hay diferentes modos de reproducción, en general la fertilización del ovocito por el espermatozoide es externa y ocurre en el medio acuático (especies ovíparas) donde una o más hembras liberan ovocitos que son inmediatamente fecundados por uno o más machos. Hay especies en las que la fecundación es interna y la madre suplementa a los embriones con nutrientes hasta liberarlos en avanzado estado de desarrollo –vivíparas- o retienen los huevos y también liberan los juveniles pero no les aportan más nutrientes que los que les proveyeron en el vitelo del ovocito –especies ovovivíparas-. En algunos ambientes de Patagonia como el Río Negro o arroyos de la Meseta de Somuncura habitan las madrecitas, en estas especies los machos presentan modificaciones de la aleta anal en un órgano intromitente adaptado para la cópula y, en estos grupos, la puesta de huevos es reemplazada por la liberación de juveniles.

El fenómeno reproductivo es regulado por el sistema nervioso, con coordinación del hipotálamo (en el piso del encéfalo) y la hipófisis encargada de la producción de las hormonas que viajan por el torrente sanguíneo a los órganos de destino. La información recibida por el pez mediante los sentidos, está desencadenada por cambios en el ambiente (ej. temperatura, precipitaciones o en las horas de luz vs horas de oscuridad (fotoperíodo)). En los salmónidos

este último es la señal ambiental más importante captada por el pez para que inicie el proceso reproductivo.

Fertilización

En el ovocito las envolturas dejan libre una abertura (micrópilo) y un canal por donde puede penetrar un espermatozoide y acceder a la membrana plasmática del ovocito, donde se produce el reconocimiento de membranas, que desencadena el proceso de fertilización. El espermatozoide es un transportador de ADN y su estructura está diseñada para el desplazamiento y la generación de energía para dicho movimiento. Como carece de todo mecanismo que le permita enfrentar el choque osmótico tiene una vida muy corta. La fecundación implica optimizar el acceso del espermatozoide a la membrana plasmática del ovocito y, por otro lado, impedir el acceso de un segundo espermatozoide para evitar la fecundación polispermica. La llegada de los espermatozoides al ovocito se ve favorecida por su alto número y la intensa motilidad de éstos. A diferencia de otros grupos animales, en los peces no hay un bloqueo eléctrico de la membrana que impide el acceso de otros espermatozoides. La inhibición de la polispermia se debe al diámetro del micrópilo, similar al de la cabeza del espermatozoide. Así el espermatozoide que accede por detrás no reconoce la membrana ovocitaria, dado que queda en contacto con el primer espermatozoide. Luego hay otros procesos que aglutinan a los espermatozoides y cierran el micrópilo.

Durante todas las etapas del ciclo temprano de vida, dada la fragilidad e indefensión de las crías, muchas especies denominadas precociales presentan algún tipo de cuidado parental (ej. protegiendo la progenie en un nido, la incuban en la boca, etc.). Las hembras de salmónidos producen ovocitos grandes ricos en vítelo, previo a la puesta hacen un nido cubriendo luego con grava los huevos fecundados que luego abandonan, otras especies del norte argentino permanecen luego de la puesta cuidando el nido como en el caso de las tarariras. Las especies denominadas altriciales no presentan cuidados parentales y, en general, producen enormes cantidades de pequeños ovocitos con muy poca inversión energética por individuo (ej. puyenes).

Cuando ocurre la fertilización, es decir, la unión de los núcleos del espermatozoide y del ovocito (ambos haploide, o sea con un único juego de cromosomas), se forma una célula diploide (doble número de cromosomas) que dará lugar al embrión en virtud de una serie de eventos como la segmentación, la gastrulación y la formación de órganos (organogénesis).

Hay dos patrones generales de desarrollo del ciclo de vida en peces: los ciclos directos e indirectos. En un ciclo directo se reducen las etapas críticas del desarrollo temprano de vida con la provisión de abundante vítelo en los ovocitos y, así, del huevo emerge directamente un juvenil -o un alevín en el caso de los salmónidos-, que ha reducido las etapas larvarias. No obstante, en general, los peces de Patagonia presentan un desarrollo indirecto en el cual luego de la eclosión (la ruptura de la envoltura del huevo), emerge un embrión con saco vitelino que generalmente no se desplaza y se nutre de sus reservas energéticas contenidas en el saco (hasta esta etapa es similar a los salmónidos). Cuando comienzan a capturar alimento del medio acuático (alimentación exógena) se transforman en una larva (esta etapa es la que se reduce en los salmónidos). Esta larva es totalmente diferente al adulto y debe sufrir una transformación morfológica y anatómica llamada metamorfosis. En esta se pierden estructuras y se forman otras nuevas, dando lugar a un juvenil que ya presenta las características del adulto aunque aún no ha madurado sexualmente. Este tipo de desarrollo indirecto se observa en puyenes, peladillas, pejerreyes, percas y en la mojarra desnuda.

En el caso de los salmónidos el período embrionario se extiende desde la activación del ovocito hasta más allá de la eclosión, cuando adquiere la alimentación exógena. El período larval se encuentra reducido a un vestigio, el alevino, el que inmediatamente deviene en dos formas sucesivas de juvenil, el parr y el smolt, separadas entre sí por una segunda metamorfosis, la esmoltificación.

Hay varios momentos en el desarrollo de vida temprano de los peces que son críticos para la supervivencia. Cuando no pueden nadar y huir de depredadores o de condiciones inadecuadas de calidad de agua: cuando el pez aún se encuentra dentro del huevo o luego de la eclosión, cuando es un embrión de vida libre con un enorme saco vitelino. Otro momento crítico es cuando comienza la alimentación exógena ya que deben estar presentes los organismos adecuados para su captura, porque de lo contrario muere rápidamente de inanición. El embrión debe desarrollar rápidamente las estructuras relacionadas con la captura del alimento es decir los ojos, la boca y las aletas pectorales que evitan el cabeceo y permiten dirigirse a la presa. Al principio la respiración es cutánea y los embriones y las larvas presentan una única aleta impar continua que rodea al cuerpo y la cola y amplía la superficie respiratoria. En la cavidad opercular están desarrollados los arcos branquiales para participar en la captura del alimento pero aún no presentan los filamentos branquiales que intervienen en el intercambio gaseoso.

En el juvenil temprano el tegumento se ha engrosado, en las especies con escamas éstas ya comienzan a formarse, la aleta impar continua se ha fraccionado diferenciándose las aletas dorsales y anal como elementos independientes, la respiración cutánea deja de ser efectiva y el intercambio gaseoso ocurre en las branquias, que ahora sí son funcionales.

Heredabilidad

Al estudiar la variabilidad en una población hay que tener en cuenta dos componentes principales, la variabilidad genotípica (hereditaria) y la fenotípica que tiene que ver con el efecto del ambiente.

Los peces, como en el resto de los vertebrados, son diploides ($2n$) con un número fijo de cromosomas en cada especie. Todas las células del organismo, en su núcleo tendrán ese número $2n$ de cromosomas, con excepción de sus gametas en donde los cromosomas se han reducido a la mitad. Al producirse la fertilización con la unión de dos gametas, nuevamente se logra recuperar el número diploide de cromosomas correspondiente a la especie. Cuando ocurre la formación de las gametas ocurren procesos de división celular (denominadas mitosis y meiosis). En los espermatozoides, el número cromosómico está reducido a la mitad (n). Con relación al cromosoma vinculado al sexo la mitad de los espermatozoides que produce el pez portarán un cromosoma **X** y la otra mitad el cromosoma **Y**. En las hembras los ovocitos tienen un número haploide de cromosomas (n) y con relación al cromosoma sexual sólo tendrán ovocitos con el cromosoma **X** (ya que carecen de cromosoma **Y**). Un proceso, que sólo ocurre en las hembras, en la reducción del número cromosómico, deben eliminar los cromosomas en un corpúsculo polar. Sin embargo, retienen el segundo corpúsculo polar en el interior del ovocito, de allí que en los peces los ovocitos nunca llegan a constituir un verdadero óvulo. Este mecanismo de retención del segundo corpúsculo polar es aprovechado por el hombre para producir individuos triploides.

Manipulaciones genéticas

La determinación del sexo puede manipularse. La maduración sexual en los machos está más adelantada y ocurre al final del primer o segundo año de vida; en las hembras ocurre a fines del segundo o tercer año. Este proceso interfiere con la eficiencia de la conversión del

alimento y en el crecimiento debido a que parte de las reservas energéticas se destinan a la producción de gónadas (entre un 8 y un 30%). Para los productores de carne de pescado es una etapa a eliminar. También hay otras consecuencias negativas para los productores de carne en esta etapa con los machos porque se incrementa la agresividad y la susceptibilidad a las enfermedades.

Hay distintos procedimientos usados por los productores, usar planteles monosexo hembra o planteles de triploides. Hay diversas técnicas (masculinización de alevinos, inactivación génica del esperma, bloqueo de la expulsión del segundo corpúsculo polar).

Masculinización de alevinos

Cuando las truchas inician la alimentación exógena, el piscicultor les suministra con el alimento hormona masculina (andrógenos). De esta manera, los machos desarrollan normalmente pero las hembras desarrollan testículos (estas parecen fenotípicamente machos). Cuando los peces maduran el piscicultor prueba los peces, descartando los machos fluyentes. En el caso de los neomachos (las hembras masculinizadas) si bien llegaron a formar testículos carecen de conductos de salida (por eso no se observa esperma fluyente). Los neomachos deben ser sacrificados para la obtención de las gametas. De esta manera el productor se garantiza que ningún espermatozoide tenga el cromosoma Y, ya que provienen de una hembra cuyos cromosomas sexuales son XX.

Bloqueo del segundo corpúsculo polar

Con esta metodología se impide la eliminación del segundo corpúsculo polar en los ovocitos. Luego de la fertilización en seco, el piscicultor da un choque térmico elevando la temperatura del agua durante la hidratación de los huevos. De esta manera la migración del corpúsculo no ocurre y el ovocito mantiene entonces los cromosomas de su núcleo (n), el núcleo del espermatozoide (n) y al no eliminar el segundo corpúsculo polar, se suma otro paquete de cromosomas (n) produciendo un nuevo individuo triploide (3n). Con relación a los cromosomas del sexo la progenie triploide será XXX o XXY.

Las hembras triploides (XXX) no forman gónadas pero los machos XXY llegan a formar gónadas. Para obtener triploides sólo hembras se combinan las dos metodologías anteriores y se producen neomachos con espermatozoides sólo X. Estos se utilizan para fertilizar ovocitos de hembras normales (XX) y se realiza el bloqueo del segundo corpúsculo polar (X). En los triploides obtenidos se tienen como cromosomas ligados al sexo la X del espermatozoide, la X del ovocito y la X del segundo corpúsculo polar.

INTEGRACIÓN DE FUNCIONES

El sistema nervioso utiliza señales eléctricas que se desplazan muy rápidamente por los nervios para informar de acciones a órganos efectores y está íntimamente ligado al sistema endocrino, de transmisión mucho más lenta ya que las hormonas elaboradas por las glándulas son transportadas a los órganos efectores por el sistema circulatorio.

Control hormonal

Las hormonas, sustancias químicas sintetizadas en órganos y tejidos, son vertidas directamente al torrente circulatorio y se dirigen a blancos específicos (órganos que las reconocen en la sangre mediante receptores específicos) regulando la reproducción, el metabolismo, la osmorregulación, las migraciones entre otras funciones. Es decir, regulan funciones muy específicas activando o inhibiendo. Las glándulas están íntimamente ligadas al sistema nervioso. Hay hormonas que son liberadas al agua y se denominan feromonas. Un ejemplo de control hormonal puede describirse cuando se recibe un estímulo externo por los

órganos de los sentidos y la información es transmitida por señales nerviosas al sistema nervioso central, se estimula el hipotálamo y este sintetiza y libera hormonas y sustancias mensajeras hipotalámicas al torrente sanguíneo, son captadas por la glándula pituitaria, la cual a su vez sintetiza y libera hormonas a la sangre las que son reconocidas por receptores del órgano destino o blanco y actúa de manera acorde. Las glándulas reconocidas en los peces (ya sea formando tejidos glandulares u órganos que contienen células glandulares) son la hipófisis, el hígado, el tejido gastrointestinal, la parte anterior de los riñones, el páncreas, los corpúsculos de Stannius, la urófisis y las pseudobranquias. Estos tres últimos son exclusivos de los peces teleósteos.

Sistema nervioso

En el curso de la evolución de los vertebrados, la concentración de los órganos sensoriales en la parte anterior del cuerpo tuvo un efecto importante sobre la formación del cerebro, el cual se ha ido convirtiendo progresivamente en el órgano superior de dirección de toda actividad. En la mayor parte de los peces el sistema nervioso central consiste en una médula espinal, un gran cerebelo, un par de lóbulos ópticos, un cerebro pequeño y una médula oblongada o bulbo raquídeo. La forma y tamaño de las diversas partes del cerebro varían mucho de una especie a otra. En los peces, a diferencia de los vertebrados terrestres donde los hemisferios del cerebro anterior asumen el papel de centro coordinador, las diferentes zonas del encéfalo están conectadas con los órganos sensoriales. El encéfalo constituye el principal componente del sistema nervioso y está alojado y contenido en una cavidad cartilaginosa y ósea denominada neurocráneo. El encéfalo de los peces al igual que el de los vertebrados inferiores tiene tres protuberancias: el prosencéfalo, el mesencéfalo y el romboencéfalo. El prosencéfalo primitivo se divide en dos partes principales el telencéfalo y el diencefalo.

El telencéfalo o cerebro olfativo está enteramente al servicio del órgano olfativo, con un mayor desarrollo en los peces de olfato fino. Está relacionado con los nervios olfatorios y su función principal es la de integrar, por ejemplo, los estímulos olfatorios con el comportamiento alimentario, reproductivo, de huida, etc. Es el encargado de dirigir el comportamiento de los peces en el momento de la freza, de los cuidados de los huevos y de los alevines. Parece tener importancia en el aprendizaje y la memoria. El diencefalo es un importante centro de mantenimiento del equilibrio interno y donde reside el sentido del gusto. Asimismo, está unido al sistema endocrino por la hipófisis y de él parte el nervio óptico. El diencefalo está compuesto por el epitalamo, el tálamo y el hipotálamo. El epitalamo está vinculado al telencéfalo y a la función olfatoria y presenta, además, el órgano pineal que es sensible a la luz y regula todas las actividades fisiológicas que están influenciadas por los ciclos diarios y estacionales de luz (fotoperíodo). El hipotálamo es el centro de integración del encéfalo y allí convergen nervios aferentes y eferentes vinculando todas las regiones del cerebro transmitiendo información que hace al estado de equilibrio interno del pez, integrando la función endocrina de la glándula hipófisis (pituitaria).

El mesencéfalo o cerebro medio, es el más voluminoso en los peces al presentar dos lóbulos ópticos muy desarrollados, y es donde se registran y traducen las impresiones visuales (donde se integran las señales visuales con otra información sensorial y la actividad motora).

El metencéfalo es donde se localiza el cerebelo, que se encuentra sobre la cara superior del cerebro, inmediatamente detrás de los lóbulos ópticos, siendo su función principal la de coordinar los movimientos y la orientación, controlar la actividad natatoria, la posición y el equilibrio, integrando la información de la línea lateral.

El mielencéfalo es la última región del encéfalo, es la médula oblonga la cual vincula

el encéfalo con la médula espinal. Controla el ritmo respiratorio (inhalación y exhalación), las funciones gustativa, táctil y la del sistema acústico lateral. La médula espinal se dispone longitudinalmente desde la cabeza a la cola alojándose en el canal neural y está protegida por los arcos neurales de las vértebras de la columna vertebral. En los teleósteos superiores termina en una glándula endocrina, la urófisis. De la médula salen y arriban fibras nerviosas que inervan varios tejidos internos y órganos. La mayoría de las fibras nerviosas sensoriales de algunos de los nervios craneales. Hay una asociación próxima entre la médula y los nervios que llevan los impulsos desde y hacia la piel y la línea lateral, el sistema gustativo y las vísceras.

El tejido nervioso está compuesto por dos tipos de células: las células nerviosas o neuronas (que transmiten el impulso nervioso) y células de la glía que asisten a las neuronas (células de la neuroglía cuando están en el sistema nervioso central en el cerebro y la médula espinal, las células de Schwann, cuando se encuentran fuera de él).

Las neuronas, de distintas formas y tamaños, presentan prolongaciones citoplasmáticas o dendritas las cuales reciben el impulso (de otra neurona o de un órgano sensorial), el cuerpo de la célula y el axón que conduce la señal electroquímica hacia afuera de la célula. Las neuronas reciben señales del ambiente externo o del interno, o de otras neuronas, integran la información y la transmiten a otras neuronas, músculos o glándulas. La conexión entre neuronas o entre una neurona y un músculo, es denominada sinapsis. En la sinapsis elementos químicos –neurotransmisores- como la dopamina, serotonina y acetilcolina, son los que transfieren el impulso nervioso hasta la siguiente célula.

Un impulso nervioso es una carga eléctrica que viaja por la membrana celular de una dendrita o axón de una neurona a través de una bomba de Na-K, el interior de la membrana de la neurona tiene carga negativa y el exterior está cargado positivamente. Cuando los iones Na y K cambian de lugar, esto provoca la inversión de cargas lo que provoca la transmisión del impulso nervioso.

El encéfalo, la médula, los nervios craneales y raquídeos (el sistema nervioso central) son responsables de la integración y la coordinación de los estímulos externos del medio ambiente captados a través de los órganos de los sentidos y de la transmisión de las señales a los músculos y a las glándulas y en general a órganos efectores. De acuerdo a la función, hay un sistema nervioso somático que vincula la información del sistema sensorial con los músculos y con el sistema nervioso central y en general es de control voluntario. Por su parte, el sistema nervioso autónomo -formado por nervios y ganglios simpáticos que se ordenan segmentariamente a ambos lados de la médula espinal y nervios parasimpáticos localizados cerca del órgano que inervan- es el encargado de regular las funciones de los órganos internos (corazón, intestino, etc.) y está íntimamente relacionado con el sistema nervioso central. La regulación cardíaca, el movimiento respiratorio de las branquias y la peristalsis están regulados por células nerviosas o neuronas, que reciben y envían impulsos nerviosos y células de sostén o soporte. En los peces se ha observado cierta reparación del tejido nervioso y que el número de neuronas aumenta con el crecimiento del cuerpo.

ESTRES

Las condiciones ambientales adversas y la manipulación de los peces producen una serie de perturbaciones en el funcionamiento de los sistemas vitales que configuran este cuadro general. El estrés se puede definir como la suma de todas las respuestas fisiológicas por las cuales el animal trata de mantener o reestablecer un metabolismo normal frente a un factor físico o químico que lo perturba, que es externo y se denomina estresor. Es muy común que en los peces luego de una situación estresante (ej. la captura con señuelos), se vean señales tales como: la disminución de las defensas, desequilibrios endocrinos, circulatorios etc. Todo lo cual debilita notoriamente al pez, e incluso puede ocasionarle la muerte o hacerlo

extremadamente susceptible al ataque de patógenos con las que normalmente convive.

El síndrome general de adaptación (SGA) permite al pez reaccionar adecuadamente para reestablecer los parámetros normales de funcionamiento fisiológico y de esta manera alcanzar nuevamente su equilibrio, de este modo esta primera etapa es muy beneficiosa para el organismo. No obstante, una segunda consecuencia posible es el perjuicio que sufre el pez cuando se ve sometido a un estresor de manera crónica, desgastando así las energías y llevándolo a un estado de inmunosupresión y hasta potencialmente puede ocasionarle la muerte.

El síndrome general de Adaptación tiene tres posibles etapas:

1. Reacción de Alarma: también denominada respuesta primaria, se caracteriza por la estimulación del sistema nervioso y la liberación de hormonas (glucocorticoides y catecolaminas) que dan origen a la segunda fase de resistencia.
2. Fase de Resistencia: también llamada respuesta secundaria, se caracteriza por una serie de respuestas asociadas con: la redistribución de energía que provoca una disminución de proteína en el músculo y de glucógeno hepático, un incremento de la glucosa en sangre, un aumento del ritmo cardíaco y del flujo sanguíneo y una alteración de los niveles de ácidos grasos plasmáticos. Estas medidas tienen como consecuencia un marcado desequilibrio del balance hidromineral, la alteración de la producción de otras hormonas y de respuestas inmunológicas que pueden afectar muchas funciones del organismo. No obstante, estas respuestas secundarias ayudan al organismo a combatir el estrés o alcanzar una situación de compensación.
3. Fase de agotamiento: también denominada respuesta terciaria, se caracteriza por una disminución de las reservas energéticas que tiene como consecuencia retardos en el crecimiento, reducciones dramáticas de la resistencia infecciones, menores actividades de alimentación y letargo. A nivel poblacional se observa una disminución en el número de ejemplares por muerte de los más débiles.

Los factores estresantes son todos aquellos que constituyen una sobrecarga para el organismo y pueden ser de origen natural (temperatura, pH, oxígeno, salinidad, turbidez, tóxicos, patógenos, depredadores, reproducción, etc.) y antrópicos (manipulación, transporte, perturbaciones, extracción, etc.).

Segunda Parte:

PECES DE AGUA DULCE DE PATAGONIA

ESPECIES NATIVAS

Bagre otuno *Diplomystes viedmensis*



El bagre otuno o aterciopelado tiene un único par de bigotes (barbillas), cuerpo desnudo sin escamas, dos aletas dorsales, la segunda adiposa muy grande. La boca es amplia y se abre ligeramente hacia abajo (posición sub-terminal). El color es grisáceo con manchas oscuras, el vientre sin manchas es de color crema. El adulto puede superar los 35 cm. de longitud total.

Es una especie que busca refugio y se alimenta en el fondo de ríos y lagos (hábitos bentónicos), come crustáceos, sanguijuelas e insectos acuáticos.

Se la encuentra en ríos, lagos y embalses patagónicos de Patagonia Norte y Centro, aproximadamente hasta el río Chubut. Se encuentra en los Parques Nacionales Nahuel Huapi y Lanín y particularmente en las cuencas de los ríos Limay y Negro. De las especies de peces presentes en los Parques Nacionales de Patagonia, el bagre aterciopelado es el de mayor valor de conservación para la Administración de Parques Nacionales.

Bagre de torrentes *Hatcheria macraei*



El bagrecito de torrente habita ríos y lagos de la Patagonia. No tiene importancia deportiva. Es un pez pequeño, en general los adultos capturados no superan los 12 cm de largo total, aunque hay registros de tallas mayores (16 cm). Presenta tres pares de bigotes (barbillas), dos pares son gemelos, uno de posición maxilar y el otro par de posición nasal. Tiene espinas en los opérculos, una sola aleta dorsal en la mitad posterior del cuerpo y carece de aleta adiposa. El color en general es marrón a oliváceo con el dorso más oscuro que el vientre y presenta manchas negras irregulares.

Se alimenta de organismos del fondo principalmente larvas de insectos. Se reproduce en primavera y los estadios tempranos se desarrollan en zonas de escasa profundidad y temperaturas del agua más elevadas en primavera y verano. Los juveniles y adultos viven protegidos bajo las rocas en ríos y arroyos y en los lagos se los encuentra en el bentos litoral.

En Patagonia es una especie ampliamente distribuida. Su presencia está registrada en los Parques Nacionales Lanin, Nahuel Huapi, Lago Puelo y Los Alerces. Se distribuye hasta la provincia de Santa Cruz.

Puyen grande o puye *Galaxias platei*



El puyen grande está presente únicamente en el sur de Argentina y de Chile. No tiene importancia deportiva aunque se lo consume por constituir su carne blanca una importante y rica fuente de proteína animal. Es un pez que puede alcanzar el kilogramo de peso, carece de escamas y no posee barbillas. Presenta una sola aleta dorsal ubicada en la parte posterior del lomo (dorso) y enfrentada a la aleta anal, iniciándose por delante de esta última, y con una aleta caudal recta. La coloración es oscura verdosa con el vientre color crema aunque varía según el ambiente. La especie está bien representada en los Parques Nacionales Nahuel Huapi, Lanin, Lago Puelo, Los Alerces, Perito Moreno y Tierra del Fuego.

Se reproducen desde fin de otoño hasta principios de primavera entre la vegetación del fondo en la zona litoral de los lagos. Los juveniles tempranos nadan en cardúmenes pero a medida que crecen se hacen de hábitos bentónicos y solitarios, permaneciendo ocultos en los fondos rocosos o con troncos sumergidos. Carnívoros, los puyenes depredan sobre organismos del fondo capturando camaroncitos (anfipodos), larvas de mosquitos (dípteros) y libélulas. Es la especie de Patagonia más ampliamente distribuida, habita ríos, arroyos, lagos de cordillera y lagunas muy ricas en nutrientes de estepa, desde el río Colorado hasta Tierra del Fuego, tolerando amplios rangos de temperatura y salinidad.

Puyen chico o puye *Galaxias maculatus*

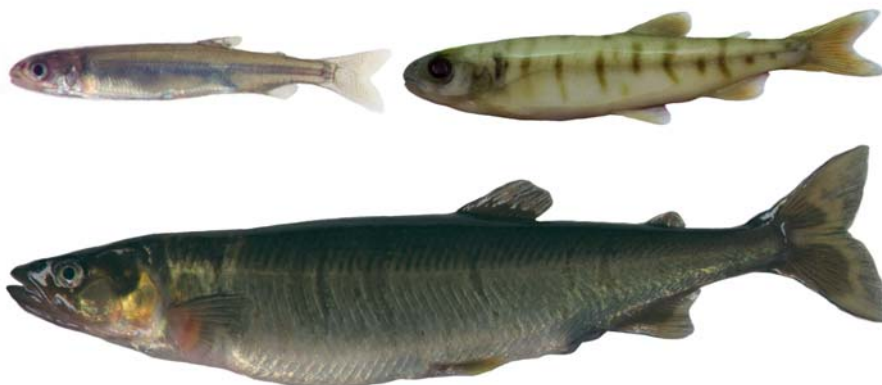


El puyen chico presente en Nueva Zelanda, Australia, Chile y Argentina es observado con frecuencia nadando en cardúmenes sobre la costa de los lagos. Es un pez de pequeño tamaño y a diferencia del puyen grande, rara vez supera los 10 cm de largo total. Carece de barbillas y el cuerpo no posee escamas, presenta una única aleta dorsal que se inicia a la altura de la aleta anal o ligeramente por detrás y las aletas pélvicas de posición abdominal. La posición de la aleta dorsal respecto de la anal y la aleta caudal en forma de hoz permiten diferenciar las dos especies del Género *Galaxias*.

En la Argentina desova en lagos en primavera-verano. Los juveniles tempranos migran de la zona profunda a la zona litoral. En Chile, durante el otoño realiza migraciones reproductivas, al contrario de los salmónidos, el adulto desciende los ríos para desovar en los

estuarios (catádro), esta situación se detectó también en las poblaciones del Río Santa Cruz. Las larvas son arrastradas con la corriente mar adentro para vivir en el mar de 4 a 6 meses. Los juveniles forman grandes cardúmenes y realizan importantes migraciones al agua dulce. En esta etapa son explotados comercialmente tanto en Chile como en Australia y Nueva Zelanda. Esta especie está bien representada en los Parques Nacionales Nahuel Huapi, Lanín, Los Glaciares y Tierra del Fuego.

Peladillas



Son exclusivas del Hemisferio Sur, encontrándose únicamente en el sur de Chile y Argentina. A partir de la introducción de los salmónidos en ambos países las poblaciones de peladillas se han visto afectadas por depredación y competencia. A diferencia de lo que ocurrió con los puyenes, muchas poblaciones han desaparecido o su número se ha visto notablemente reducido en numerosos cursos y cuerpos de agua. A las especies de este grupo se les debería atribuir un importante valor de conservación ya que presentan actualmente una distribución muy restringida, con relación a su distribución en el pasado.

La peladilla listada *Aplochiton zebra* tiene dos aletas dorsales, la segunda es adiposa y carece de escamas. El cuerpo es ahusado con bandas verticales en sus flancos, de color oscuro, la boca es corta, el hocico redondeado y los ojos grandes. Aunque fue citada en numerosos sitios incluyendo la gran cuenca del Nahuel Huapi y el río Negro entre 1930 y 1945 actualmente sólo ha sido registrada en las cuencas de los lagos Lácar, Puelo y Futalaufquen. Son carnívoros y se alimentan principalmente de larvas de insectos. Los juveniles nadan en cardúmenes en la zona litoral.

Pejerrey patagónico *Odontesthes hatcheri*



El pejerrey patagónico es una de las bellas especies de la región, su forma es esbelta e hidrodinámica. Con el cuerpo recubierto de escamas, el pejerrey se caracteriza por presentar dos aletas dorsales, la segunda no adiposa con radios, boca protráctil y una estola plateada en ambos flancos sobre la línea lateral. Su dorso es mucho más oscuro que el del pejerrey bonaerense que fue introducido en la Patagonia (lago Pellegrini y otras cuencas).

Si bien su alimentación es omnívora, tiene una fuerte preferencia por el plancton animal (pequeños organismos que viven en la columna de agua). Se desplaza en cardúmenes en ambientes con abundante vegetación litoral que le brinda no solo cobijo sino el lugar

adecuado en donde fija sus huevos adhesivos. Los juveniles del pejerrey constituyen un importante alimento para los salmónidos y en aquellos lagos con escasos refugios para esta especie, ha desaparecido.

Percas

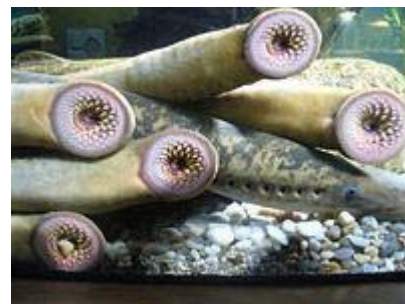


Las percas poseen una aleta dorsal diferenciada en una parte anterior sostenida por 6 a 9 espinas fuertes y una parte posterior con radios blandos, una aleta anal con tres espinas anteriores y aletas pélvicas de posición torácica. Las escamas son grandes, la boca es protráctil, el cuerpo es de color pardo dorado con manchas más oscuras y puede presentar variaciones según el ambiente. Los adultos en general son de hábitos solitarios, aunque se concentran, formando cardúmenes, en la época de desove. Los juveniles forman cardúmenes permanentes. Todos los estadios de vida son carnívoros y los adultos de la perca de boca grande son piscívoros siendo el puyen chico la especie forrajera por excelencia, mientras que los salmónidos contrariamente a la creencia generalizada constituyen presas ocasionales.

Se la pesca deportivamente. Lamentablemente entre los pescadores mal llamados deportivos existe la creencia de que la perca desplaza a los salmónidos. Cuando se realizaron las primeras siembras de salmónidos, a partir de 1904, las percas no lograron detener la increíble dispersión de los mismos, por el contrario resultaron deslazadas de algunos ambientes. Si bien no se realizaron estudios a principios del 1900, se dispone de datos que demuestran su desaparición en el lago Gutiérrez, donde actualmente los estudios señalan la presencia de salmónidos y la ausencia de percas. Sin embargo, en aquellos lagos de Patagonia cuyas temperaturas son más elevadas, con amplias costas vegetadas, continúa siendo el depredador tope mejor adaptado.

Lampreas *Geotria australis*

Las lampreas de Patagonia son vertebrados que a diferencia de los demás peces óseos carecen de mandíbulas, de opérculos, hendiduras branquiales y aletas pares. Los adultos viven en el mar y son parásitos de peces y en algunas ocasiones de orcas. El cuerpo carece de escamas y es anguiliforme, cilíndrico pudiendo en el adulto superar los 50 cm de longitud total.



Tienen aletas dorsales y/o aleta caudal. Presentan una única abertura nasal mediana y siete pares de orificios branquiales, la boca redondeada en el adulto forma un disco de tipo succionador con dientes o placas córneas con los que se fija al hospedador del que obtendrá restos de tejidos y sangre. Las lampreas migran al agua dulce a desovar. Las larvas viven en el agua dulce y se alimentan de organismos unicelulares, algas y detritos. Cuando emergen del huevo, las larvas viven de 2 a cinco años en el río y luego sufren transformaciones hasta convertirse en un adulto que migra al mar, donde continúa su crecimiento por algunos años más hasta la madurez reproductiva. Mueren luego del desove.

Antes de las construcciones de las represas por el río Limay ascendía para desovar aguas arriba la lamprea *Geotria australis* pero con el represamiento del río su migración reproductiva fue alterada. También ascienden por otros ríos de vertiente Atlántica, como el río Chico de Santa Cruz, hasta Tierra del Fuego y por los ríos de vertiente Pacífica como el río Corcovado.

ESPECIES INTRODUCIDAS

Salvelinos o charrs **Trucha de arroyo *Salvelinus fontinalis***

Es originaria del este de los EE.UU. y Canadá. Fue introducida en la Patagonia desde 1904 y resultó ser de los salmónidos más apreciados por los pescadores deportivos, por la calidad de su carne y su gran belleza. En la Argentina se lo encuentra en la mayoría de los arroyos fríos y transparentes de la Patagonia y en algunos ríos de la región Cuyana.



Su coloración es notable, el dorso verde oliva presenta manchas vermiculadas amarillas en forma de gusanos o vermes. Sobre sus flancos tiene pintas rojas, muchas veces rodeadas por un halo azulado. Las aletas pares (pectorales y pélvicas), la aleta anal y la caudal son llamativas ya que presentan, a diferencia de los demás salmónidos, el extremo anterior blanco con el borde negro. El cuerpo está cubierto de escamas pequeñas muy poco visibles, lo que de la idea equivocada que tienen cuerpo es desnudo.

Se alimenta de caracoles, invertebrados acuáticos e insectos terrestres que caen accidentalmente al agua. Los ejemplares de mayor tamaño incorporan peces a su dieta. En general los arroyos fríos de montaña tienen una reducida fauna nutritiva siendo este factor, además de las bajas temperaturas, el determinante del menor desarrollo que alcanza esta especie en dichos ambientes. Sin embargo, en algunos lagos más productivos puede alcanzar tallas superiores a las que presenta en su sitio de origen en el hemisferio norte. Esta especie desova a mediados del otoño, en el mes de mayo fundamentalmente. Si bien los salmónidos en general ascienden ríos y arroyos para desovar, también realizan descensos reproductivos desde un lago al río.

Salmones y truchas del Atlántico (Género Salmo)

Salmo salar variedad *sebago*

Salmo trutta

Salmón del Atlántico o salmón de agua dulce *Salmo salar*

El salmón del Atlántico migra al océano Atlántico para continuar su crecimiento y a diferencia de los salmones del Pacífico, no muere después del primer desove pudiendo desovar uno o dos años más. Esta especie presenta variedades encerradas que no migran al mar sino que cumplen todo su ciclo de vida en el agua dulce en lagos de Rusia, EEUU (lago Sebago, Maine) y en Canadá.



El salmón del Atlántico en nuestras aguas no migra al mar sino que permanece todo su ciclo de vida en el agua dulce. Son los peces más codiciados por los pescadores deportivos de la Patagonia por su gran combatividad, por los saltos espectaculares que realizan fuera del agua y sus famosas “corridas”. Precisamente su nombre, salmón, significa “saltarín”. El tamaño que alcanza el salmón encerrado (menor que el salmón migrador del Atlántico) puede superar los 8 K. Si bien otra de sus cualidades fue en el pasado la excelente calidad de su carne, por la mayor proporción de musculatura y el intenso color anaranjado, actualmente en Patagonia se exige su devolución al agua con el menor daño posible, por ser el salmónido más buscado pero de distribución más restringida.

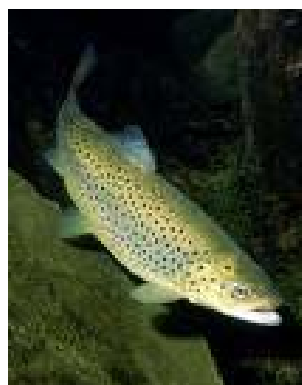
El salmón es más esbelto que las truchas y los salvelinos al presentar una cabeza más pequeña en relación al cuerpo y tronco. El pedúnculo caudal adelgazado permite sujetar al pez por éste, a diferencia de las truchas. La aleta caudal es más ahorquillada con una hendidura media. El dorso es azulado con manchas negras, algunas en forma de “x”, poco abundantes y ausentes en las aletas. Cuando se presentan en los opérculos son escasas. No están rodeadas por un halo claro como en la trucha marrón.

Los peces nativos constituyen un componente tan importante de la dieta como los crustáceos y en menor proporción los insectos y otros organismos acuáticos. La época de desove es temprana con relación a todos los demás salmones y truchas, semejante a la de los salvelinos, concentrándose en el mes de mayo.

Trucha marrón *Salmo trutta*

Es nativa exclusiva de Europa y del oeste de Asia. Ha sido ampliamente distribuida por todo el mundo. Se caracteriza por su coloración dorada con el dorso generalmente marrón, flancos plateados y vientre amarillento.

Tiene pintas anaranjadas en los flancos y manchas muy notorias oscuras con un halo ligeramente más claro ubicadas en el dorso, los opérculos y en los flancos hasta bien por debajo de la línea lateral. Generalmente, la aleta adiposa presenta una coloración anaranjada.



La aleta caudal puede tener manchas pero en general son escasas y están ubicadas en el lóbulo superior. Hay una forma más plateada en los lagos que se puede confundir fácilmente con el salmón encerrado e incluso con la trucha arco iris plateada. Se diferencia del primero por su cabeza más grande en relación con el cuerpo, la aleta caudal de bordes rectos y por tener manchas oscuras con bordes claros en casi todo el cuerpo, principalmente dorso, opérculo y aletas. Las truchas, en general, son muy plásticas y presentan variadas formas. En el caso de las truchas residentes de río, son de menor tamaño, su coloración es bien dorada con pintas anaranjadas y son más sedentarias que las que migran a los lagos. Sin embargo, la forma lacustre migratoria es plateada. Las formas marinas alcanzan un desarrollo promedio mayor que las encerradas. En la provincia de Santa Cruz y Tierra del Fuego se observa que las truchas marrones que tienen posibilidad de migrar al mar, cuando regresan a los ríos muestran una coloración plateada semejante a la del salmón.

Las truchas marrones son muy voraces y en su dieta predominan peces nativos y estadios pequeños de truchas, cangrejos y langostas de ríos. Son las truchas más longevas, se han encontrado ejemplares mayores de 18 años de edad, con tallas que superan los 100 cm y los 16 K de peso. La época de desove se concentra principalmente en el invierno, entre los meses de junio y julio.

Truchas y salmones del Pacífico

Originarios de los Océanos Pacífico y Ártico, entre Asia y EEUU. *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris), *Oncorhynchus kisutch* (salmon coho o plateado silver), *Oncorhynchus tshawytscha* (salmón rey o chinook) y *Oncorhynchus masou* (salmón japonés o cherry, exclusivamente asiático) son algunas de las especies de salmónes que han sido introducidas en Patagonia.



Foto: *O. tshawytscha*

Salmones del Pacífico

Los salmones del Pacífico mueren después de efectuar el desove (semélparos), en una migración reproductiva al agua dulce (anádromos). El salmón coho y el salmón rey fueron sembrados a principios del 1900 en las cuencas atlánticas pero no hay datos que demuestren que prosperaron. Actualmente sí ingresan por las cuencas pacíficas desde Chile provenientes de escapes de los cultivos en jaulas.

Trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* (Kamloops, steelhead)

Nativa de la costa este del Pacífico, en el hemisferio Norte, desde Alaska hasta el norte de México, es la trucha que ha sido mas ampliamente distribuida en todo el mundo. La trucha arco iris se distingue de los demás salmónidos por la ancha banda purpúrea en cada uno de sus flancos desde el opérculo a la cola, coloración que se acentúa en la estación reproductiva.



La variedad Kamloops es residente de lagos, mientras que la steelhead (cabeza de acero) es una trucha arco iris anádromo que realiza migraciones entre el agua dulce y el mar. La trucha cabeza de acero o “steelhead” es la misma especie pero difiere de la forma residente de ríos y lagos (la forma Kamloops) porque migra al mar para completar su crecimiento y regresa al agua dulce a desovar, al igual que los salmones (especies anádromas). En el río Santa Cruz se da la única forma de steelhead de sudamérica. Es un río muy caudaloso, más pobre en alimento que los otros grandes ríos de vertiente atlántica Negro y Chubut y las truchas arco iris han generado una forma migradora que vive en el mar y migra hasta las nacientes del río formando una población que parece estar aislada de las arco iris residentes que tienden a permanecer en los primeros sectores del río.

Su dorso es verde oliva y los flancos plateados tornándose blanca en el vientre. Presenta manchas negras redondeadas en casi todo el cuerpo principalmente en el dorso. La aleta dorsal y la caudal están profusamente moteadas. El borde externo de la aleta anal puede ser blanco en las truchas que frecuentan los arroyos. En los lagos hay una forma plateada con el dorso azulado y sin estola rojiza. En este caso se la confunde con el salmón encerrado o con la trucha marrón de lago que es una forma más plateada. Se diferencia del primero por tener el pedúnculo caudal grueso, la aleta caudal menos ahorquillada y manchas negras en las aletas. Se diferencia de la trucha marrón fundamentalmente por carecer de manchas con ocelos (manchas oscuras rodeadas por una aureola más clara).

Es un pez carnívoro de dieta muy variada que consiste principalmente de invertebrados acuáticos. Alcanza mayor tamaño que la trucha de arroyo y, en general, menor que la trucha marrón. Esta especie se reproduce desde mediados de invierno, fundamentalmente en la primavera y puede extenderse el desove hasta principios de verano. En diciembre aún pueden

encontrarse individuos maduros en las aguas del centro y norte de Patagonia. A diferencia de los salmones del Pacífico no muere después del primer desove, realizando varios desoves en su vida.

Por ser la trucha más rústica y tolerante, se adapta a una mayor gama de condiciones ambientales que otros salmónidos y es por esto que se la cría en forma artificial. En los criaderos se han logrado variedades de mayor crecimiento, mayor porcentaje de carne y que desovan en diferentes épocas del año. La steelhead desova a partir de mediados de agosto con un pico entre septiembre y octubre, mientras que el pico de ingreso en el río es a principios de abril, regresando al mar en noviembre. Los reproductores que desovan varios años, permanecen 5 meses en el mar y 7 meses en el río Santa Cruz. La estimulación del desove parece ser el aumento de la temperatura del agua del río (de 4°C a 10°C). Se desconoce qué ocurre en sectores intermedios del río y si hay cruzamiento entre ambas poblaciones (residentes y migradoras), como ocurre en otras partes del mundo con ejemplos contrarios, de cruzamiento y de aislamiento. A diferencia de los salmones del Pacífico la mayoría de las steelhead no mueren después del desove y repiten la migración al mar por dos períodos y el desove dos o más veces (iteroparidad).

Tabla 1: características, resumidas, de las cuatro especies de salmónidos más abundantes de la región patagónica.

EN PATAGONIA	Trucha arco iris	Trucha marrón	Salmón del Atlántico	Trucha de arroyo
Nombre científico	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmo trutta</i>	<i>Salmo salar</i>	<i>Salvelinus fontinalis</i>
Origen	Costa oeste desde México hasta Alaska	Europa y Asia occidental	Cuenca del Atlántico norte	Costa oeste de EEUU y Canadá
Formas	Encerradas Anádromas	Encerradas Anádromas	Encerradas Anádromas	Encerradas
Pesos máximos Kg	10,9	16,3	10,5 (encerrados) 36 (anádromos)	7,3
Edad máxima años	5 encerrada 8 anádroma	20	11	7-8
Época de desove	Primavera (agosto a noviembre)	Invierno (mayo a julio)	Otoño (abril a mayo)	Otoño (abril a mayo)
Diámetro huevos (mm)	3 - 5	4 - 5	5 - 7	3,5 - 5
Coloración del Cuerpo	Dorso verde azulado, flancos plateados con banda iridiscente o purpúrea, vientre blanco	Dorso marrón, flancos amarillos, vientre crema. Anádromas con flancos plateados	Dorso azulado, flancos plateados y vientre blanco	Dorso verde oliva, vientre claro o rojizo
Coloración de las Manchas cuerpo	Con manchas negras redondeadas en cabeza, tronco y cola	Con machas marrones rodeadas de halo claro (ocelos). Con motas rojas.	Con pocas manchas negras sin halo claro, algunas en forma de X.	Con manchas vermiculadas (en forma de vermes) color crema. Con pintas azules o rojas
Coloración de las Aletas	Aletas muy moteadas. Las manchas alineadas con los radios	Aletas con manchas oscuras, las ventrales, anal y caudal sin manchas, adiposa anaranjada.	Aleta dorsal anterior con pocas manchas	Aletas pares, anal y caudal con borde anterior blanco delimitado de negro
Forma cuerpo	Cuerpo robusto, boca no	Cuerpo robusto, boca grande	Cuerpo estilizado, cabeza	Cuerpo robusto, boca no

	llega al borde posterior del ojo, pedúnculo caudal grueso, aleta caudal levemente escotada	hasta al borde posterior del ojo, pedúnculo caudal grueso, aleta caudal levemente escotada	pequeña, pedúnculo caudal afinado, aleta caudal escotada	llega al borde posterior del ojo, pedúnculo caudal grueso, aleta caudal levemente escotada
Alimentación adulto	Se alimenta de día (amanecer y atardecer) en la columna de agua, superficie y fondo de insectos acuáticos, macrocrustáceos, zooplancton	Voraz, oportunista. Prefiere horas de mayor oscuridad que la arco iris. Grandes presas: insectos acuáticos y terrestres cangrejos y langostas, peces .	Anfípodos, cangrejos y langostas, peces	Bentófaga: insectos, crustáceos, moluscos, y peces en menor medida

Tercera parte:

HISTORIA DE LAS INTRODUCCIONES DE SALMÓNIDOS EN ARGENTINA

El Perito Francisco Pascasio Moreno en el transcurso de sus expediciones a la Patagonia fue el primero en evaluar la posibilidad de incorporar especies de mayor valor comercial desde el punto de vista del aprovechamiento deportivo y le hizo la sugerencia al gobierno Argentino. Así, en 1892 con la visita del Dr. Fernando Lahille, reconocido especialista en peces invitado a estudiar las condiciones de la Patagonia, el Ministerio de Agricultura de la Nación ordena en 1900 que se realicen los estudios para la importación de salmónidos. Así como Lahille recorrió la confluencia del Limay y del Neuquén, el Dr. Felipe Silvestre (naturalista italiano) recorre el río Santa Cruz con el fin de introducir Salmón del Atlántico, entre otros. Los planes de aclimatación de salmónidos en Patagonia se han llevaron a cabo sin considerar la capacidad invasora de las especies ni las relaciones interespecíficas que se podían producir, afectando la biodiversidad nativa ni los impactos sobre el ambiente. Así, en 1903 a pesar de las recomendaciones de Lahille de esperar a tener mayores estudios sobre la fauna nativa y las condiciones ambientales, como para tener éxito, se contrata a la persona que estaba a cargo de la División de Piscicultura del Departamento de Comercio de los EEUU, el Sr. John W. Titcomb, para analizar la capacidad productiva de nuestras aguas. Así elige en la Estancia el Cóndor el denominado 'Manantial de Molina' con temperaturas constantes de 9 - 10 °C y 500 l/min para instalar una piscicultura que recibiera los primeros envíos de salmónidos. Se contrató a otro técnico americano (E. Tulián) para el traslado de las ovas que debían soportar un viaje de 50 días en hielo en una cámara frigorífica a 4°C. Este fue el primer jefe de Servicio de Piscicultura quien se desempeñó por 5 años. Así, luego de varios estudios y de la visita de expertos contratados se realiza el primer envío. En esta primera etapa que transcurre hasta principios de 1930 se firma un convenio con la Fisheries & Wildlife Service de EEUU, se construye una pequeña piscicultura en la boca del río Limay, y se llevan a cabo una serie importaciones y siembras que fueron apoyadas por un fuerte trabajo de piscicultura por parte de las autoridades de Agricultura de la Nación.

PRIMERA IMPORTACIÓN: Tulián se embarca en enero de 1904 con 7 cajones con ovas embrionadas de cuatro especies:

Coregonus clupeaformis, 'whitefish', corégonos: 1.000.000 (*)

Salvelinus fontinalis, trucha de arroyo: 102.700

Salvelinus namaycush, trucha de lago: 53.000

Salmo salar sebago, salmón encerrado: 50.000

* Los corégonos se sembraron nuevamente en 1940 y en 1965 (700 mil embriones) pero fracasaron.

Como los barcos que veían directamente desde EEUU a Bs As no tenían cámaras frigoríficas, debía venir vía Nueva York- Southampton (Inglaterra) – BsAs, dado que esta empresa sí tenían grandes cámaras para trasladar las carnes que llevaban de Argentina. A principios de marzo son descargados en la piscicultura. Se estableció que las pérdidas no superaron el 20%. Se sembraron la totalidad de los corégonos (900.000 alevinos) en el lago Nahuel Huapi y fue la siembra que se consideró con mayor éxito, aunque nunca se capturó un ejemplar. Los demás alevinos se sembraron en Nahuel Huapi, Trafal, Espejo y Gutiérrez. También se guardaron en la piscicultura lotes de las tres especies y en 1907 se

realizó el primer desove en sudamérica de salmónidos obteniéndose 270.000 ovas de trucha de arroyo.

A mediados de 1904 se realizó otra importación, que trajo Mr. Ormsby desde Nueva York con ovas embrionadas de arco iris.

SEGUNDA IMPORTACIÓN:

Oncorhynchus mykiss steelhead 20.000

Oncorhynchus mykiss no anádroma: 50.000

En el viaje comenzaron la eclosión y antes de llegar a Nahuel Huapi las sembraron en la laguna La Grande (¿Carrilafquen Grande?) a 40 leguas de Bariloche (y 60 leguas de Gral. Roca). Ormsby reemplazó a Tulián quien fue a Bs As a planear otras siembras en otras provincias como Córdoba, en donde se construyó un criadero en Alta Gracia para tal fin.

TERCERA IMPORTACIÓN: Así el tercer envío se realiza a principios de 1905 con destino Alta Gracia con:

Salvelinus fontinalis (trucha de arroyo): 300.500

Salvelinus namaycush (trucha de lago): 224.000

Salmo salar sebago (salmón encerrado): 30.000

Oncorhynchus tshawytscha (Quinnat): 100.000

Oncorhynchus mykiss: 92.000

El salmón Quinnat se perdió casi totalmente (sobrevivieron 5.000) y las trucha arco iris sufrieron importantes pérdidas (el 50%). Como la temperatura del agua era elevada (18 °C) la mortalidad fue alta, así que se enviaron a la piscicultura de Nahuel Huapi los sobrevivientes que fueron sembrados en los ríos de la zona.

CUARTA IMPORTACIÓN

Tulián preparó el cuarto envío, partió de EEUU a principios de 1906 con

Oncorhynchus tshawytscha (Salmón Quinnat o rey): 300.000

Oncorhynchus nerka (salmón sockeye): 122.500

Oncorhynchus kisutch (salmón plateado): 92.500

Salvelinus fontinalis (trucha de arroyo): 60.000

Salvelinus namaycush (trucha de lago): 80.000

Oncorhynchus mykiss trucha arco iris (25.000)

Salmo salar, salmón de agua dulce (30.000)

En Southampton adquirió ovas de *Salmo salar* Salmón del Atlántico (25.000) y *Salmo trutta* trucha marrón (6.000). Las truchas marrones fueron muriendo en el viaje. Se llevaron a Santa cruz y se mantuvieron en una piscicultura. Se esperaba tener éxito y luego se pensó que las tres especies de salmones del pacífico habían fracasado. Sin embargo debe tenerse en cuenta el ingreso de salmones del Pacífico al arroyo Catarina en Glaciares, etc.

QUINTA IMPORTACIÓN

El quinto envío a principios de 1908 desde EEUU a cargo de Tulián:

Lota lota (Gadiformes) Cod fish 'bacalao de agua dulce' originario de EEUU y Europa, pariente de la merluza: 3.000.000

Oncorhynchus tshawytscha: 300.000

Oncorhynchus nerka (Sockeye o Salmón lomo azul): 104.000

Oncorhynchus kisutch o Salmón plateado: 90.000

Salvelinus fontinalis (trucha de arroyo): 75.000

Salvelinus namaycush (trucha de lago): 75.000

Oncorhynchus mykiss Trucha arco –iris: 30.000

Salmo salar sebago (salmón encerrado): 15.000

La mortalidad del bacalao fue muy alta durante el viaje por lo que se desestimó su traslado a la Argentina (desembarcándose en Southampton) y no se volvió a intentar su introducción. En Inglaterra se agregó Salmón del Atlántico 20.000 ovas que fueron llevadas a Santa Cruz. En el lago Argentino y en manantiales próximos se sembró la trucha de lago, el salmón encerrado y el salmón sockeye. El resto de las especies se liberaron en el río Santa Cruz y en tributarios como el río Gallegos y afluentes. La trucha arco iris se sembró en su totalidad en el río Santa Cruz.

SEXTA IMPORTACIÓN

El sexto envío, en 1908, a cargo también de Tulián, comprendía embriones de truchas arco iris steelhead provenientes de EEUU a los que sumó trucha arco iris de Alemania.

Oncorhynchus mykiss (steelhead): 300.000

Oncorhynchus mykiss (trucha arco iris encerrado): 50.000

Estas ovas fueron llevadas a Córdoba, a un criadero en la Cumbre. De allí se llevaron a una piscicultura en Tucumán que se constituyó en un centro de dispersión para el resto del país. Recién en 1924 se realiza la primera siembra de trucha arco iris en Patagonia norte, en el lago Pellegrini (lago artificial creado en 1914).

SEPTIMA IMPORTACIÓN

La 7° remesa se realizó en 1909, a cargo del Sr. Valette y fue la primera en no requerir de un americano para el traslado. Se trajeron desde EEUU, vía Southampton.

Oncorhynchus tshawytscha 200.000

Oncorhynchus kisutch (salmón plateado): 100.000

Oncorhynchus nerka (salmón lomo azul): 100.000

Salvelinus fontinalis (trucha de arroyo): 50.000

Salvelinus namaycush (trucha de lago): 25.000

Oncorhynchus mykiss arco iris 50.000

Salmo salar sebago (salmón encerrado): 15.000

Se llevaron en su totalidad a Santa Cruz y fueron incubados en la estación de piscicultura del río Santa Cruz. Tulián renuncia y regresa a los EEUU.

OCTAVA IMPORTACIÓN

Un nuevo piscicultor americano es nombrado y trae una nueva remesa de ovas de EEUU con:

Oncorhynchus tshawytscha: 200.000

Oncorhynchus kisutch (salmón plateado): 100.000

Oncorhynchus nerka (lomo azul o sockeye): 100.000

Salvelinus namaycush: 50.000

Salmo salar (Salmón de agua dulce): 25.000

La totalidad fue destinada a la piscicultura de Santa Cruz y llegó en excelentes condiciones.

En 1930 el Dr. Tomás J. Marini reemplaza a Valette y queda a cargo de la oficina de Pesca y Piscicultura. Se realiza la primera importación desde Chile con 50.000 ovas de salmón encerrado sembrados en la zona de Nahuel Huapi. Posteriormente, se recibió otra

remesa de arco iris (125.000) al embalse Río Tercero pero con grandes pérdidas. El vivero de Bariloche se mantuvo hasta ese año de 1930.

En 1934 se crea el PN Nahuel Huapi, la misión Bayle Willis establece los límites del Parque. La Administración de Parques Nacionales participa activamente de las siembras facilitando vehículos y viáticos a la gente que realizaba las siembras. En un principio, época de Ezequiel Bustillo como Presidente de Parques Nacionales y Turismo, le da valor al recurso pesquero, con fines de atraer el turismo, y fue Parques Nacionales el primero en establecer normas para reglamentar la pesca. Esto se debía al aumento en la presión pesquera dado que en los Parques Nahuel Huapi, Lanín y Los Alerces, estos dos últimos creados en 1937, donde los caminos y la infraestructura estaban más desarrollados para recibir al turista que en las jurisdicciones provinciales.

Bustillo hace construir el Centro de Salmonicultura actual y contrata piscicultores americanos que a su vez forman argentinos como Bruno Videla. Para promocionar el lago trajo a la primera compañía aero turístico LADE, el primer tren desde San Antonio. Invita personalidades como al dueño de la casa Hardy de equipos de pesca de Inglaterra que fue el primer pescador extranjero que hizo difusión de la pesca en nuestra región.

En la actualidad la Administración de Parques Nacionales no realiza, ni promueve la siembra o resiembra de salmónidos, ni de cualquier otra especie exótica, en aguas bajo su jurisdicción. Con la creación de las direcciones de pesca provinciales éstas retomaron las siembras en sus respectivas jurisdicciones, principalmente en las grandes cuencas.

Situación pasada y actual:

Si se considera el Parque Nacional Nahuel Huapi con sus cuencas pesqueras, la del Río Negro de vertiente Atlántica y la del Manso de vertiente Pacífica, las introducciones de peces tuvieron similitudes en ambas cuencas aunque en la del Manso el esfuerzo de siembra fue mucho menor y más atrasado en el tiempo.

A partir de 1904 realizan siembras periódicas de truchas de arroyo (*S. fontinalis*) en la cuenca del Río Negro, hasta alrededor de 1950 y luego decrecen las siembras en volumen y periodicidad. Hasta 1930 la trucha arco iris sólo había sido introducida en el lago Pellegrini. Entre los años 1931 y 1945 fue sembrada en las subcuencas del río Limay superior, Neuquén y Manso. A partir de 1938 comienza a sembrarse también la trucha arco iris en forma periódica pero en menor número que la trucha de arroyo. A partir de 1950 la trucha arco iris es fuertemente sembrada en forma anual en ambas cuencas (Limay y Manso) y las cantidades de trucha arco iris sembradas superan a las de arroyo, las que se siembran en números muy bajos. La trucha arco iris es la especie que se continúa sembrando hasta la actualidad en la cuenca del río Negro.

La trucha marrón se siembra a partir de 1931, en forma discontinua y en bajo número, aunque en dos ocasiones (1931 y 1977) el número alcanza los 10 mil individuos. El salmón encerrado también se siembra a partir de 1931 y en más ocasiones que la marrón. De las cuatro especies que prosperaron en la cuenca del Río Negro, la trucha marrón fue la menos sembrada. Si bien se sembraron las cuatro especies en la mayoría de los ambientes de la cuenca en el curso superior y medio, hacia el este se sembraron fundamentalmente *O. mykiss* y *S. trutta*.

En el río Manso las siembras de truchas de arroyo están desplazadas en el tiempo respecto de la cuenca del Limay. Son periódicas entre los años 50 y los 70 con números que rara vez alcanzan los 50.000 ejemplares. La trucha marrón y la arco iris se siembran en forma discontinuada y el salmón encerrado se siembra en muy pocas oportunidades en esta cuenca.

Hasta 1930 aproximadamente en ambas cuencas (Manso y Limay) las únicas especies presentes eran *Salvelinus fontinalis* y *Salmo salar* siendo la trucha de arroyo la especie dominante en la mayoría de los ambientes de ambas cuencas. Con las siembras de la trucha arco iris y la marrón parecieran haber desplazado a las otras dos especies, la trucha de arroyo (que se retrajo a los cursos superiores fundamentalmente) y el salmón del Atlántico (restringido principalmente al río Traful, al lago Huechulafquen, y en menor medida al Limay y Currhué). Actualmente en la cuenca del Limay la especie dominante es la trucha arco iris al igual que en la cuenca del Manso. El salmón del Atlántico no se captura actualmente en la cuenca del Manso y *S. fontinalis* ha reducido su tamaño y número.

A partir de 1969 se traen las primeras variedades comerciales de trucha arco iris (dinamarquesas) que si bien tuvieron como destino las pisciculturas, han contribuido sembrado a los ambientes naturales por escapes accidentales.

Se sabe que ocurren interacciones entre las distintas especies de salmónidos sembradas por competencia y depredación, aunque la magnitud de dichas interacciones depende del estado de los peces y de los ambientes. La trucha marrón es en general una especie dominante de conducta más agresiva que las otras especies, particularmente sobre la trucha de arroyo. La declinación de la trucha de arroyo en los cursos de agua donde se introdujo la trucha marrón es común en EEUU y Canadá (se la encuentra en los sitios más ventajosos para la captura del alimento, en sus contenidos estomacales se observa que depreda sobre las otras especies de salmónidos, además de las especies nativas). También se ha demostrado que impacta severamente sobre el salmón del Atlántico. Se ha registrado un solapamiento en la dieta de la trucha marrón con el salmón encerrado en muchos ambientes del hemisferio norte. De los estudios en la Argentina, en el lago Traful se señala que no se detectaron importantes solapamientos en la dieta de los salmónidos presentes. Respecto de la arco iris, la trucha marrón presenta un comportamiento diferente en la selección de los sitios de captura o de descanso prefiriendo esta última los sitios más profundos mientras que la arco iris se ubica en sitios intermedios de la columna de agua. Por otro lado, cuando comparten los mismos cursos de agua para el desove hay un solapamiento entre la trucha marrón, que desova en el invierno, principalmente en el mes de junio, pudiendo afectar los desoves del salmón y de la trucha de arroyo, que desovan en el mes de mayo.

Se citan en la literatura ejemplos del desplazamiento que provoca el salmón sobre la trucha de arroyo en las aguas de corriente muy fuerte, pero en aguas de corrientes más suaves y frías, la trucha de arroyo es dominante. A temperaturas superiores a los 22°C las truchas de arroyo dejan de presentar un comportamiento agonista frente a las otras especies.

Respecto de la trucha arco iris es bien conocido en la literatura el desplazamiento que ha provocado sobre los stocks nativos de trucha de arroyo. Ambas especies tienen preferencias similares de hábitat, eligiendo como microhábitats los pozones en determinados ambientes. También se encontró una superposición de los sitios de desove entre la trucha arco iris y marrón, donde la primera destruye los nidos *S. trutta* (se ha registrado una reducción de hasta un 94% del éxito del desove), en los cursos donde desovan ambas especies.

La tasa de siembras anual del Río negro fue de casi 100 mil individuos mientras que en la cuenca del Manso no llegó a las 20 mil, sin embargo es igualmente importante en ambas cuencas la población de salmónidos.

Origen de las especies de salmónidos introducidos en Patagonia norte

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) sembrada en Patagonia norte provino de la costa oeste de los EEUU (del río McCloud de California). En 1931 se traen truchas arco iris de Chile de lotes originarios de Alemania. Estas truchas de Alemania su vez correspondían a lotes provenientes de la costa oeste de las EEUU y pareciera que del mismo río McCloud. A partir de 1950 se traen trucha cuyo origen es Dinamarca, que a su vez provienen de poblaciones del río Sacramento y linajes no californianos. En el río Santa Cruz todas las siembras provienen de lotes originarios del río McCloud.

La trucha marrón (*Salmo trutta*) proviene de las importaciones que se realizaron de Chile en 1931, huevos que provenían de reproductores cuyo origen era de Hamburgo, Alemania. Así que la trucha marrón (especie originaria efectivamente de Europa) proviene de Alemania.

La trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*) fue importada de los EEUU y a partir de estos primeros lotes se obtuvieron planteles de reproductores en la piscicultura de Nahuel Huapi y todas las siembras de la cuenca del río Negro y del Manso provienen de estos lotes.

El salmón del Atlántico y su variedad encerrada del lago (Sebazo) tienen dos líneas de origen en la Patagonia, a partir de 1904 se lo trajo de EEUU (Maine, los Grandes Lagos) y a partir de 1931 se lo trae de Chile, de lotes originarios de Alemania. Sin embargo, a través de los años se han traído salmones de diferentes pisciculturas.

Silvestre vs. de cultivo y nativo vs. exótico (o introducido)

El término nativo hace referencia a la región donde se originó a lo largo de la evolución. Así, es erróneo afirmar que las truchas marrones son nativas de los EEUU o que las truchas se han vuelto nativas en la Patagonia por el tiempo que están en nuestras aguas, solamente unas escasas 100 generaciones en comparación con las cientos de miles que tienen los peces nativos.

Un pez silvestre es el que desarrolla completamente su ciclo de vida en el medio natural (desde la eclosión hasta la muerte). Así, se puede afirmar que la mayoría de las truchas que viven en nuestras cuencas, con excepción de embalse Alicurá, donde existen escapes permanentes de truchas adultas, son silvestres.

Las truchas cultivadas son aquellas que dependen del hombre para vivir por lo menos en alguna etapa de su vida, dependen bajo condiciones artificiales.

Una trucha proveniente de stocks artificiales puede 'asilvestrarse' en caso de eclosionar, crecer y reproducirse en el medio natural. Así, el carácter silvestre de la trucha se lo da el entorno. No obstante, si el linaje de donde proviene la trucha asilvestrada estuvo sometido a una fuerte selección por el hombre de caracteres deseables en acuicultura (ej. resistencia al manejo, mansedumbre etc.) estos caracteres necesitan de muchas generaciones para que pierdan representatividad génica. Un ambiente con impacto antrópico podría llevar a las truchas a perder ese carácter silvestre que le permite vivir y reproducirse. De allí que se han recuperado stocks silvestres por ejemplo de cutthroats (*Salmo clarki*) desplazadas por la introducción de truchas de arroyo (*Salvelinus fontinalis*), a partir de lotes provenientes de piscicultura pero es una tarea difícil lograr que esas poblaciones no declinen una vez reinsertadas en el medio natural.

Cuarta parte:

CONCEPTOS GENERALES DE ECOLOGÍA ACUÁTICA

Introducción

Según la Convención de Ramsar (Irán) de 1971 se considera a los humedales como extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanente o temporal, estancada o corriente, dulce, salobre o salada, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. De esta manera se consideran humedales desde los cursos y cuerpos de agua dulce o salina, las turberas, la costa marina hasta los embalses artificiales, estanques o piletas de cría de peces, salinas inundadas y canales.

Se reconocen cinco sistemas principales de humedales naturales:

Marino: humedales costeros que incluyen costas rocosas y arrecifes de coral,

Estuarino: deltas, marismas de marea y manglar,

Lacustre: lagos someros y profundos,

Ribereño: ríos y arroyos,

Palustre: lodazales, marismas, pantanos y ciénagas.

Descripción del medio acuático y conceptos generales de limnología

Cuando se habla de limnología se hace referencia al conocimiento de las aguas encerradas por tierra (las aguas continentales), es decir, las aguas mal llamadas dulces dado que en algunos casos estas pueden llegar a tener mayor concentración de sales que el mar. No obstante, en las aguas continentales el ión predominante es el bicarbonato de calcio " $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ " y en el mar es el cloruro de sodio " NaCl ".

Los sistemas dulceacuícolas pueden ser de dos tipos, *lóticos* es decir las aguas en circulación como manantiales, arroyos, ríos, estuarios y los canales artificiales y *lénticos* en el caso de las aguas quietas como lagos, lagunas, esteros, pantanos, mallines, bañados, albuferas y turberas y los ambientes artificiales embalses y estanques.

La mayor parte de los lagos de la Patagonia se concentran en la región de cordillera y se han formado por la acción erosiva de los glaciares adoptando su forma alargada como el caso del lago Lacar, de origen glaciario, o glaciario-tectónico, como el lago Nahuel Huapi que tiene un doble origen ya que el glaciar utilizó una falla tectónica. Así, muchos lagos de la cordillera son muy profundos, de roca granítica de gran dureza y difícil de erosionar. De allí la transparencia y la escasez de sedimentos en este tipo de lagos. Sin embargo, hay ambientes con mayor aporte de sedimentos debido al efecto de los glaciares como se observa en los lagos Belgrano, Puelo, Cholila, Mascardi, etc. de un color verdoso producto del aporte de limo glaciario.

Estructura y función de los Ecosistemas acuáticos dulceacuícolas

La estructura del ecosistema tiene que ver con sus componentes: el medio abiótico y el medio biótico. El ecosistema es la unidad básica funcional en ecología, e incluye tanto organismos vivos como el ambiente abiótico estrechamente relacionados y que se influyen entre sí.

Medio abiótico

Los componentes abióticos son sustancias inorgánicas involucradas en los ciclos materiales.

Las sales principales de las aguas superficiales son calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K) de carga positiva (cationes) y bicarbonatos, carbonatos (HCO₃), sulfatos (SO₄) y cloruros (Cl) de carga electronegativa (aniones). Sus abundancias y combinaciones, usualmente, constituyen la salinidad total de las aguas dulces. Sin embargo, de acuerdo al origen de las cuencas de drenaje pueden aparecer otros elementos como el arsénico en el río Agrio en Neuquén, etc. La conductividad mide la concentración de sales. Las aguas de los lagos de Patagonia son en general muy pobres en sales con conductividades muy bajas (rondan los 60 microsiemens/cm).

Tres mecanismos mayores controlan globalmente la salinidad de las aguas superficiales: el lavado erosivo de rocas de la cuenca, la precipitación directa desde la atmósfera y la relación entre la precipitación y la evaporación del agua.

Las aguas dominadas por el lavado erosivo de las rocas de su cuenca son usualmente ricas en calcio y bicarbonato. El clima, drenaje de cuenca y la composición del material rocoso tienen una influencia dominante en la composición del agua.

Nutrientes y Elementos de Traza

Entre las sustancias inorgánicas se encuentran nutrientes que resultan esenciales en la producción biológica. Las cantidades de nitrógeno y fósforo son ampliamente significativas para la productividad de corrientes superficiales y lagos. El Fósforo es por lo general el elemento limitante para la productividad debido a su limitado y escaso abastecimiento desde fuentes naturales. Estos dos nutrientes mayores y numerosos elementos de traza o menores: hierro, manganeso, molibdeno y zinc, son de importancia biológica esencial pero no contribuyen sustancialmente a la salinidad total.

El tipo de sustrato que contiene el cuerpo de agua o por el que corre el curso, es decir su geología, definirá el tipo de agua. Por ejemplo un lecho volcánico de roca dura resulta en aguas prácticamente sin sales, si el sustrato es calcáreo serán aguas que toleren los cambios de pH y se mantengan ligeramente alcalinas, o si por el contrario los suelos son graníticos, sin carbonatos, las aguas serán ácidas y no tolerarán cambios de pH. El agua pura sin carbonatos expuesta a la atmósfera mantiene un pH de 4,3 (aguas muy ácidas). La presencia de iones carbonato y bicarbonato en las aguas naturales actúa como buffer estabilizando el pH generando así aguas cuyos valores son cercanos a la neutralidad (7). Sin embargo, en ambientes alterados como los pozos aguas abajo de las represas o sitios que han sido canalizados, donde se producen floraciones algales (blooms) la fotosíntesis es tan alta, particularmente en horas de la tarde de gran exposición solar, que se consume gran cantidad de CO₂ y las aguas se alcalinizan alcanzando valores que pueden ser nocivos para los peces y la biota acuática. De noche, en contraste, cuando la respiración de las algas sea muy alta y se consuma oxígeno y se liberen grandes cantidades de CO₂ al agua, el pH descenderá rápidamente en el agua, adquiriendo niveles que también pueden ser nocivos para muchos organismos de la biota, particularmente los peces. En aguas blandas o con alto contenido de ácidos húmicos¹, proveniente de mallines por ejemplo, el poder buffer es bajo y el pH es ácido.

Compuestos Orgánicos

Los principales componentes orgánicos del agua son los hidratos de carbono, las proteínas, las sustancias húmicas, los pigmentos, y las vitaminas. Estos son generados por los procesos metabólicos dentro de las células de los tejidos biológicos y pueden jugar un

¹ Moléculas orgánicas formadas por la descomposición de la materia orgánica.

rol importante en los ecosistemas acuáticos como materia orgánica extracelular disuelta, liberada por la rotura de células y excreción. La excreción de aminoácidos por el zooplancton puede ser temporariamente una fuente mayor de materia orgánica disuelta.

Clima

El clima es de gran importancia para los ecosistemas acuáticos porque por ejemplo la temperatura determina la estratificación en los lagos, de la luz depende la fotosíntesis y por lo tanto la producción del sistema.

Según las temperaturas del agua, la densidad, la profundidad de los cuerpos de agua y los vientos reinantes (dirección e intensidad), se puede producir una abundante circulación de agua, con mezcla, regiones turbulentas y zonas quietas. Los movimientos mezclan el oxígeno y los nutrientes y permiten que tanto las algas como los organismos del zooplancton accedan a los nutrientes ya que si el agua permanece estática, los organismos que carecen de movilidad propia consumen lo que hay a su alrededor y finalmente mueren.

Respecto de la temperatura, los ciclos diarios en los lagos no son tan marcados como en los pequeños cursos de agua, aunque se registra una disminución de la temperatura desde las capas superficiales a las profundas en días de alta exposición solar. En arroyos de poco caudal, por el contrario, puede haber una gran amplitud térmica diaria de hasta 10 °C de diferencia entre la mañana y el atardecer. Los peces que habitan este tipo de ambientes deben ser muy tolerantes y se dice que son euritérmicos, porque soportan amplios rangos de temperatura, además de estar adaptados a que en el término de pocas horas el metabolismo se duplique y rápidamente deben ponerse activos. Un ejemplo opuesto es el de la mojarra desnuda y gracias al estudio de las temperaturas letales se pudo determinar que se trata de un pez estenotermo de agua cálidas y que su aislamiento en las nacientes del arroyo Valcheta se debe a que vive en un ambiente termal altamente estable. Las madrecitas de agua por el contrario son peces que toleran grandes variaciones de temperatura, de contenidos de sales, de oxígeno, de allí que se los encuentra en ambientes con condiciones que serían letales para la vida de otras especies de peces.

Los niveles de oxígeno del agua varían en forma inversamente proporcional a los cambios de temperatura y en arroyos poco profundos los cambios de concentración de oxígeno disuelto en el agua son muy grandes, particularmente en agua de escasa velocidad. En las cabeceras de los ríos, el rithron, los niveles de oxígeno disuelto son cercanos a la saturación debido a la turbulencia que facilita la difusión del oxígeno atmosférico al agua (cerca de 12 mg/l). En aguas inferiores más tranquilas de los grandes ríos (en el potamon), con el aumento de la temperatura por la radiación solar, el oxígeno disminuye notablemente. Estos momentos son críticos para los peces, que para contrarrestar estos efectos buscan refugio en sitios profundos más fríos y con mayor contenido de oxígeno, si las aguas son someras los peces pueden morir por asfixia.

Respecto de la luz, la radiación solar que arriba a la superficie del agua tiene una amplitud de onda que varía entre los 100 y los 3.000 nanómetros y está compuesta de fotones de las zonas del infrarrojo y del ultravioleta del espectro electromagnético. Antes de llegar a la superficie es parcialmente absorbida por la atmósfera y cuando la luz atraviesa el agua su intensidad disminuye según los colores: diferentes longitudes de onda son absorbidas por el agua, por las sustancias disueltas y las partículas en grados diferentes, así los cuerpos de agua oligotróficos (con poca materia orgánica suspendida) absorben la luz roja y la violeta mucho más que las longitudes de onda intermedia. De acuerdo a la longitud de onda, el color azul penetra a mayor profundidad y es el que

domina también en las aguas marinas profundas. En los ambientes dulceacuícolas la mayor cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos absorben la luz limitando su penetración, afectando la fotosíntesis, el desarrollo de algas y plantas acuáticas y de la biota en general. En Tierra del Fuego los abundantes ácidos húmicos son responsables de la coloración parda de las aguas.

La luz ultravioleta es absorbida por el ozono y el oxígeno atmosférico y termina de ser absorbida en el agua superficial, aunque se ha visto que supera los diez metros de profundidad, dependiendo de la concentración de materia orgánica disuelta. En respuesta a la mayor generación de calor por el aumento de los rayos UV en los últimos años, los organismos desarrollan una mayor pigmentación haciéndolos más visibles a predadores o a presas, aquellos organismos que no pueden aumentar la pigmentación mueren o se localizan en zonas más profundas donde están a merced de predadores o carecen de alimento. Otro problema que trae aparejada la disminución del ozono es el aumento de las algas cianofíceas dado que tienen pigmentos protectores y que en muchos casos son nocivas (estas algas fueron las primeras colonizadoras cuando aún no existía el ozono para retener el UV en la atmósfera).

El ambiente acuático se puede dividir en tres zonas de acuerdo a la cantidad y calidad de luz que penetra: zona eufótica, disfótica y afótica. La primera es el área donde ingresa luz suficiente como para permitir la fotosíntesis y se encuentra hasta una profundidad aproximada de 40 m en nuestros lagos muy transparentes, denominada punto de compensación, donde el oxígeno producido por la fotosíntesis se compensa con el O₂ consumido en la respiración. Por debajo, ya no puede haber producción algal y se encuentran: la zona disfótica, -donde aún penetra la luz pero es insuficiente como para permitir una efectiva fotosíntesis- y la zona afótica, que comprende las grandes profundidades donde la única luz presente es originada por organismos bioluminiscentes. En las aguas dulces que posee abundantes algas, ácidos húmicos y partículas inorgánicas en suspensión, la luz penetra a menor profundidad y la zona eufótica se reduce substancialmente. De acuerdo a la hora del día y a la época del año la intensidad de la luz varía.

La productividad de un lago

Un ecosistema acuático está organizado en una red trófica o alimentaria que, a través de la alimentación de los organismos que lo habitan, transforma la materia mineral y los restos orgánicos de organismos luego de su muerte en tejidos corporales de organismos vivos.

Los productores, tanto algas como plantas superiores con clorofila, tienen la capacidad de generar materia orgánica en sus propios cuerpos (proteínas, azúcares, almidón y lípidos), gracias a la fotosíntesis. Este mecanismo de síntesis se realiza a partir del dióxido de carbono disuelto en el agua, el aporte energético externo de la radiación solar y otros elementos nutritivos (nitrógeno y fósforo, etc.).

Los organismos que se nutren a expensas de otros organismos son denominados consumidores. Hay macro consumidores: como el zooplancton y los peces que se alimentan de otros organismos o materia orgánica particulada (detritos) y micro consumidores: principalmente bacterias y hongos, responsables de la degradación de la materia muerta particulada o disuelta. Entonces, desde un punto de vista trófico la biomasa puede ser separada en consumidores o productores, ligados todos entre sí dentro de una cadena alimentaria.

La productividad de un lago está determinada por el suministro orgánico que proviene de dos fuentes: los nutrientes aportados por la escorrentía de las cuencas

tributarias a lo que se suma la materia orgánica producida en el ambiente y está condicionada por el clima, la tasa de renovación, la latitud, etc.

La productividad puede medirse a través de la clorofila, nutrientes como el fósforo, nitrógeno, etc.

Eutrofización de ambientes acuáticos

Los fenómenos de eutrofización ocurren cuando el aporte de materia orgánica externo al ambiente acuático supera la asimilación natural por parte del mismo sistema. Este es un proceso prácticamente irreversible en los embalses y en todos aquellos sitios donde hay importantes asentamientos humanos o grandes extensiones destinadas a la agricultura y la ganadería. Un ambiente eutrofizado se caracteriza por la disminución en la transparencia, o sea escasa penetración de la luz, color verdoso o pardo-verdoso, una alta productividad algal en superficie y de nutrientes particularmente fósforo, falta de oxígeno en los estratos profundos, un aumento en la acidez y puede haber desprendimiento de ácido sulfhídrico desde el fondo.

Se puede establecer “a priori” cuáles ambientes presentan una mayor propensión a la eutrofización de acuerdo a su morfometría, clima y tipo de suelo. Aquellos ambientes ubicados en climas cálidos, en cuencas de relieves suaves, riberas fértiles y erosionables se eutrofizarán más rápidamente que aquellos ambientes en climas fríos, con lecho de roca dura y mayor pendiente.

Entre los problemas que se presentan en los humedales eutrofizados, uno de los más graves son las floraciones algales que se deben al crecimiento extraordinario de algunas especies de algas u otros organismos. Esta situación se produce fundamentalmente debido al aumento de determinados nutrientes (ej. fósforo) que favorecen el desarrollo de una especie en particular. Las consecuencias de las floraciones o blooms algales son graves, porque en general se desarrollan desproporcionadamente organismos como las cianobacterias o como se llamaban antes algas verdeazules (no son verdaderas algas sino organismos procariotas, es decir sin verdadero núcleo) que se adaptan a todo tipo de condiciones. Estas algas producen olores desagradables, sustancias tóxicas que provocan la muerte de los peces por taponamiento de las branquias y por el gran descenso de oxígeno que se produce en el fondo del cuerpo de agua. Además otra consecuencia de estas floraciones es la sobresaturación de gases con dióxido de carbono de noche debido a la respiración de las algas y oxígeno de día producto del aumento de la fotosíntesis. Cuando estos organismos mueren hay un aporte excesivo de materia orgánica en el fondo del lago o río, lo que agrava la falta de oxígeno en los estratos profundos y la cantidad de materia orgánica que no llega a ser incorporada al sistema. Otro de los problemas es que el aumento de la producción primaria no siempre resulta acompañado de un aumento en la producción de herbívoros (organismos que consumen algas) dado que las algas que, en general, aumentan su abundancia son de gran tamaño para ser consumidas por el zooplancton herbívoro.

La biota de los humedales

Los componentes bióticos de los humedales constituyen lo que se denomina biota acuática y su cuantificación, en términos de unidades de peso, se conoce como la “biomasa”. Biomasa, entonces, es la unidad de medida creada para expresar el peso de todos los organismos pertenecientes a una especie en particular o de todos los grupos presentes en una cierta unidad espacial de un ecosistema.

En los cursos y cuerpos de agua pueden existir diferentes comunidades o grupos de vegetales y animales asociados, que se distribuyen de acuerdo a las corrientes, el contenido

de nutrientes, los gases disueltos, la salinidad, el pH, la penetración de la luz, etc. En general las comunidades que se observan son las que conforman el plancton, el bentos, el perifiton y el necton.

En el **perifiton**: los objetos del fondo y del litoral que reciben la luz se revisten de algas fijadas y de acuerdo al tipo de sustrato reciben distintas denominaciones (perifiton cuando se fijan en la vegetación, periliton o epilition sobre rocas, etc.).

El **bentos** está compuesto por los organismos del fondo, predominantemente animales, observándose distinto tipo de bentos en diferentes sectores de los ambientes: en los cuerpos lénticos hay un bentos litoral y un bentos profundo. El bentos litoral es el más rico por la abundancia de luz y nutrientes, lo que determina su alta riqueza de macrófitas, invertebrados, además de abundante perifiton. Hay plantas superiores en estos sitios, las macrófitas, que pueden ser sumergidas, como *Potamogeton* y *Myriophyllum*, muy abundantes en los litorales de los cuerpos de agua de Patagonia. También pueden encontrarse macrófitas palustres ubicadas en el borde de los cuerpos de agua o en zonas inundables como los juncos *Scirpus* con importantes rizomas que las arraigan fuertemente al suelo. En el bentos profundo de los lagos hay menos luz, por lo tanto pocos productores primarios y los organismos son de tipo filtrador o bacteriófago.

En los cursos de agua corriente hay un bentos fluvial que es muy importante y también se encuentra diferenciado en relación al recurso trófico preponderante en el tramo. Así, en las cabeceras sombreadas de los arroyos predomina el ingreso de la materia orgánica (hojas y ramas del bosque) y la comunidad de invertebrados está caracterizada por organismos que procesan este recurso. A medida que el río aumenta de tamaño y sale del bosque la luz del sol tiene un efecto mucho mayor originando una importante comunidad algal y de macrófitas que pasan a ser el recurso principal de los invertebrados, principalmente, pastoreadores y colectores de lo que llega de las secciones superiores.

El **plancton** es el conjunto de organismos en suspensión en el agua de tamaño pequeño a microscópico que se presenta en las aguas libres. Estos grupos tanto del fitoplancton como del zooplancton presentan tiempos generacionales cortos y fecundidad elevada. Las algas, que mayormente constituyen el fitoplancton, pueden ser pardas, doradas, verdes, siendo las algas verdes el grupo más importante en el agua dulce. Otros organismos como las cianobacterias constituyen una fracción importante del plancton en muchas lagunas o aguas con abundante fósforo y nitrógeno.

Necton: compuesto por los peces.

Hay organismos flotantes o que se encuentran en la interfase aire-agua. Aunque las macrófitas flotantes son escasas en Patagonia, hay algunas representantes de este grupo, como el género *Lemna* con hojas anchas con una superficie de contacto en el aire y la otra en el agua.

Ciclo hidrológico

El sucesivo e interminable movimiento en la circulación del agua de la tierra se denomina ciclo hidrológico (Figura 1). La precipitación normalmente en forma de lluvia o nieve es la responsable del insumo de humedad en las cuencas. La precipitación está sujeta a percolación², a escorrentía³ y a evapotranspiración⁴. La infiltración es la capacidad de

² Flujo de un líquido a través de un medio poroso no saturado, por ejemplo de agua en el suelo, bajo la acción de la gravedad.

³ Película de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir el agua de lluvia o nieve escurrida que se desplaza por la superficie terrestre gracias a la fuerza de la gravedad.

incorporar humedad de la tierra. De la infiltración total una parte percola al subsuelo, una parte es utilizada por la vegetación y vuelta a transpirar a la atmósfera y una parte está sujeta a la evaporación (que varía con la temperatura del aire y la radiación solar). La evaporación es el agua pasa del estado líquido al gaseoso incorporándose nuevamente al aire atmosférico a partir del agua acumulada en las plantas, del suelo y de la nieve.

La escorrentía es el exceso de agua de lluvia que supera la infiltración. La escorrentía es el escurrimiento superficial que forma río arriba pequeños chorrillos irregulares, que dependen de la intensidad de la lluvia, a la vegetación y al tipo de suelo, y siempre recorren tramos cortos antes de llegar al cauce. Estas corrientes fluyen unos minutos a unas pocas horas sin embargo al considerar un área de 2000 ha el período de escorrentía puede llevar días o semanas. Parte del agua infiltrada percola en el suelo hasta alcanzar un nivel de saturación, en la napa de agua subterránea, cuando ésta intercepta el lecho de un río vuelve a ser agua superficial.

La vegetación es una parte indispensable en el funcionamiento de la cuenca, es la única forma natural que protege al suelo de la erosión y por otro lado, es la que sufre el mayor impacto antrópico, por lo que cobra especial relevancia como elemento fundamental en la conservación de una cuenca. La vegetación tiene un efecto muy importante en la infiltración (y por lo tanto en la escorrentía, de manera inversa), protege a la superficie del suelo del impacto por el agua, mantiene una estructura agregada del suelo. La vegetación da sombra a la tierra, disminuye la evaporación, promueve el desarrollo de organismos del suelo que favorecen la descomposición y la formación de humus. La vegetación riparia es responsable del control de la sedimentación y de la escorrentía y cuando es eliminada aumentan notablemente el caudal, la turbidez y la temperatura del agua.

En bosques maduros y no alterados la escorrentía superficial es prácticamente nula. En laderas empinadas la escorrentía superficial tiende a concentrarse rápidamente en los cauces de arroyos y es la causa principal causa de inundación aguas abajo. Esta mayor velocidad del escurrimiento superficial es un factor determinante para la erosión del terreno. Así, el fuego cobra especial relevancia con relación a la deforestación en las zonas altas de las cuencas ya que al eliminar la vegetación (no sólo el bosque sino el sotobosque) se inhibe la transpiración, se aumenta la escorrentía y la erosión de la tierra. Esto trae como consecuencia que en el cauce se registre un incremento notable en los caudales después de la lluvia, fuertes lavados y movimientos de sustratos e importantes sedimentaciones en sectores de baja velocidad de corriente que, en conjunto, provocan cambios en la estructura comunitaria por mortandades masivas de la biota y reemplazo con algunas especies más tolerantes.

El suelo es el verdadero corazón de la cuenca, formado por minerales, partículas orgánicas y agua, se ubica entre la roca madre subyacente y del material no descompuesto superior. Presenta una capa de humus y varias capas diferenciadas llamadas horizontes, hasta llegar a la roca madre. Un bosque maduro virgen presenta un suelo profundo, capaz de almacenar grandes cantidades de agua.

⁴ Pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.

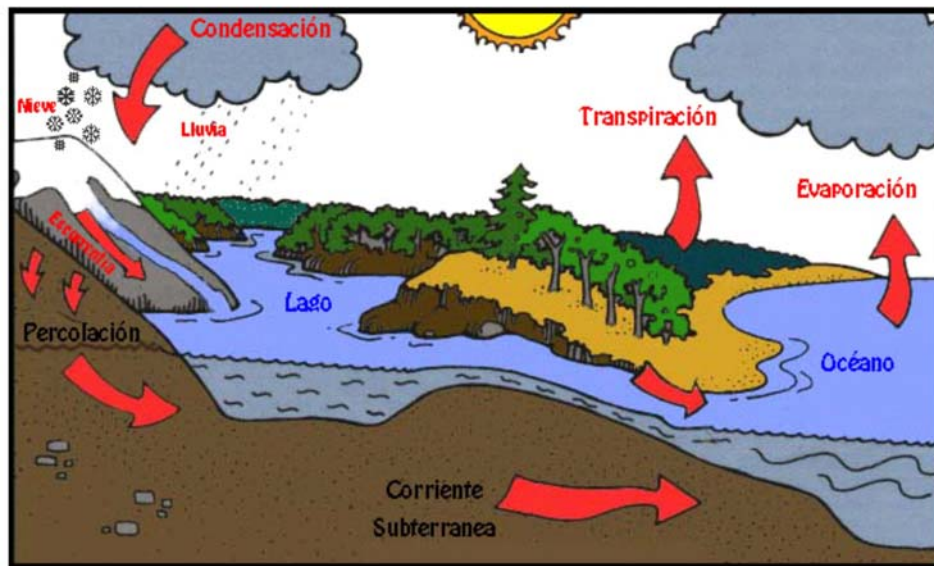


Figura 1: Esquema simplificado del ciclo del agua.

Los cursos y los cuerpos de agua presentan diferencias de morfología y de funcionamiento que se traducen en una biota diferente. Cuando se estudia un cuerpo de agua se registra la profundidad, la línea de costa, la exposición al viento en km, etc. Los cuerpos de agua se pueden dividir en una zona litoral, una zona limnética y una zona profunda, siendo el plancton la comunidad más numerosa en los lagos. En la zona limnética se observa el plancton y el necton, en la zona litoral las macrófitas y los organismos que conforman el bentos litoral, muchos adheridos a la vegetación (perifiton) y a las rocas (periliton) y en la zona profunda el bentos profundo. Los peces (el necton) se distribuyen en estas zonas según la especie y el estadio de desarrollo o se desplazan entre las zonas litoral, limnética y profunda.

En los cursos de agua se mide el caudal, la velocidad del agua, la longitud del río, la luminosidad, etc. En el río el eje de transporte de sedimentos (horizontal) es opuesto al de un lago (vertical) y, por lo tanto, cualquier inconveniente que ocurra en las cabeceras es transportado a los tramos inferiores. Por este eje horizontal se produce el arrastre de los materiales propios del río y externos al río desde las orillas. A diferencia de los grandes lagos, los ríos presentan una gran superficie de contacto con los ecosistemas terrestres que los alteran permanentemente. De acuerdo a la biota presente y a las condiciones morfológicas y fisicoquímicas el río se diferencia en dos principales tipos de ambientes, en las cabeceras el rithron y en la desembocadura el potamon.

Hay ríos o arroyos cuyas características son de rithron o de potamon o en un mismo río pueden presentarse las dos condiciones. El rithron corresponde a un río que corre por una fuerte pendiente del terreno y presenta aguas transparentes, frías, oxigenadas, con poca exposición solar y fuerte velocidad. Los organismos principales de la biota corresponden a los del fondo, con capacidad de adherirse a las rocas o a la vegetación sumergida para no ser arrastrados. Hay muy pocos productores primarios y la mayoría de los organismos vive del aporte de nutrientes del medio (ej. hojas, ramas, troncos). No hay plancton. El aporte de energía es alóctono es decir exterior al sistema (del bosque), hay poca producción propia, así la comunidad rithronica depende del ecosistema terrestre para su subsistencia. En un río el aporte inicial de materia orgánica es de origen terrestre y consiste de restos vegetales (materia gruesa) y materia orgánica disuelta (que llega con la escorrentía). De allí que las nacientes de los ríos sean tan fácilmente impactadas por cualquier alteración del medio

terrestre (por ejemplo el reemplazo de una especie forestal por otra puede conducir a la desaparición de los organismos raspadores no preparados para consumir otro tipo de hojas).

En el potamon hay menor pendiente y las aguas tienen menor velocidad de corriente, mayor cantidad de sedimentos y nutrientes. Esta situación conlleva a una menor transparencia y cantidad de oxígeno. También en este tramo hay una mayor exposición solar con el consecuente incremento de la temperatura del agua. Hay una menor dependencia de aporte energético terrestre y una mayor producción propia en virtud de los organismos productores como algas adheridas a las rocas. En tramos medios de río puede haber macrófitas y en los tramos inferiores hasta se puede desarrollar una abundante comunidad de fitoplancton. En estos tramos finales hay desarrollo de zooplancton, organismos carnívoros y planctófagos. En el fondo hay organismos que se nutren de los sedimentos (sedimentívoros) y en cierta manera, estos tramos finales de grandes ríos, tienen similitudes con el bentos de los lagos.

Tabla 2: Principales características diferenciales de los ambientes lóticos y lénticos.

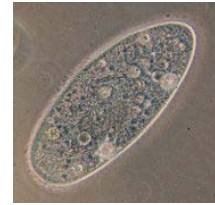
Características de ambientes lénticos (lagos, lagunas, embalses, turberas)	Características de ambientes lóticos (ríos, arroyos, manantiales, canales)
Aguas de flujo variable	Flujo unidireccional del agua
Recirculación vertical de materiales	Materiales circulan en sentido longitudinal
La energía es mayormente propia	La energía es mayormente externa
Hay una zonación vertical y horizontal	Hay una zonación horizontal
Menor amplitud térmica	Mayor amplitud térmica
Desoves de peces en zona litoral o huevos liméticos	Nidos de acuerdo al tipo de sustrato y velocidad del agua
Los impactos afectan localmente	Los impactos locales se trasladan aguas abajo

Descripción de los principales grupos de organismos

Entre los invertebrados en el agua dulce, ya sea formando parte del plancton, del bentos o del perifiton, los grupos más importantes son:

- los *protozoos* como tecamebas y ciliados,
- los *rotíferos*,
- los *crustáceos* que forman parte del plancton como cladóceros y copépodos, o del bentos como los ostrácodos, anfípodos, cangrejos, langostas, ácaros, sanguijuelas y oligoquetos,
- los *gasterópodos* como almejas y caracoles.
- Los estadios larvales acuáticos de *insectos* como los efemerópteros (moscas de mayo), plecópteros, dípteros, odonatos (libélulas), coleópteros, tricópteros, etc. pueden formar parte del bentos (la mayoría), sobre la vegetación sumergida o en la columna de agua.
- Hay otros grupos como los celenterados menos conocidos en agua dulce: la medusa *Craspedacusta* del lago Escondido, o pólipos adheridos a las rocas, etc.

Los protozoos constituyen un grupo muy importante y diverso de organismos unicelulares eucariotas, microscópicos con especies adaptadas a muy diferentes condiciones del medio acuático: ambientes eutróficos, aguas oligotróficas, aún ambientes contaminados (pueden vivir en ambientes sin oxígeno). Algunas de estas especies son utilizadas como indicadores biológicos de contaminación. Pueden alimentarse de algas (pastoreadores), ser depredadores (bacterias, otros protozoos), detritívoros. Algunas especies son mixótrofos ya que pueden completar su alimentación gracias a la fotosíntesis mediante algas que almacenan en su interior.



Los rotíferos son invertebrados principalmente de agua dulce de muy pequeño tamaño, con grupos que viven fijos a rocas o vegetación litoral (son sésiles) y otros forman parte del zooplancton. Respecto de la alimentación algunos son depredadores, y otros son pastoreadores. Tienen ciclos de vida cortos entre 5 y 20 días de vida en relación con la temperatura del agua, una hembra produce entre 15 y 20 descendientes en todo su ciclo de vida, hay gran número de generaciones y en la estación fría, presentan huevos de resistencia que soportan el invierno. Los rotíferos son grandes oportunistas, escapan fácilmente de los peces predadores por su pequeño tamaño, y son presa fácil de los invertebrados



Los insectos son animales extremadamente diversos incluidos en el phylum Arthropoda, junto a crustáceos, arácnidos y miriápodos, siendo en conjunto los organismos multicelulares más abundantes y diversos de la tierra. Los insectos cumplen un rol esencial dentro de los ecosistemas acuáticos que incluye: reciclado de nutrientes, mantenimiento de las comunidades animales y vegetales, propagación de plantas y alimento para peces. Casi todos los ambientes acuáticos de agua dulce contienen una comunidad biológica y los componentes más familiares de esta comunidad son vertebrados como peces y anfibios. Sin embargo, a nivel macroscópico al menos, los invertebrados son los integrantes de mayor abundancia y diversidad y dentro de ellos los insectos constituyen el grupo dominante. La gran mayoría de los órdenes de insectos poseen representantes en ambientes de agua dulce, pero salvo muy pocas excepciones, estos no han podido conquistar el medio marino.

Características generales de los insectos:, el cuerpo de un insecto adulto consta de tres partes: cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza poseen un par de antenas, un par de ojos compuestos, ojos simples u ocelos y las piezas bucales. El tórax consta de tres segmentos: protórax, mesotórax y metatórax, cada uno lleva un par de patas articuladas. Primariamente, dos pares de alas membranosas se insertan en el tórax, estas pueden estar ausentes, reducidas o modificadas en los diferentes grupos de insectos. El abdomen posee entre 9 y 11 segmentos y no lleva apéndices locomotores. Una característica distintiva de los insectos es la presencia de un exoesqueleto rígido que impide el crecimiento continuo de las partes blandas por lo que el individuo debe reemplazarlo en forma periódica por uno de mayor tamaño para poder crecer. A este fenómeno, que comparten con el resto de los

artrópodos, se lo denomina muda o ecdisis y está directamente relacionado con el desarrollo del organismo.

El desarrollo de los insectos puede ser directo o indirecto, siendo este último el más difundido en el grupo. En el desarrollo directo (sin metamorfosis), del huevo eclosiona un individuo que se asemeja a un adulto en miniatura pero sin sus órganos sexuales desarrollados. Este patrón lo presentan insectos primitivos sin alas, en los cuales el adulto continúa mudando luego que madura sexualmente. En contraste, todos los insectos alados presentan algún tipo de metamorfosis, o sea cambios más o menos marcados en la forma del cuerpo entre los estados inmaduros del desarrollo y el adulto o imago. A este tipo de desarrollo se lo denomina indirecto y una vez alcanzado el estado adulto, el insecto no muda más. Esta forma de desarrollo presenta dos patrones que se caracterizan por la magnitud de los cambios que sufre el individuo para llegar a adulto. Si los cambios son bastante notables la metamorfosis es completa (insectos holometábolos). Aquí las etapas del desarrollo se denominan huevo, larva, pupa y adulto. Si los cambios son menos significativos, la metamorfosis es parcial (hemimetábolos) y las etapas del desarrollo son: huevo, ninfa o náyade y adulto.

En casi todos los insectos que presentan interés para la pesca deportiva, los estados inmaduros son acuáticos y muchos de ellos viven asociados al fondo, acercándose a la superficie del agua en el momento de la emergencia del adulto (o imago). Los adultos son aéreos y suelen vivir cercanos a los cuerpos de agua donde realizan la puesta de los huevos luego de la cópula. Tanto formas inmaduras como adultos constituyen un ítem importante en la dieta de muchos peces, entre ellos los salmónidos. Esto ha hecho que los pescadores deportivos se interesen por conocer la diversidad de insectos que sirven de alimento a los peces. Esta diversidad incluye aspectos morfológicos, variedad de hábitat, tipos de alimentación, ciclos de vida, etc. La razón de este interés es saber qué imitación utilizar (o sea: “qué modelo de mosca atar”) en relación al lugar de pesca y la época del año. De esa manera el pescador deportivo tratará de utilizar la imitación de la presa más capturada por el pez en ese momento, y así podrá tener más chance de éxito en la pesca. En este sentido se pueden considerar varios aspectos que resultan relevantes y que están relacionados al tipo de ambiente y la diversidad de organismos asociados y sus correspondientes características biológicas. Los ríos y arroyos poseen una fauna particular, con organismos característicos, que no se encuentra en los ambientes lénticos. Igualmente, áreas diferentes de un mismo lago o río pueden tener distinto tipo de fauna asociada. Por ejemplo, los insectos que se encuentran el litoral vegetado de un lago suelen ser distintos de los que habitan en la zona profunda. De manera similar, los que viven asociados a zonas de corriente rápida de un río o arroyo, con piedras en el fondo, serán distintos de los que viven en remansos con fondo arenoso. Por último, algunos aspectos biológicos de importancia de los insectos, están relacionados con su modo de desarrollo (directo o indirecto con presencia de distintos tipos de estados inmaduros), así como con la dieta (herbívoros, carnívoros, detritívoros, etc.) y la forma de alimentarse (depredadores, raspadores, colectores, etc.).

Entre los insectos más comúnmente utilizados para imitar señuelos, encontramos representantes de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Trichoptera y Diptera. La lista es más extensa e incluye otros órdenes como ser Heteroptera, Coleoptera y Megaloptera, así como también Himenoptera, que si bien no son acuáticos, habitan en la vegetación terrestre circundante por lo que ocasionalmente se encuentran en la superficie del agua. Los mencionados en primer término son los más utilizados como señuelos en ríos

y lagos de la Patagonia. Aunque menos comunes, algunos crustáceos son utilizados en el atado de moscas y serán mencionados a continuación de los insectos.

Orden Ephemeroptera (mayflies en la literatura inglesa, efímeras)

Es un grupo pequeño en cuanto a número de especies, sin embargo sus estados ninfales son componentes comunes del bentos de ríos y lagos. Los adultos poseen dos pares de alas membranosas (a veces uno) que se mantienen verticalmente sobre el tórax en reposo. El par posterior está considerablemente reducido. El abdomen finaliza en un par de cercos muy largos y una prolongación caudal impar (llamado filamento terminal) de longitud similar o sin ella. Las ninfas son acuáticas, también con largos cercos y presentan 7 pares de branquias traqueales en el abdomen, que pueden ser laminares, plumosas, filamentosas, etc. El número de estadios ninfales y su duración es variable, aún dentro de la misma especie, dependiendo de factores como alimentación, temperatura e iluminación. Su régimen alimentario es esencialmente herbívoro (detritos vegetales, algas, etc.), pudiendo raer o filtrar su alimento, aunque también las hay carnívoras. Pueden frecuentar muchos lugares, algunas viven en las orillas, otras anidan en el barro o se ocultan bajo piedras en lagos, arroyos y ríos. También las hay nadadoras que viven entre las plantas acuáticas, entre paquetes de hojas.

El comportamiento de las ninfas se ve influenciado por muchos factores ambientales y estas pueden ser activas durante el día, o por la noche cuando se desplazan hacia la parte superior de las piedras que le sirven de refugio durante las horas de luz. Cuando una efímera está a punto de emerger, la ninfa flota hasta la superficie del agua, se escinde la parte dorsal de la cutícula del exoesqueleto y el insecto alado comienza a volar en unos pocos segundos. En algunos casos la ninfa sufre una muda bajo el agua y la forma alada resultante se conoce como subimago, esta difiere del adulto en muchos rasgos, entre ellos el tamaño, la madurez de sus órganos sexuales, patas y filamentos caudales de menor longitud. No obstante la forma general del subimago es similar a la del adulto, aunque de un color más mate. A continuación, el subimago se deshace de una delicada cutícula que cubre todo el cuerpo, incluidas las alas, erigiéndose en un imago totalmente formado, de apariencia brillante. La duración del subimago es variable y la cutícula vieja puede ser total o parcialmente persistente. El vuelo nupcial o “enjambre” es característico de cada especie y varía de acuerdo a la hora, lugar, número de individuos componentes y patrones de vuelo. Los enjambres de apareamiento están conformados por machos. Las hembras penetran en el mismo y salen con un macho, copulando durante el vuelo. La cópula dura unos pocos minutos y luego deviene la oviposición. La mayoría de las especies de las zonas templadas tienen una generación al año (univoltinas), pero algunas pueden desarrollar dos (bivoltinas) o tres generaciones (trivoltinas) en dicho período. El hecho que la vida adulta sea tan breve implica la presencia de ninfas acuáticas disponibles para los peces durante todo el año.

Orden Plecoptera (stoneflies en la literatura inglesa, perlas, moscas de la piedra)

Los adultos son de cuerpo delicado y tamaño de moderado a grande, con antenas alargadas y sedosas. Alas membranosas que se mantienen planas sobre el dorso durante el reposo, siendo usualmente mayor el par posterior. El abdomen termina por lo general en dos largos cercos. Ninfas acuáticas con antenas y cercos alargados, branquias traqueales de posición variable. Las patas son largas y bordeadas por pelos natatorios, finalizando en un par de uñas. Las ninfas viven debajo de piedras en aguas claras y sobre todo corrientes con lecho de piedras así como en saltos de agua. Muchas son carnívoras alimentándose de ninfas de efemerópteros y larvas de quironómidos, otras son herbívoras alimentándose de

algas y musgos. Otro grupo muy importante en las aguas de cabecera de los arroyos de Patagonia se alimenta de los restos de hojas de la vegetación circundante. Las ninfas suelen vivir en las zonas rápidas de ríos o arroyos bien oxigenados. Por esto a veces son llevadas a la deriva por la corriente y comidas por truchas. Las más pequeñas cavan en el fondo del río de modo que solo están disponibles para ser capturadas cuando llega el momento de la emergencia. Las ninfas pueden durar un año o hasta tres o cuatro en las especies de mayor tamaño (multivoltinas), dependiendo además de la temperatura de la zona. Previo a la emergencia, las ninfas maduras se mueven hacia el borde del agua y se arrastran a cierta distancia por el suelo antes de que emerja el adulto. Las ninfas son más vulnerables cuando están migrando hacia la superficie y luego ya como adultos. La emergencia se realiza en momentos determinados durante un período prolongado. El apareamiento no se produce durante el vuelo sino en el suelo, rocas o la vegetación circundante. Para la puesta de huevos, algunas se arrastran sobre las piedras u otros objetos próximos al borde del agua, pero la mayoría realiza la puesta mientras vuelan por encima del agua hundiendo ocasionalmente el abdomen por debajo de la superficie.

Orden Odonata (damselflies y dragonflies en la literatura inglesa, caballitos del diablo, libélulas, alguaciles)

Son insectos típicamente depredadores, los adultos son de tamaño grande, con piezas bucales masticadoras y dos pares de alas iguales o subiguales, membranosas y alargadas. Ojos grandes y prominentes, antenas cortas y filiformes. Abdomen alargado y fino. Las ninfas son similares al adulto en la forma general, aunque con ojos menos desarrollados, el abdomen es a menudo corto y ensanchado. El aparato bucal es masticador con un labio protráctil llamado “máscara”, modificado para la captura de presas. Salvo excepciones las ninfas son acuáticas y pueden vivir en diversos lugares como ser el fondo de ríos o entre las plantas y ser crípticas. Ciertas especies se adhieren a rocas y tienden a adoptar el color de la superficie que presentan. Todas son depredadoras, alimentándose de varios animales acuáticos como efemerópteros, dípteros, ninfas de su misma especie y hasta en algunos casos consumen renacuajos y juveniles de peces. En la mayor parte de las especies, la ninfa dura desde 2 meses a tres años, dependiendo de las condiciones ecológicas del hábitat. Las ninfas se encuentran normalmente en las márgenes vegetadas de lagos y remansos de arroyos. Ellas nadan lentamente y suelen trepar a tallos o ramas de la vegetación sumergida donde acechan a la presa. Otras pueden moverse rápidamente por “propulsión a chorro” expulsando agua por el ano y de esa manera capturar presas. Otras formas son menos activas y se mimetizan con el fondo, cazando al acecho. Cuando las ninfas maduran, migran hacia la superficie en grandes números por lo que pueden provocar un movimiento intenso de los peces que se alimentan de ellas. Cuando se aproxima la eclosión del imago, la ninfa detiene su nutrición y aparece hinchada, el tórax se expande notablemente y las branquias ya no son funcionales. Una vez completados los cambios internos, la ninfa asciende por algún objeto saliendo del agua y fija las uñas con tanta firmeza que la exuvia o muda permanece adherida por mucho tiempo al soporte, luego del vuelo del imago. La ninfa permanece inmóvil y luego la cutícula se escinde a lo largo de la línea dorsal, el imago saca la cabeza y el tórax y una vez que las patas adquieren fuerza y libertad recién retira el abdomen. La emergencia del imago ocurre por lo general en el comienzo de la primavera, variando con los requerimientos de temperatura y fotoperíodo, o sea la duración de las horas/luz, y suele extenderse hasta fines del verano. El adulto puede vivir desde 1-2 semanas (entre 5 y 8 semanas aproximadamente). Se los puede ver volando sobre el agua comiendo otros insectos voladores. Las hembras depositan los huevos en el agua por lo que ocasionalmente pueden ser capturadas por las truchas.

Orden Trichoptera (caddisflies, caddis, en la literatura inglesa, tricos, cadis)

Los adultos son semejantes a polillas, de tamaño pequeño a moderado provistos de antenas. Poseen alas membranosas y pubescentes (con pelos) y mantenidas en tejado sobre el dorso del abdomen en estado de reposo, las posteriores son más anchas. Se pueden encontrar tanto en lagos como en ríos. Las larvas son acuáticas y viven generalmente dentro de estuches recubiertos por granos de arena, piedras, restos vegetales, etc. Poseen una cabeza esclerotizada y antenas muy cortas. Los segmentos torácicos varían con relación al grado de esclerotización. Las patas son largas y terminan en una uña. El abdomen posee diez segmentos y el segmento anal posee un par de apéndices cortos y articulados que terminan en ganchos para aferrarse. Las branquias son filamentosas y dispuestas sobre el abdomen, en algunas larvas la respiración es cutánea. Las larvas se dividen en dos tipos generales: el primero de ellos posee cuerpo comprimido y la cabeza no está inclinada en ángulo. Éstas, raras veces construyen estuches y en general no poseen branquias. El segundo tipo posee la cabeza en ángulo con el resto del cuerpo. Estas larvas son cilíndricas, construyen estuches portátiles y poseen branquias traqueales. Las pupas de las larvas con estuche se refugian allí mismo, fijándolo a algún objeto del fondo y cerrando el estuche en ambos extremos. La mayor parte de las larvas sin estuche construyen refugios pupales especiales de forma oval con piedras, arena y otras partículas. Cuando se aproxima el tiempo de emergencia, el adulto formado, esto es el adulto formado pero aun dentro de la cutícula pupal, se dirige hacia la superficie del agua arrastrándose por la vegetación u otros objetos o nadando. El adulto emerge bastante rápido de la pupa, por lo que raramente está disponible para los peces durante la emergencia. De cualquier manera el adulto vive varias semanas, pasando mucho tiempo en los árboles o pastos cercanos a la orilla, entonces a menudo caen al agua o son llevados por el viento, en cuyo caso las truchas se los pueden comer, a diferencia de lo que ocurre con los efemerópteros que son comidos mayormente cuando emergen. Algunas especies depositan sus huevos sobre la superficie del agua mientras otras pueden reptar o nadar hacia el fondo para depositarlos y luego retornar a la superficie, siendo vulnerables a los peces. Los adultos en general viven mucho tiempo (comparado con las efimeras) y tienen períodos de emergencia superpuestos por lo que la “temporada de cadis” es más extensa.

Orden Diptera (midges, bloodworms, en la literatura inglesa, mosquitos, jejenes)

Insectos con un sólo par de alas membranosas, estando el par posterior modificado en balancines que le sirven para el equilibrio durante el vuelo. Las piezas bucales son chupadoras, adaptadas para picar. Larvas sin patas verdaderas (ápodos), para la locomoción pueden utilizar falsas patas provistas de uñas. Tienen cabeza reducida y el resto del cuerpo compuesto por doce segmentos. En ambientes acuáticos encontramos larvas pertenecientes a los mosquitos, jejenes, patudos, etc. y a la familia de los tábanos. Dentro de los primeros la larvas de quironómidos (Familia Chironomidae) son usualmente las más abundantes y diversas, suelen vivir en arroyos de flujo lento, ríos, lagos y charcas. Viven libres o forman tubos sobre o dentro del sustrato compuestos por partículas de fango o restos vegetales. Pueden presentar colores variables: marrón, crema, verde o rojo este último debido a la presencia de hemoglobina, de allí el nombre inglés de “bloodworms” que significa “gusanos de sangre”. Las pupas pueden ser activas, flotar en la superficie del agua o permanecer en el fondo del agua dentro del viejo tubo larval. Los machos adultos poseen cabeza pequeña con un par de antenas plumosas, las patas anteriores son alargadas. Presentan un parecido general con los mosquitos (Familia Culicidae). Se presentan en grandes números en la proximidad de lagos charcas y arroyos, muchos aparecen en vuelo

inmediatamente antes de la puesta del sol y presentan un característico vuelo en enjambre. Cuando se efectúa el apareamiento la pareja acoplada abandona el enjambre. En las zonas templado frías, como gran parte de la Patagonia, pueden existir una o varias generaciones al año, dependiendo principalmente de la temperatura del cuerpo de agua a lo largo del año. Las larvas viven en el fondo y los peces se alimentan de ellas regularmente. Las pupas se desarrollan en el fondo, luego nadan lentamente hacia la superficie donde emerge el adulto. Como las “midges” son usualmente pequeñas, la tensión superficial es una barrera para la pupa y esta cuelga suspendida de la superficie, de donde las truchas a menudo las capturan. De no ser así, el adulto emerge y sale volando. En ríos y arroyos, las emergencias de adultos ocurren en pozones, remansos o zonas de corriente lenta, mientras que en lagos puede ser en cualquier parte. Los adultos también son capturados por los peces, tanto cuando emergen como cuando retornan a la superficie del agua para poner los huevos. Los dípteros son muy importantes en la dieta de peces de interés deportivo tanto en lagos como en ríos.

Orden Heteroptera (aquatic bugs, waterboatmans y backswimmers en la literatura inglesa, chinches de agua)

Son insectos acuáticos con metamorfosis incompleta como la ya mencionada para efímeras y alguaciles. Durante su desarrollo entonces pasan por un huevo del que eclosiona una ninfa que luego de varias mudas se transforma en adulto. Los adultos poseen dos pares de alas, el primero de ellos parte coriáceo y parte membranoso, el segundo totalmente membranoso, de allí el nombre del grupo. Son insectos chupadores, alimentándose tanto de plantas como en animales. El grupo incluye (entre otros) distintos tipos de chinches acuáticas. Algunas de ellas (Familia Corixidae) son excelentes nadadores y algunas pueden volar torpemente pasando de una charca a otra. Como los adultos no poseen branquias, ellos toman el oxígeno de una burbuja de aire que llevan apresada en el cuerpo. Esto significa que no pueden nadar a sitios demasiado profundos. Los peces se alimentan de ellos regularmente, principalmente en lagos y lagunas.

Orden Coleoptera (beetles en la literatura inglesa, escarabajos)

Adultos con el primer par de alas modificado formando como estructuras rígidas llamadas élitros, que se unen sobre el abdomen y protegen al segundo par membranoso, que se encuentra replegado y se utiliza para volar. Las piezas bucales son masticadoras y los hábitos alimentarios son variados aunque predominantemente herbívoros. El cuerpo suele estar más o menos achatado. Las larvas son variadas, con cabeza bien desarrollada y con o sin patas torácicas. La metamorfosis es completa. Los coleópteros son los organismos más abundantes que se conocen, si bien son principalmente terrestres, tienen muchos representantes acuáticos, presentes en todo tipo de aguas continentales, con excepción de partes muy profundas de lagos o aguas muy contaminadas. Si bien más numerosos en ambientes lénticos y entre la vegetación litoral, hay muchas especies que viven en ambientes lóticos y que forman parte de la comunidad bentónica. A pesar de que no alcanzan grandes densidades, los coleópteros acuáticos son importantes en la cadena trófica, algunos como fuente de alimento de peces y anfibios. También son útiles como bioindicadores de calidad de aguas. Los peces se alimentan tanto de formas acuáticas como terrestres que ocasionalmente caen al agua.

Subphylum Crustácea

Los crustáceos son un grupo que componen una parte importante en la dieta de los peces nativos y los salmónidos. Se encuentran representados en el plancton (cladóceros y

copépodos) o en el bentos asociados al fondo de los cuerpos de agua tanto en lagos como en arroyos y ríos. Entre estos últimos tenemos a los camarones de agua dulce (anfipodos) y a las langostas y cangrejos (decápodos). Estas formas poseen desarrollo directo y son utilizadas en la construcción de señuelos. En cuerpos de agua de la Patagonia son muy comunes las langostas del género *Samastacus* y los cangrejos del género *Aegla*. Ellos pueden esconderse bajo rocas y no estar disponibles para los peces, pero lo están cuando se mueven por el fondo en busca de alimento. Los cangrejos constituyen una presa bastante frecuente en algunos ambientes para los grandes ejemplares de peces. Los anfipodos del género *Hyaella* también pueden constituir un ítem importante en la dieta ya que en determinados cuerpos de agua constituyen la principal biomasa de alimento disponible para los peces.

Los crustáceos pueden ser abundantes en ambientes salobres pero raramente diversos en número de especies. Los crustáceos, como se mencionó, presentan grupos típicamente del zooplancton como los cladóceros y los copépodos o viven en el bentos como los cangrejos, las langostas, los anfipodos, los ostrácodos y algunos copépodos. Por ser artrópodos (al igual que los insectos y las arañas) presentan apéndices y patas articulados y exoesqueleto externo rígido.

Los cladóceros tienen especies que viven en la zona limnética y otros viven en la zona litoral. En este grupo no hay depredadores en las aguas patagónicas. Las crías son adultos en miniatura que a través de numerosas mudas adquieren la talla del adulto. Viven entre 40 y 100 días y una hembra puede producir de 400 a 700 individuos en su vida. En el invierno, al igual que los rotíferos producen huevos de resistencia. Son, como los rotíferos, oportunistas, aunque con menor potencial reproductivo, son más eficientes para filtrar el alimento. Dada su escasa movilidad y su mayor tamaño son muy vulnerables a la depredación por peces.

Los copépodos viven en la zona limnética, en el perifiton o en el bentos. Algunos grupos son depredadores mientras que otros son pastoreadores. A diferencia de los grupos anteriores en el ciclo de vida de los copépodos del huevo emerge una larva nauplius y se suceden una serie de estadios de nauplii y de estadios copepoditos hasta alcanzar el adulto. Cuando desarrollan sexualmente las hembras son fecundadas y almacenan el esperma para fertilizar a los ovocitos. Viven desde 40 días hasta casi un año y una hembra produce entre 500 y 1300 descendientes. Los copépodos continúan su crecimiento en el invierno. Tienen un bajo potencial reproductivo y un crecimiento lento aunque una mayor especialización para adquirir partículas de alimento de mayor tamaño. También poseen una mayor habilidad para detectar presas sobre los otros organismos del plancton lo que determina que en ambientes estables (ej, aguas abiertas y profundas) predominen, en cambio en las zonas costeras o superficiales, que sufren mayores cambios, predominan los cladóceros y los rotíferos.

Interrelaciones entre los organismos

En el sistema acuático ocurren una serie de interacciones biológicas como la competencia intra e interespecífica, la depredación, el parasitismo, además de asociaciones de diferentes especies que comparten un mismo sitio. En todas estas relaciones los peces actúan como un eje muy importante con relación a todos los demás componentes de la biota por su poder de depredación sobre los demás organismos.

En un lugar localizado de un arroyo como un pozón los peces que están presentes en un momento determinado constituyen un ensamble o asociación, algunos de esos peces están temporalmente en ese sitio y para otros es el lugar de acecho, refugio y alimentación. En una zona pelágica de un lago de cordillera se pueden observar cardúmenes de peladillas o de puyen chico, algunos pejerreyes entre los juncos y truchas que recorren la costa, o en fondo bagres de torrente juveniles y puyenes grandes. La estructura de estos ensambles estará constituida por el número de especies y de familias, el número de peces presa *versus* el número de peces piscívoros, los patrones de talla de los individuos, etc. Las asociaciones o ensambles de peces en los lagos y ríos patagónicos son muy pobres en diversidad de especies, aunque el número de individuos y la diversidad de tallas puede ser importante.

En distintos momentos del ciclo de vida de los peces los individuos ocuparán diferentes lugares en el ecosistema acuático de acuerdo a los cambios que sufren en su alimentación, su capacidad natatoria, etc. En general los peces cuando comienzan su alimentación exógena son consumidores de macroinvertebrados y están más asociados al fondo y a zonas más protegidas por la vegetación sumergida o las rocas. Como juveniles adoptan la alimentación del adulto, su capacidad natatoria ha mejorado y pueden ocupar sitios menos protegidos en donde se exponen más a los depredadores. En Patagonia, algunas especies como puyenes y pejerreyes tienen larvas limnéticas que se alimentan de fito y zooplancton y como adultos se ubican en la zona litoral. En un río -recordando las diferencias entre la cabecera y la desembocadura descriptas previamente- se observa que en general en el rithron predominan peces insectívoros y piscívoros y en el potamon de grandes ríos hay peces detritívoros y herbívoros.

En un ensamble el número de especies piscívoras está en relación con el número de especies presa y define la dinámica del sistema, denominándose piscívoras aquellas especies que como adultos consumen peces como un ítem importante de la dieta. Teniendo en cuenta lo antedicho hay especies que a lo largo de la ontogenia temprana son especies presa y cuando adultos, son piscívoras. En las aguas patagónicas ingresaron entre cuatro y cinco especies carnívoras de las cuales la trucha de lago y la trucha marrón son realmente piscívoras y actualmente siguen ingresando más especies piscívoras (ej. salmones del Pacífico), que tienen una fuerte implicancia en el control de las presas y de los procesos en el sistémicos de arriba hacia abajo como predadores tope de la trama.

Quinta parte:

SANIDAD DE PECES AUTÓCTONOS E INTRODUCIDOS EN LA REGIÓN ANDINOPATAGÓNICA ARGENTINA

En la siguiente sección se presenta información general sobre algunas de las patologías frecuentemente encontradas en la región patagónica. Es importante aclarar que si bien algunas de ellas son casi de aparición exclusivas en situaciones de cultivo (ej. salmónidos) pueden ser encontrados en ambientes naturales bajo determinadas circunstancias. Los peces en el medio ambiente natural son susceptibles a una serie de enfermedades. La salud es el estado de un individuo que vive en armonía con su medio ambiente. La enfermedad por su parte, es un estado en el que el individuo muestra una desviación anatómica, química o fisiológica fuera de lo normal. Esto resulta en una pérdida de la homeostasis. La aparición de una enfermedad en los peces responde, en términos generales, a un desequilibrio inducido por acciones naturales o antrópicas, en la interacción entre 3 elementos necesarios e indispensables: Patógeno (bioagresor), huésped (pez) y Medio ambiente. Esta interacción es permanente y no necesariamente deriva en una enfermedad si las condiciones ambientales favorecen al huésped (pez) y/o los eventuales patógenos se encuentran ausentes o no son extremadamente virulentos. Los brotes o epizootias ocurren solo cuando la interacción de uno o más factores de cualquiera de los tres elementos (ej. aumento de la turbidez, disminución de oxígeno, poco alimento, tóxicos, manipulación excesiva, cambios de pH, etc.), favorece un desequilibrio a favor de un bioagresor o en detrimento del huésped.

De esta forma se puede decir que los ambientes acuáticos naturales presentan un equilibrio entre sus comunidades, incluyendo a las poblaciones de peces y sus parásitos. Bajo la denominación de parasitismo se entiende, en primera instancia, simplemente cualquier "infección por parásitos". En la literatura general se aplica el término infección para denominar la invasión del huésped por parte de virus, bacterias u hongos. En el caso de zooparásitos, se utiliza el término "infestación" o "invasión".

Como termina una enfermedad

El desarrollo de una enfermedad puede tener uno de los siguientes desenlaces:

- 1- Recuperación: el individuo puede reparar el daño producido por el patógeno, luego de un período de tiempo ya no quedan signos de lesiones y el pez recupera su homeostasis.
- 2- Invalidez: el organismo no está en condiciones de reparar completamente las lesiones, pero como estas no comprometen la salud a tal punto de producir la muerte, el individuo sobrevive manteniendo cierto tipo de secuelas.
- 3- Muerte: las defensas corporales han sido vencidas, el daño anatómico y fisiológico es tan grande que las funciones vitales no pueden ser mantenidas.

Clasificación de las enfermedades

Existen varios criterios para clasificar las enfermedades que atacan a los peces, lo que resulta en diferentes formas de agruparlas. En este caso nosotros vamos a agruparlas de acuerdo al agente etiológico causante: virus, bacterias, hongos y parásitos.

Transmisión de las enfermedades

La transmisión puede realizarse por las siguientes vías:

1. A través del agua (respiración, productos de excreción, etc.)
2. Mediante el consumo de organismos infectados.

3. Contacto entre individuos (altas densidades, migraciones, etc.)
4. Contacto con elementos infectados (botas, equipos de pesca, waders, etc.)
5. Vectores (aves, invertebrados, etc.)
6. Productos sexuales

Enfermedades generadas por hongos y parásitos encontradas en peces de la región Patagónica

Hongos

Los hongos son organismos heterótrofos, y por lo tanto requieren materia orgánica preformada para su crecimiento y reproducción. Pueden primariamente dividirse en dos grandes grupos según la fuente de alimento que utilizan: 1) los saprobios, que utilizan materia orgánica muerta y 2) los parásitos, que infectan organismos vivos.

Un hecho particular de las micosis (enfermedades producidas por hongos) es que muchos saprobios son parásitos facultativos y aquellos que son parásitos, pueden asimismo ser saprobios facultativos; esto hace que, en ocasiones, la evaluación de los casos sea complicada. La estructura de los hongos es extremadamente variable pudiendo ser desde unicelulares a pluricelulares. En este último caso, se agrupan en largos filamentos denominados hifas. Los hongos filamentosos comúnmente se ramifican formando masas llamadas micelio. Se pueden reproducir sexual o asexualmente, poseer uno o más núcleos, y su pared puede contener celulosa o quitina. Es a través de la pared celular por donde pueden absorber los nutrientes o liberan sustancias enzimáticas.

El diagnóstico de las micosis se basa en la clara manifestación observable generalmente visible como una masa algodonosa blanco-grisáceo o amarronada sobre las superficies externas o las branquias de peces o huevos en incubación.

Sólo un pequeño número de especies son patógenas para los peces. En general se trata de organismos saprobios, patógenos oportunistas bajo condiciones ambientales empobrecidas o que aprovechan lesiones preexistentes en los peces. La incidencia de enfermedades micóticas es relativamente baja; en la mayoría de los casos no es de curso letal, pero puede dejar a los peces en condiciones de mayor susceptibilidad para otras infecciones.

CLASE: OOMYCETES

***Saprolegnia* spp., *Achlya* spp., *Aphanomyces* sp. (Saprolegniasis)**

Hongos acuáticos comunes en la mayoría de los cuerpos de agua dulce y salobre, ubicuos en la naturaleza y pueden estar también presentes en suelos muy húmedos. La saprolegniasis es común durante e inmediatamente después la época del desove en peces silvestres. Suele observarse asimismo en peces en malas condiciones generales o en aguas poco límpidas. La mayor parte de las epizootias surgen cuando las temperaturas son bajas, aunque las que sobrevienen a un traumatismo pueden presentarse a cualquier temperatura y el estrés por alta temperatura, puede también inducir la invasión micótica.

Si bien la cutícula del pez está dotada de una cierta actividad antifúngica, la infección es normal en la fase de reproducción o después de una manipulación excesiva cuando los peces son capturados.

Las lesiones se presentan en forma de manchas blanco-grisáceos de tipo focal sobre la piel. Cuando se observan bajo el agua, tienen un aspecto algodonoso. Lesiones más frecuentes son en la superficie externa y en las branquias, aunque se han citado algunas infecciones internas en peces pequeños que ingieren esporas, las que germinan en el intestino e invaden las vísceras.



Figura 2: vista dorsal de masas algodonosas del hongo *Saprolegnia* sp. en truchas arco iris.

***Branchiomyces* spp. (Branquiomycosis)**

Enfermedad también conocida como "podredumbre de las branquias", se caracteriza por zonas de necrosis en branquias debidas al crecimiento intravascular de hongos del género *Branchiomyces*. Se reconocen dos especies, *B. sanguinis* y *B. denigrans*. Las hifas obstruyen los vasos sanguíneos del tejido branquial. Esto resulta en la pérdida del brillo y color característicos de las branquias.

CLASE: ZYGOMYCETES

***Ichthyophonus hofferi* (Ictiofoniasis)**

Hongo parásito obligado de distribución mundial, que afecta tanto a especies de agua dulce como marina. Prácticamente todos los salmónidos son susceptibles. En los salmónidos la infección inicial se efectúa por vía oral. Se ubican en el tracto digestivo una parte sale al exterior con las heces y otra atraviesan la mucosa y pasa a la corriente circulatoria, diseminándose a otros órganos y formando quistes. Brotes en peces silvestres (arenque por ejemplo, especie frecuentemente afectada) normalmente en invierno y primavera. Se manifiestan por una aspereza sobre la superficie de la piel, en general de color negro y en relieve, sobre todo en la región caudal lateroventral. Los granulomas, de aproximadamente 1 mm de diámetro, producen el efecto de "papel de lija".

En muchas especies los órganos internos se encuentran afectados con mayor frecuencia que la piel, observándose nódulos blanquecinos sobresalientes, en todos los órganos, especialmente en hígado y corazón.

Parásitos

Una particularidad de la parasitología de peces se fundamenta en la relación tan estrecha que existe entre el pez y su medio acuático, comparativamente mayor que la de los animales terrestres con el aire. El medio acuático beneficia a los parásitos en relación a sus posibilidades de dispersión, a la vez que mejora notablemente las de sobrevivencia aún cuando no se encuentre inmediatamente con su hospedador, dado que no sufre el riesgo de la desecación. Asimismo, las características anatómicas de los peces resultan beneficiosas para la penetración de los estadios infectantes. Si bien las escamas y el mucus son una barrera de protección importante, la piel de los peces no presenta la dura y gruesa capa que normalmente

tienen los animales terrestres y posee, además, zonas expuestas en la superficie que resultan una puerta de entrada relativamente fácil.

Los parásitos son organismos que reciben beneficios del hospedador en el cual viven y que pueden producir daños. El efecto nocivo depende de diversos factores asociados a ellos mismos, a sus hospedadores y al ambiente. En los ambientes naturales no perturbados, los parásitos viven normalmente en equilibrio con el hospedador y el estado sanitario de la población del huésped no evidencia consecuencias de importancia. Cualquier acción antropogénica o natural excepcional puede producir un desequilibrio en la delicada interacción existente entre el huésped, el ambiente y el parásito, normalmente en beneficio de este último, potenciando su virulencia y favoreciendo así el brote de una epizootia.

Los parásitos tienen, en general, formas complejas de desarrollo que incluyen cambios profundos en su forma, tamaño, requerimientos fisiológicos, etc. El conjunto de todos los estadios larvales hasta el desarrollo del parásito adulto, se designa "ciclo de vida". El pasaje de un estadio a otro suele acarrear problemas de probabilidad de encuentro del hospedador adecuado, por ello, en general, los parásitos tienen un gran potencial reproductivo.

Los parásitos pueden tener en los peces sus hospedadores definitivos o intermediarios. Las especies parásitas que cierran su ciclo de vida dentro del mismo ambiente, se conocen como parásitos autogénicos. Los hospedadores intermediarios pueden ser peces o no, pero éstos son siempre sus hospedadores definitivos. Cuando el pez juega un rol de hospedador intermediario y el parásito madura en otros vertebrados distintos de peces (en general aves o mamíferos), se denominan parásitos alogénicos. Las especies autogénicas sólo pueden colonizar nuevos ambientes acuáticos por medio de la migración natural, o con el movimiento de peces o invertebrados intermediarios que contengan estadios larvales viables. En muchas ocasiones este último proceso es asistido o intermediado accidentalmente por el hombre, por ejemplo con la siembra o resiembra de peces. En cambio, las especies alogénicas tienen una gran habilidad y potencial de colonización, pues pueden utilizar para su dispersión tanto los mecanismos mencionados anteriormente, como su capacidad de ser transferidas de manera relativamente fácil desde un ambiente acuático a otro, a través de la liberación de huevos en el medio acuático por parte de su huésped definitivo.

La ocurrencia estacional de parásitos sigue ciertos patrones. El nivel de establecimiento de larvas varía en las diferentes estaciones en función de la propia condición del pez y de la disponibilidad de huéspedes intermediarios, ambos factores influenciados por la temperatura del medio acuático. De este modo, aunque las larvas pueden vivir normalmente mucho tiempo en el huésped, una parte de ellas madura hasta el estadio siguiente y otra parte degeneran y muere.

En los huéspedes definitivos homeotermos, aves y mamíferos, el parásito adulto puede estar presente y liberando huevos al hábitat durante todo el año. En cambio, en los hospedadores finales poiquilotermos, peces, es normal un período estacional limitado para la maduración de los huevos y su liberación al medio. Estos, una vez libres en el agua, son controlados en su maduración por la temperatura prevaleciente de la misma.

Los parásitos se clasifican básicamente en función de caracteres morfológicos, dividiéndose en primera instancia en dos grandes grupos, según su condición de organismos unicelulares (Protozoa) o pluricelulares (Metazoa).

PHYLUM: MYXOZOA

Los mixozoos son un grupo muy difundido tanto en peces de agua dulce como marinos y algunas especies son de gran importancia en la pesca extractiva y en la acuicultura. En general, producen enfermedades nodulares que alteran las propiedades organolépticas del pez.

Estos parásitos presentan ciclos de vida relativamente complejos y se conocen en detalle sólo algunas de las especies de mayor trascendencia, por ejemplo, *Myxobolus cerebralis*. Es importante mencionas... En la región andinopatagónica, tres especies de peces autóctonos, la perca, el pejerrey y el puyen chico, registran infección por representantes de este Phylum como *Myxobolus* sp., *Myxidium* sp. y *Henneguya* sp.

Myxobolus cerebralis

Este agente, responsable de la “Enfermedad del Torneo”, se ubica en el tejido cartilaginoso del huésped, afectando gravemente a los juveniles de trucha de hasta aproximadamente 4 meses de edad, cuando se completa la osificación de la región cefálica. Las esporas tienen una forma oval y un tamaño aproximado de entre 7,4-9,7 x 7,0-10,0 μm , con dos cápsulas polares y un germen ameboidal. *M. cerebralis* afecta tanto peces silvestres como de cría y hasta el presente no hay registros en la Argentina que permitan sospechar de la presencia de esta enfermedad en el país.

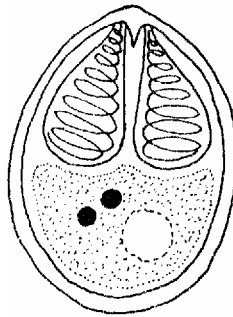


Figura 3: Espora de *M. cerebralis*

Las truchas enfermas presentan como primer signo un desequilibrio motriz manifiesto en movimientos espiralados o rotatorios en la natación (natación en torneo), producto de la destrucción de áreas del aparato utricular, y una coloración negra en la región caudal debido a las lesiones en la columna vertebral que producen alteración del sistema nervioso. Cuando los peces sobreviven, las estructuras dañadas osifican con defectos o malformaciones observables a nivel de los opérculos, las mandíbulas y la columna vertebral (lordosis y escoliosis).

Las esporas de *M. cerebralis* no son en sí mismas infecciosas para los salmónidos, sino que son ingeridas por el huésped intermediario *Tubifex tubifex* (oligoqueto) y se transforman en las actinosporeas infecciosas en los epitelios del intestino. Las esporas son absorbidas junto con el lodo por el oligoqueto y en el tracto intestinal se desprenden las cápsulas y la espora se fija a la pared penetrando el germen ameboidal en el epitelio del tracto intestinal. En las células epiteliales infectadas se forman esporas nuevas esporas que se liberan al intestino del oligoqueto. Estas llegan al agua al morir el oligoqueto o son expelidas por el tracto intestinal.

Las esporas liberadas al agua se anclan en la superficie del huésped con ayuda del un filamento. Allí el parásito penetra a través de los nervios hasta el sistema nervioso central, especialmente la espina dorsal. Desde allí puede observarse claramente que se desplazan hasta la región craneal del sistema nervioso (encéfalo). Durante esta migración tiene lugar la multiplicación del patógeno y el desarrollo hasta el estadio de plasmodio. Estos penetran el tejido cartilaginoso, desarrollándose finalmente en esporas maduras. Aparentemente, cuando maduran son capaces de destruir el tejido cartilaginoso del huésped por medio de la liberación de enzimas. Todo este proceso es termodependiente y requiere aproximadamente entre 90 a 160 días.

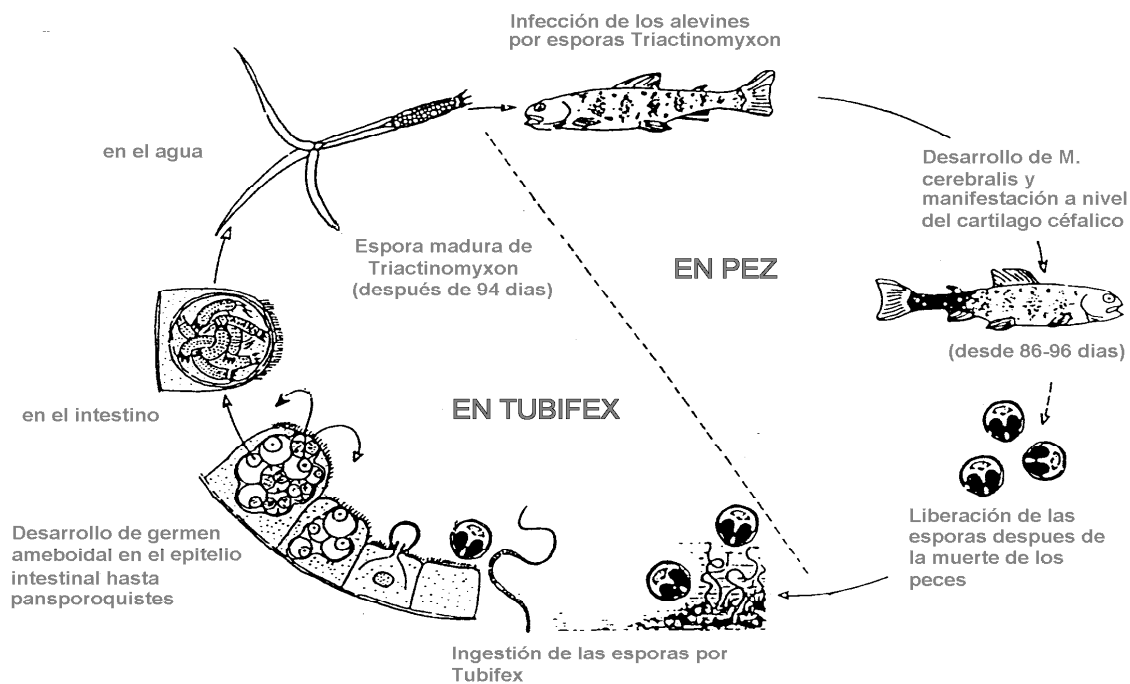


Figura 4: Ciclo de vida de *Myxobolus cerebralis*.

Los peces enfermos en los ambientes naturales son presa fácil para peces predadores y aves acuáticas. Así, las esporas son eliminadas por vía intestinal de los depredadores, proceso en el que conservan su capacidad infecciosa. Por otro lado, las esporas pueden llegar al agua o al lodo luego de la descomposición de peces muertos. A través de las esporas liberadas en el agua y el lodo, se produce por azar la infección de nuevos oligoquetos y así se cierra el ciclo de desarrollo. Los peces que sobreviven a la enfermedad se convierten en portadores de por vida de las esporas viables.

***Thelohanellus* sp. y *Henneguya* sp.**

Estas especies afectan piel, branquias y órganos internos generando nódulos. Los nódulos pueden medir varios milímetros y su forma varía frecuentemente según la especie del agente causal. En el interior se encuentran parásitos. La gravedad del daño en los tejidos u órganos depende de la especie parásita, el estadio de desarrollo y la intensidad de la infección. Pueden producir desde alteraciones casi imperceptibles hasta daños en diferentes órganos que resultan letales. Los peces infectados presentan quistes subepiteliales blanquecino-perlados en las branquias o en la piel, de entre 1 y hasta 10 mm.

PHYLUM: MASTIGOPHORA

Un gran número de especies son parásitas de peces sobre la superficie externa, branquias, intestino, sangre y riñón.

***Spironucleous salmonis* (ex *Hexamita salmonis*)**

Es un organismo flagelado que vive en el intestino y en la vesícula biliar del pez huésped. Tiene un cuerpo ovalado y presenta en el extremo anterior dos haces de flagelos, cada uno de los cuales está compuesto a su vez de tres. El extremo posterior lleva dos largos flagelos. No se conoce aún la vía de infección de los peces pero muy probablemente sea por el contacto con peces enfermos, por el agua, etc.

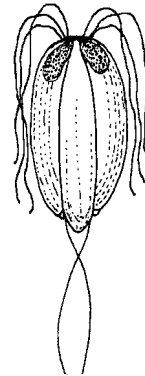


Figura 5: *Spironucleous salmonis* (8-14 μ m)

Son susceptibles los alevinos de trucha que permanecen en el fondo del cuerpo de agua o cerca de la orilla. Pueden presentar mucha pigmentación, abdomen hinchado y “falsas heces”. El parásito produce inflamaciones y alteraciones de la mucosa intestinal y del epitelio de la vesícula biliar.

PHYLUM: CILIOPHORA

Los ciliados se caracterizan por la presencia de dos núcleos y un gran número de cilias, las que pueden estar distribuidas en forma homogénea sobre toda la superficie del organismo o formando coronas o grupos. Con un tamaño corporal que va desde 25 a 1000 μ m, los ciliados se cuentan entre los protozoos más grandes.

***Ichthyophthirius multifiliis* (“Ich”, Enfermedad del Punto Blanco)**

Tiene forma redondeada y, por lo general, en el organismo vivo se ve fácilmente el macronúcleo en forma de herradura. Los *Ichthyophthirius* se nutren de restos de células epidérmicas. En su ciclo de vida podemos diferenciar una fase fija en el pez donde crece y madura, de una fase enquistada en el bentos.



Figura 6: *I. multifiliis* (1mm)

Según la temperatura del agua, en 1 a 3 semanas el parásito alcanza el tamaño definitivo, perfora la piel del pez y cae al fondo y se enquista. Dentro del quiste se multiplica dentro de las 15 a 20 horas y origina de 20 a 1000 nuevos elementos infestantes provistos de cilias (tomites). La viabilidad de los tomites es limitada (alrededor de 48 horas), vuelven a atacar al mismo pez u a otros, con lo cual se cierra el ciclo.

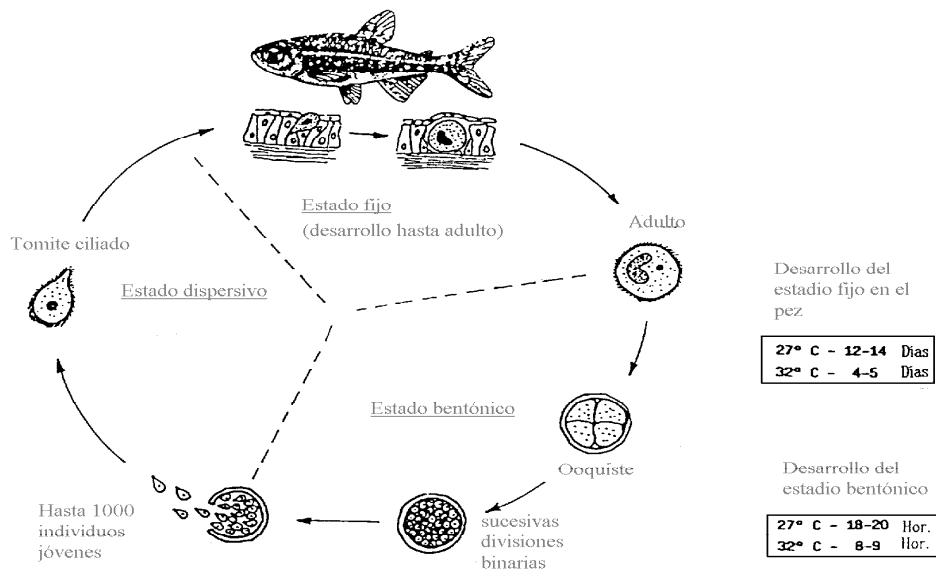


Figura 7: Ciclo de vida de *Ichthyophthirius multifiliis*.

Cuando esta fijo en el pez el parásito crece, el tegumento reacciona englobando al parásito y se evidencia en el exterior como el "punto blanco". Al avanzar la enfermedad se pueden observar manchas de color blanco sucio. Los peces presentan aletas encogidas y movimientos de fricción violentos.

***Trichodina* sp.**

Es un organismo unicelular ciliado con forma de campana. El parásito posee un anillo de fijación provisto de ganchos, con aspecto de sierra circular. *Trichodina* parasita el tegumento y las branquias. La piel de los ejemplares enfermos presenta una opacidad blanco-azulada.

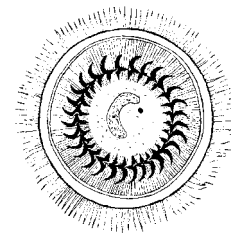


Figura 8: *Trichodina* (26-75µm).

PHYLUM: PLATYHELMINTHES

CLASE: DIGENEA

Los digeneos son vermes endoparásitos, cuyo ciclo de vida incluye uno o más hospedadores intermediarios. La forma adulta, en general, parasita el intestino de vertebrados (peces predadores, aves o mamíferos). El cuerpo puede tener formas muy variadas, pero siempre presenta un par de ventosas características (ventral y oral).

De los huevos liberados al agua con las heces del hospedador definitivo, nacen larvas ciliadas (miracidios) que buscan en forma activa su primer hospedador intermediario, generalmente un molusco. En los caracoles se desarrolla el otro estadio (las cercarias). Las cercarias maduras dotadas de cola emergen activamente y pueden ser ingeridas con el alimento o penetrar por cualquier lugar del cuerpo del pez, especialmente por branquias, ojos y tegumento. Según el grupo parásito, en este nuevo hospedador la cercaria se encapsula (metasarcaria) o se desarrolla hasta el estadio adulto. Los peces pueden alojar larvas, actuando como hospedadores intermediarios, o vermes adultos, oficiando de hospedadores definitivos. En este caso se alojan en el canal gastrointestinal y eventualmente en las branquias o en los vasos sanguíneos.

Diplostomum sp.

La diplostomiasis de los peces de agua dulce es producida por metacercarias del género *Diplostomum*. El huésped definitivo es un ave ictiófaga como la gaviota o el biguá. La cercaria de esta especie migra hasta el ojo donde puede encontrársela como metacercaria, durante más de 8 meses. La invasión ocular de *Diplostomum* lesiona el ojo y produce un enturbiamiento del cristalino. Cuando un ave acuática ingiere un pez infectado, en su intestino se desarrolla el adulto.

El género *Diplostomum* está presente en nuestra región, con representantes en prácticamente todas las especies de salmónidos y en los autóctonos puyen, perca y pejerrey. La identificación de la metacercaria es relativamente simple dada la típica morfología, con tres lóbulos evidentes en su región anterior.

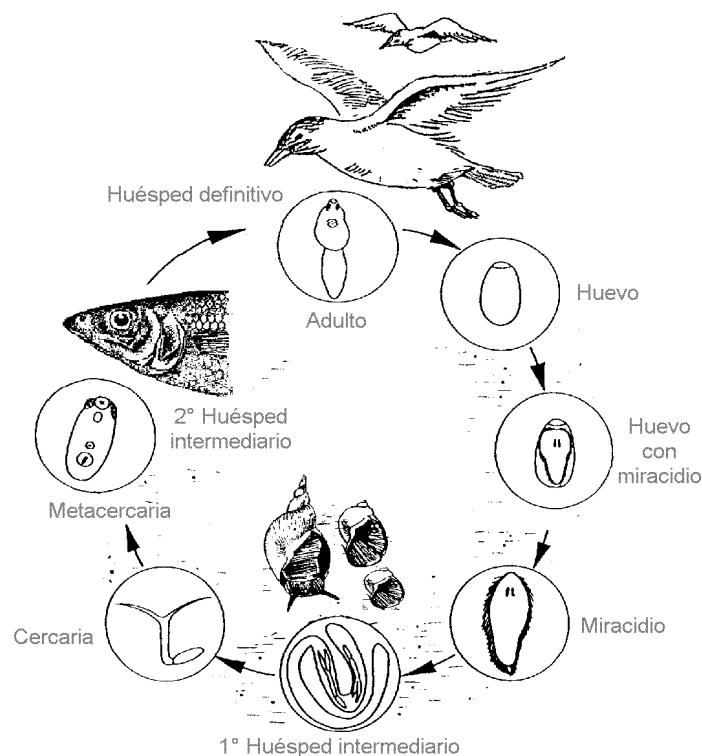


Figura 9: Ciclo de vida de *Diplostomum* sp.

Tylodelphys spp.

Los parásitos del género *Tylodelphys* son comunes en peces autóctonos como pejerrey, puyen y perca, en la región patagónica. Las metacercarias se observan generalmente a nivel de cerebro, ojos, cavidad abdominal y corazón.

Tylodelphys bariloensis

Este parásito es específico de puyen (*Galaxias maculatus*) y su estadio larvario de metacercaria puede encontrarse en gran número (hasta 600 individuos), no encapsulado, especialmente en la superficie del encéfalo y en la cavidad cerebral. Los parásitos adultos viven en el intestino de diferentes aves ictiófagas. El primer hospedador intermediario es un caracol, *Chilina* sp., donde maduran las cercarias que luego infectarán a los puyenes. La ruta migratoria de *Tylodelphys bariloensis* es vía nerviosa. La mayoría de las cercarias llegan al encéfalo a través del nervio óptico y los nervios craneales. Se ubican especialmente sobre la superficie de los lóbulos ópticos y el cerebelo, donde desarrollan a metacercarias. Cuando el pez es ingerido por un ave ictiófaga, se cierra el ciclo.

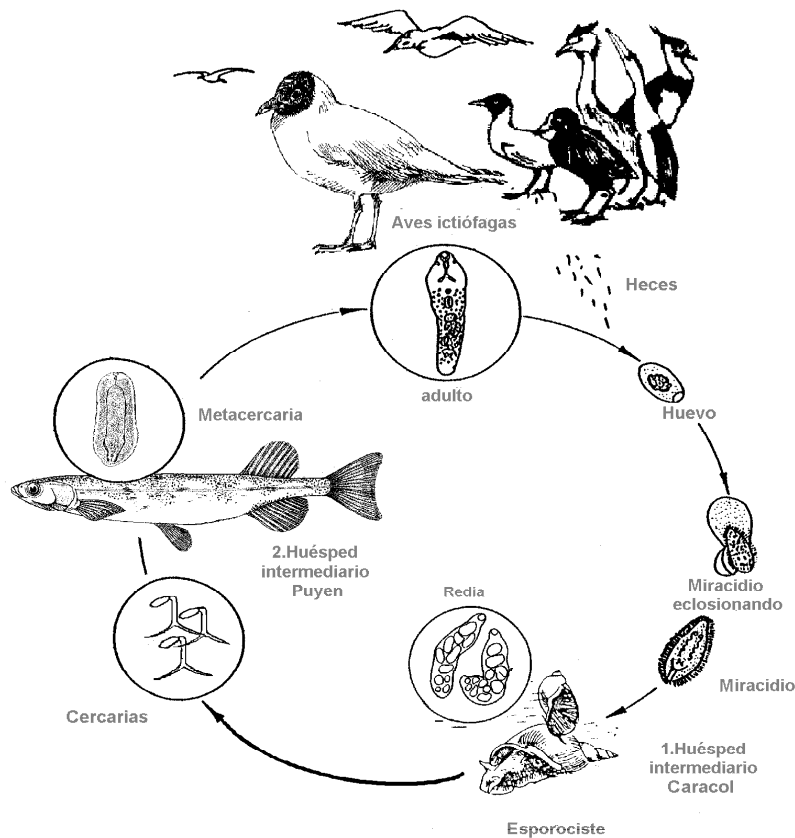


Figura 10: Ciclo de vida de *Tyloodelphys barilochensis*.

***Acanthostomoides apophalliformis*.**

Los parásitos se encuentran en estómago e intestino de percas y raramente en salmónidos. Las metacercarias encapsuladas pueden encontrarse en la pared intestinal y en el hígado de los puyenes. La identificación de los parásitos es relativamente simple, dada la típica morfología de la cabeza, con dos filas de ganchos alrededor de la ventosa oral y alrededor de 30 espinas por fila.

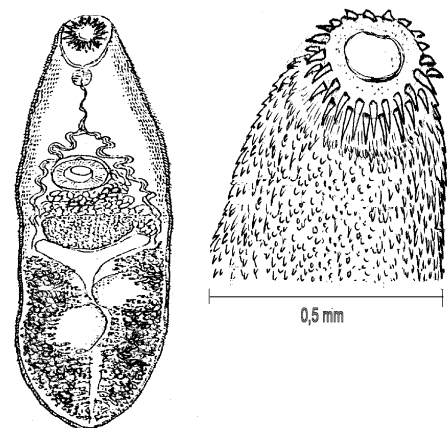


Figura 11: *A. apophalliformis*

Los parásitos adultos viven en los intestinos de peces predadores. El primer hospedador intermediario, en donde maduran las cercarias, presumiblemente es también un caracol. En el siguiente huésped intermediario (puyen por ejemplo), se desarrollan a metacercarias y maduran el estadio adulto al ser ingeridas por su hospedador final (salmónidos, percas).

Austrocreadium papilliferum.

Se encuentra en su forma adulta en el intestino de las percas. Su tamaño es de 1,0-1,3 mm de longitud y 0,3-0,5 mm de ancho. El ciclo de vida de este parásito no se encuentra totalmente descrito. Se observan hemorragias y reacciones inflamatorias en el intestino.

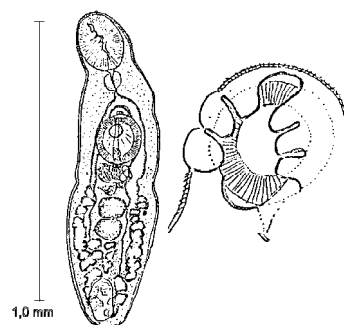


Figura 12: *A. papilliferum*

CLASE: CESTOIDEA

Los cestodes son endoparásitos obligados. El cuerpo se divide en una cabeza (escólex) provista de ventosas, un delgado cuello y una cadena segmentada (estróbilo) conformada por unidades (proglótidos). El ciclo de vida del parásito involucra uno o más hospedadores intermediarios y uno definitivo. Los peces pueden desempeñar ambas funciones. Cuando los peces alojan las larvas, éstas se encuentran libres o encapsuladas en la musculatura y en las cavidades corporales u órganos internos. Los parásitos adultos en cambio, están siempre en el intestino de los peces, mamíferos o aves. Los adultos liberan los huevos en verano, de ellos sale la larva ciliada (coracidio) que puede vivir aproximadamente dos días en el agua mientras espera ser ingerida por un invertebrado (generalmente un copépodo), primer hospedador intermediario. Los copépodos infectados, al ser ingeridos por un pez, transportan la larva al intestino del mismo donde se transforma en plerocercoides. Este último perfora la pared intestinal e invade preferentemente la musculatura, las cavidades corporales y los órganos internos. Si un hospedador final ingiere un pez infectado, se desarrolla el verme adulto en su intestino. Tanto las larvas como los adultos pueden afectar la salud de los peces.

Proteocephalus macdonaghi

Esta especie tiene un largo de entre 15-70 mm. Los huevos tienen forma de clava. Este parásito pueden encontrarse todo el año en gran número (300 y más) en el intestino de pejerreyes.

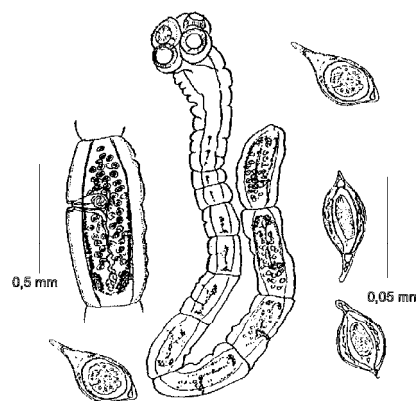


Figura 13: *Proteocephalus macdonaghi*

El ciclo de vida se realiza con intervención de un hospedador intermediario copépodo, por ingestión de los crustáceos infectados, las larvas se transmiten al huésped definitivo, el pejerrey, donde maduran. No se han registrado daños manifiestos en los peces infectados.

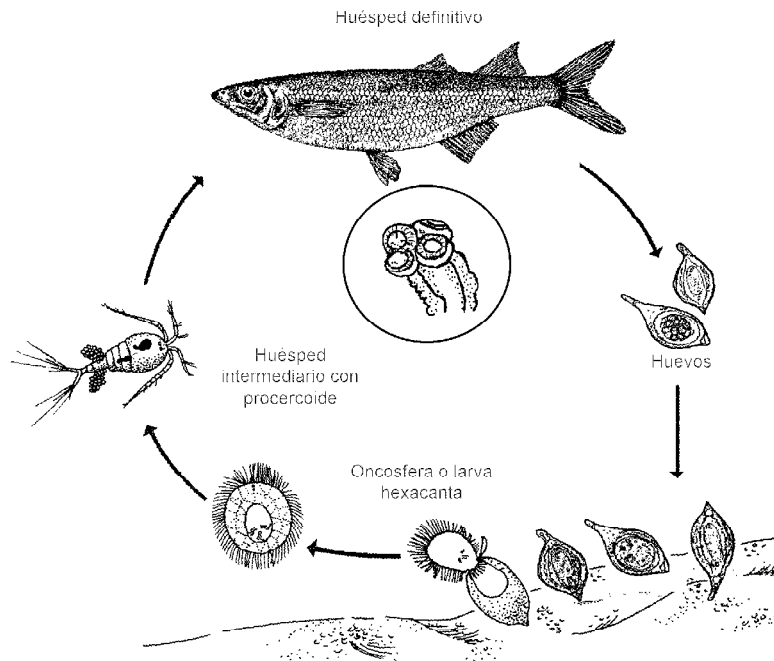


Figura 14: Ciclo de vida de *Proteocephalus macdonaghi*

***Diphyllobothrium* spp.**

En la región están presentes *Diphyllobothrium latum* y *Diphyllobothrium dendriticum*. Los hospedadores finales de *Diphyllobothrium dendriticum* son generalmente aves ictiófagas como la gaviota o el biguá. El huésped definitivo de *Diphyllobothrium latum* es, entre otros, el hombre. Su longitud promedio oscila entre 10-15 m. Parasita también el intestino del gato y del perro. Los proglótidos maduros liberan sus huevos en el intestino. Estos huevos salen al exterior con las heces. Si caen al agua, sale de ellos la larva coracidio que nada libremente y penetra en su primer hospedador intermedio, un copépodo. El segundo hospedador intermedio, en la región percas y truchas, ingiere los crustáceos. La larva liberada con ayuda de los fermentos digestivos, penetra a través de la pared intestinal y migra en la musculatura o en el hígado. Allí se desarrolla. La ingestión de pescado crudo por el hombre, el gato o el perro, contribuye a la fijación del parásito en el intestino delgado y al desarrollo final del gusano sexualmente maduro. La **difilobotriasis** produce anemias graves.

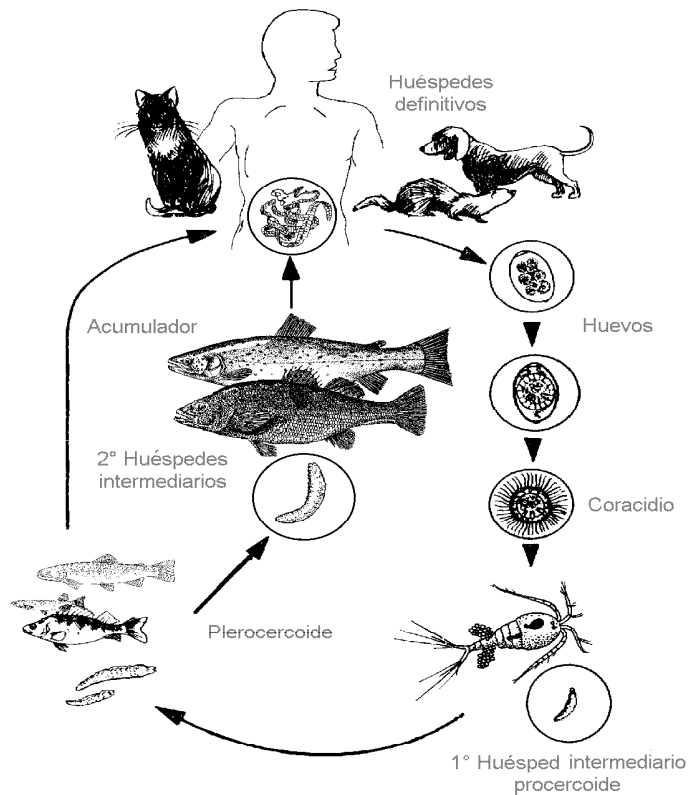


Figura 15: Ciclo de vida de *Diphyllobothrium latum*.

PHYLUM: ACANTOCEPHALA

Los acantocéfalos son parásitos intestinales que miden desde unos milímetros a varios centímetros de longitud y poseen una trompa provista de ganchos, con la que se fijan a la pared intestinal. En la región pueden encontrarse *Acanthocephalus tumescens* y *Pomphorhynchus patagonicus*.

Todos los acantocéfalos necesitan un huésped intermediario artrópodo para completar su ciclo de vida. Los huevos liberados con las heces del huésped definitivo, contienen la larva acantor. Al ser ingerido por el huésped adecuado, tiene lugar la eclosión, liberándose la larva. Cuando es ingerida por un huésped definitivo alcanza el estado de madurez en el intestino. Si el hospedador intermediario no es el adecuado, la larva atraviesa la pared intestinal y se enquistan en estado larval en los mesenterios o el hígado.

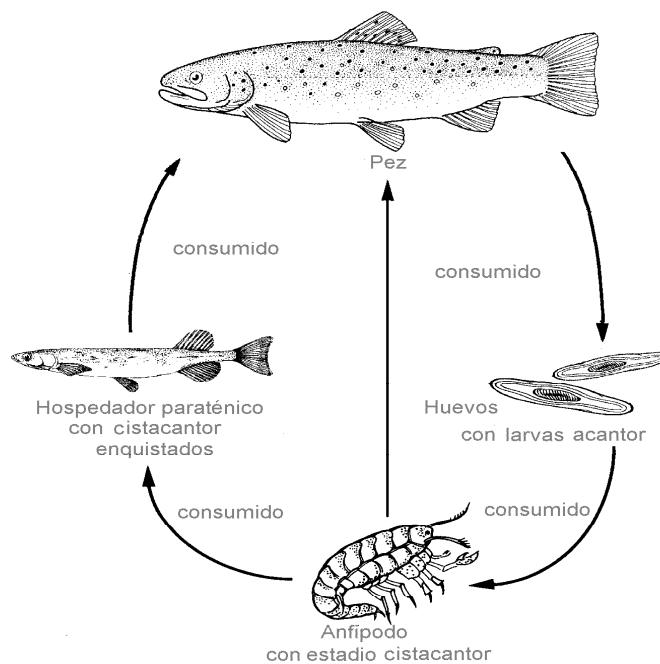


Figura 16: Ciclo de vida de un acantocéfalo

Estos parásitos pueden encontrarse en el primer tercio del intestino de percas, salmónidos y pejerreyes. Tienen color blanco-anaranjado y un tamaño de hasta 12 mm. Se fijan con la trompa en el epitelio intestinal.

En las invasiones graves, se observa exoftalmia y adelgazamiento. La pared intestinal se encuentra perforada por las trompas de los acantocéfalos y puede haber una reacción de encapsulamiento de las trompas desprendidas con tejido conjuntivo. Esto se observa como nódulos amarillentos en la superficie externa del intestino. Si la larva penetra la pared del intestino puede producir una ascitis mortal.

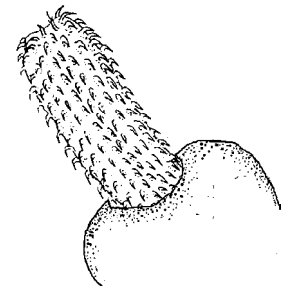


Figura 17: *Pomphorhynchus sp.*
(extremo anterior)

PHYLUM: NEMATODES

Los nematodos son parásitos frecuentes en los peces. Los nematodos son relativamente fáciles de diferenciar de otros grupos parásitos por la forma alargada, cilíndrica y no segmentada de su cuerpo. Se encuentran como larvas o vermes adultos en el intestino, hígado, cavidad abdominal, músculos, vasos sanguíneos, branquias, vejiga natatoria y más rara vez en los restantes órganos de los peces. Tienen ciclos de vida indirectos, desarrollando sus fases intermedias en insectos o crustáceos. Existen muchas variantes posibles.

La principal importancia de esta parasitosis reside en el hecho de que disminuye el valor comercial del pez pues lo altera organolépticamente.

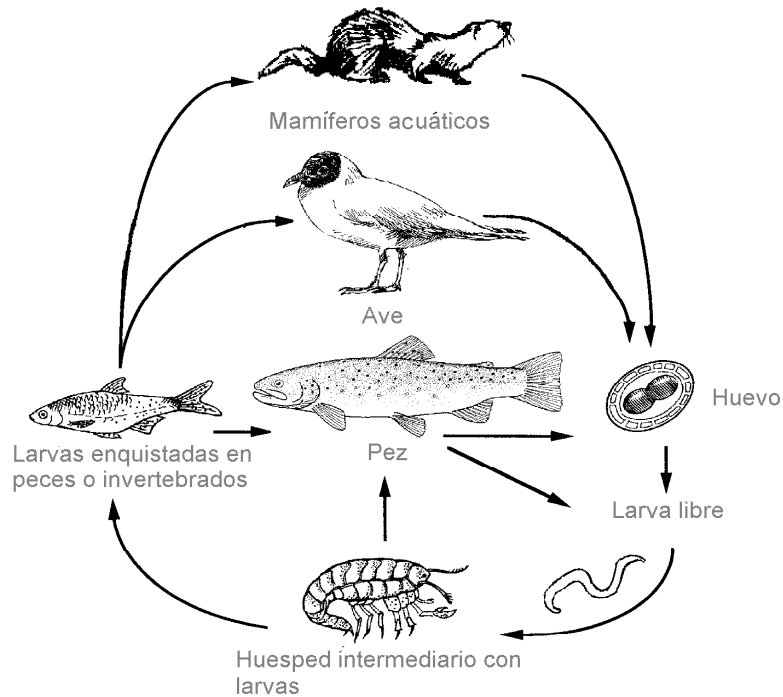
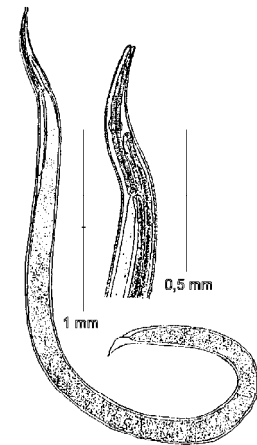


Figura 18: Ciclo de vida de un nematodo

***Contracaecum* sp.**

Los estados larvales encapsulados del género *Contracaecum* pueden encontrarse frecuentemente en la pared intestinal y en los mesenterios de pejerreyes y percas; se manifiestan como quistes blanquecinos visibles a simple vista. Los adultos viven en diversos peces, aves acuáticas como el biguá y también en mamíferos. Durante la penetración del intestino se observan reacciones inflamatorias leves, pero generalmente la infección no tiene consecuencias graves para la salud de los peces.

Figura 19: *Contracaecum* sp.***Camallanus* sp.**

Es un parásito que posee su estructura bucal formada por el aparato succionador recubierto por una cápsula quitinosa rayada color marrón caramelo. El ciclo de vida de este género presenta, en la mayoría de los casos, hospedadores intermediarios como copépodos o larvas de insectos, alimento natural de los peces. Los parásitos adultos y sus larvas viven en el intestino de los peces y están presentes durante todo el año. En Patagonia se ha descrito *Camallanus corderoi*, que infecta percas, pejerreyes, puyenes y raramente salmónidos. Algunas especies de este parásito pueden vivir hasta dos generaciones sin pasar por huéspedes intermediarios. En percas pueden presentarse en número muy alto y producen inflamación del intestino. Los síntomas típicos son enrojecimiento y hemorragias puntuales en el tracto digestivo.

PHYLUM: ANNELIDA**CLASE: HIRUDINEA**

Los hirudíneos se reconocen por la presencia de dos ventosas terminales y un número constante de 33 segmentos en su cuerpo. Las sanguijuelas son hermafroditas y presentan ciclos de vida directos. Los huevos se depositan en el sedimento. Los adultos, en general, mueren luego del desove.

Piscicola geometra

Las sanguijuelas son anélidos adaptados a la vida ectoparasita. Para fijarse y moverse (estirándose y contrayéndose) se valen de sus ventosas. Delante de la faringe puede haber mandíbulas dentadas o una trompa protractil; ambos órganos sirven para producir las heridas superficiales.

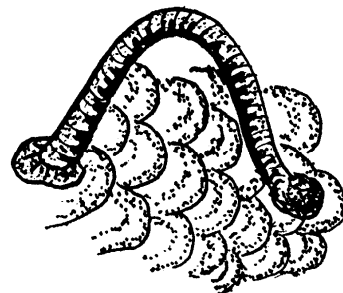


Figura 20: *Piscicola geometra*

La sangre que mana por las pequeñas heridas se vuelve incoagulable merced a la hirudina, sustancia de las glándulas salivales. *Piscicola geometra* se reconoce exteriormente por presentar bandas transversales características y por los discos de ambas ventosas muy prominentes. Su longitud oscila entre 2-4 cm. Esta sanguijuela se puede llenar de sangre en 48 horas. Después de clavar su trompa extrae hasta 150 mm³. Cuando las sanguijuelas están repletas abandonan al pez y permanecen al acecho cercanas al fondo, con el cuerpo extendido sujeto por la ventosa posterior. Se fijan con enorme rapidez a los peces que pasan nadando, mediante la ventosa oral. Ponen huevos varias veces, de primavera a otoño, sobre plantas u objetos fijos.

PHYLUM: ARTHROPODA**SUBPHYLUM: CRUSTACEA**

En este grupo pueden encontrarse desde ectoparásitos temporarios que aún conservan su aspecto típico, hasta formas fijas permanentes cuya identificación como copépodos sólo es posible a través de la forma larvaria. Los copépodos se desarrollan a través de mudas, 1-5 estadios de nauplios y 1-5 estadios de copepoditos, antes de llegar a la forma adulta.

***Lernaea* sp.**

El parásito adulto tiene aspecto de verme debido a su cuerpo cilíndrico y fusionado. Mide entre 12-20 mm de largo y en su extremo anterior presentan una estructura de fijación o “ancla”. La parte posterior visible, por ser la que sobresale del punto de fijación, presenta el tramo genital que suele portar los típicos sacos ovígeros. La única especie descrita en Patagonia se presenta en pejerreyes y percas.

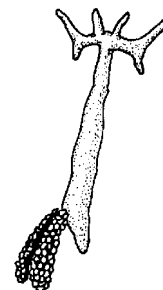


Figura 21: *Lernaea* sp.

Los huevos de las hembras fertilizadas se desarrollan hasta un estadio de nauplio y luego en copepodito. El estadio de copepodito constituye la forma infestante que coloniza las branquias de sus huéspedes, donde continúa desarrollándose hasta la maduración. Luego de producirse la cópula, los machos mueren y las hembras se movilizan de las branquias y buscan los lugares típicos de fijación en la superficie externa, entre las escamas o sobre las

aletas. Una vez fijadas, pierden gran parte de las estructuras típicas de los crustáceos y comienzan a producir huevos. Los crustáceos se observan como bastoncillos fijados en la piel. Los peces infectados presentan hiper mucosidad, áreas hemorrágicas y ulceraciones en la musculatura en los puntos de inserción del parásito.

Ergasilus sieboldi

Presenta la forma típica y segmentada del cuerpo de un copépodo, con una longitud entre 1,3-1,7 mm. Vive sobre las branquias de muchos peces de agua dulce, aunque otras especies de este mismo género infectan peces de agua salobre y salina.

La reproducción ocurre en la fase libre nadadora; tiene lugar durante el verano. Los machos mueren luego de la fecundación. Las hembras fecundadas, buscan su huésped y se adhieren al tejido branquial por medio de las pinzas. Los huevos se desarrollan en los sacos ovíferos hasta el siguiente estadio de nauplio, nadador libre. Esta larva desarrolla cuatro estadios copepoditos. En una infestación muy intensa puede observarse adelgazamiento, los peces presentan hiper mucosidad, áreas hemorrágicas y ulceraciones en el tejido circundante a la inserción del parásito. Los crustáceos se observan como bastoncillos fijados en la piel y si se levantan los opérculos, se notan los crustáceos en los filamentos branquiales. *Ergasilus* se nutre del epitelio branquial y de la sangre para lo cual realizan una digestión previa extraintestinal. Por ello, al cambiar de sitio y fijarse nuevamente, origina graves daños y adherencias branquiales.

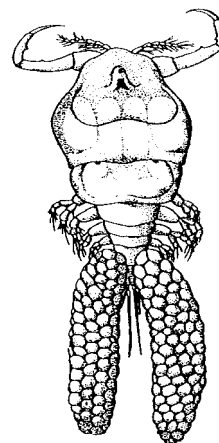


Figura 22: *Ergasilus sieboldi*

Argulus sp.

Este parásito se caracteriza por la forma del cuerpo achatada dorsoventralmente, los conspicuos ojos compuestos, las antenas dotadas de pinzas o ganchos y las ventosas. Pueden desplazarse libremente sobre la superficie de su huésped y frecuentemente pueden hallarse también en el plancton y en el fondo del cuerpo de agua. *Argulus sp.* es el piojo de agua más difundido. Alcanza una longitud máxima de 7 mm. Se adhiere mediante las dos ventosas y sus extremidades. Perfora la piel con ayuda de una trompa picadora, situada entre los ojos.

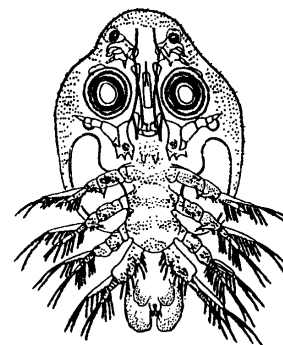


Figura 23: *Argulus sp.*

Esta trompa está provista de una glándula venenosa rodeada por un tubo bucal que se introduce en la herida; es punzante y sirve para la succión de sangre. Después de abandonar al pez, coloca de 20 a 250 huevos sobre plantas y objetos fijos. Desde el huevo hay seis estadios larvarios y después el adulto. En nuestra región se ha descrito la especie *Argulus patagonicus* en percas y pejerreyes.

Los piojos de agua se reconocen a simple vista. Las repetidas picaduras y el continuo y rápido movimiento de las patas mientras permanece adherido, producen numerosas microlesiones externas. Los peces presentan hiper mucosidad, áreas hemorrágicas e inflamadas y ulceraciones en la musculatura en el punto de inserción del parásito. Puede aparecer también opacidad de la piel en la base de la aleta dorsal. En los peces pequeños, *Argulus* puede producir la muerte y en los ejemplares de mayor tamaño, una situación de permanente estrés con la consecuente inmunodepresión. Las microlesiones pueden convertirse

en áreas necróticas y ser puerta de entrada para distintos microorganismos responsables de infecciones secundarias, especialmente de hongos (*Saprolegnia sp.*).

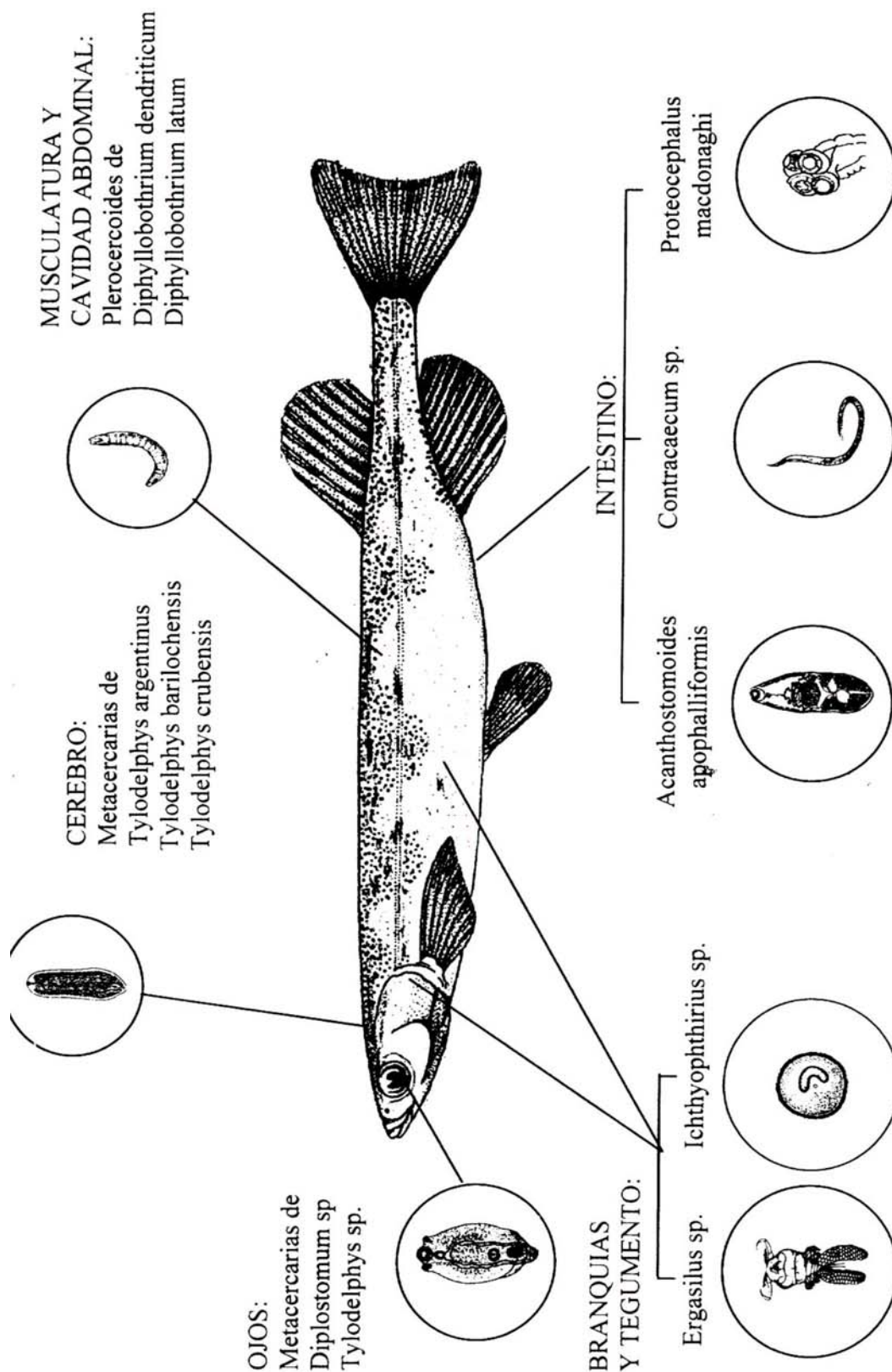


Figura 24: Parásitos más frecuentes en puyen chico (*Galaxias maculatus*) en la región andino patagónica.

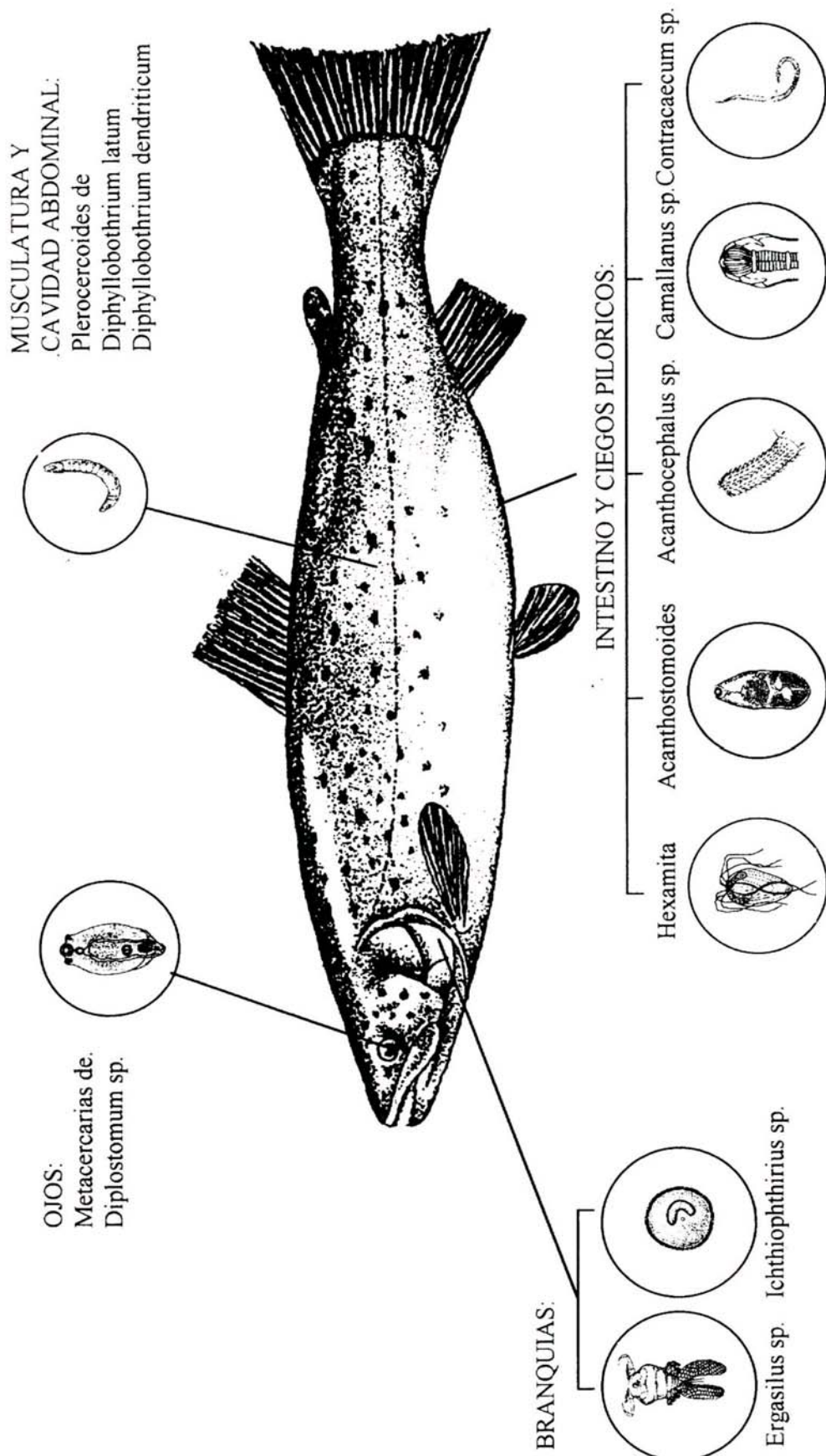


Figura 25: Parásitos más frecuentes en las truchas de la región andino patagónica.

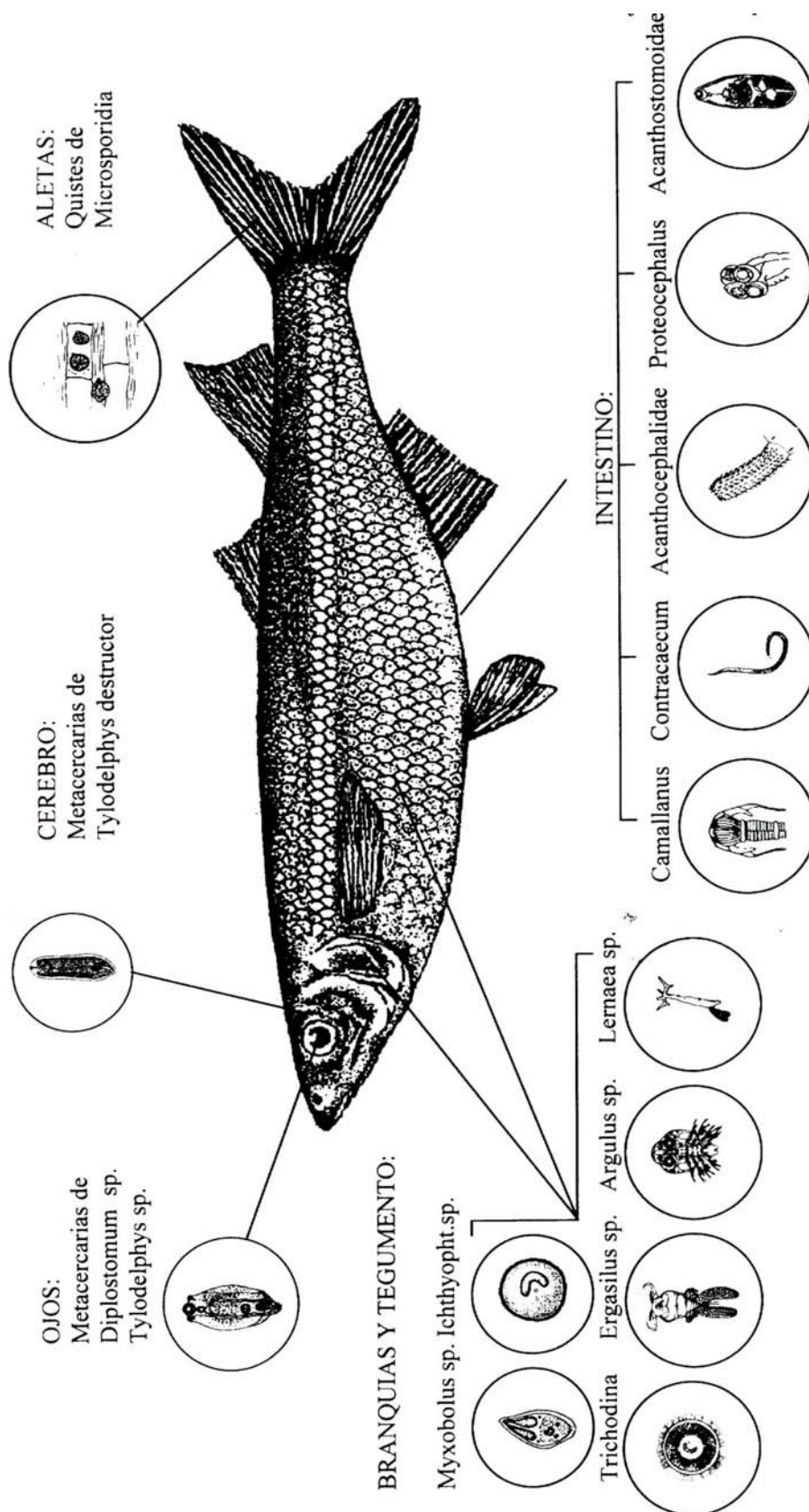


Figura 26: Parásitos más frecuentes en pejerrey patagónico (*Odontesthes hatchery*) en la región andinopatagónica.

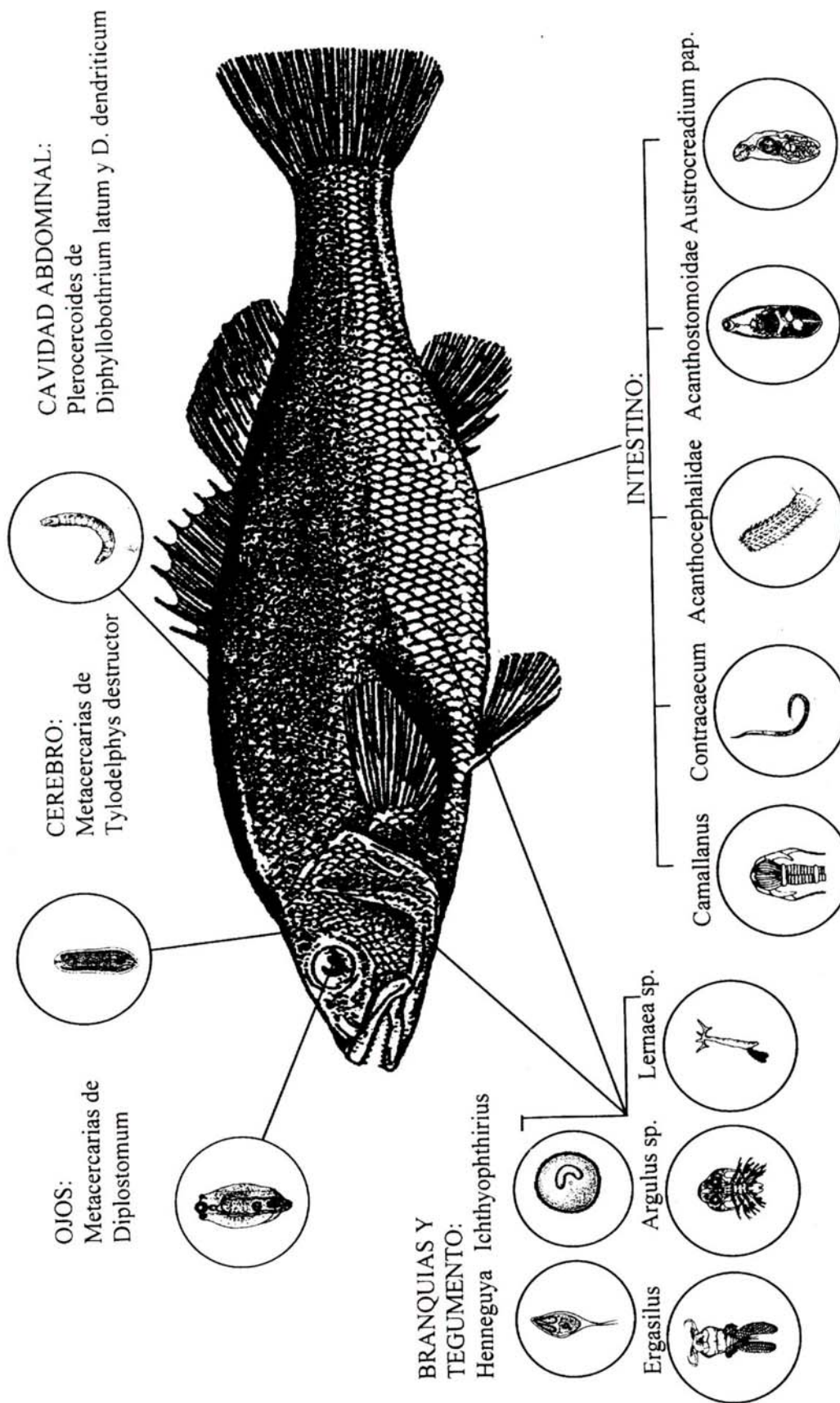


Figura 27: Parásitos más frecuentes en percas (*Percichthys* spp.) en la región andinopatagónica.

Otras enfermedades de ocurrencia en la región:

Enfermedad de las burbujas de gas (gas-bubble disease=GBD)

Esta enfermedad puede identificarse clínicamente en todos los peces presentes en Patagonia bajo un gran número de circunstancias. Aunque es poco frecuente en peces silvestres, ha sido registrada tanto en peces de agua dulce como de mar.

La enfermedad de las burbujas de gas está asociada a la sobresaturación de gases (oxígeno pero principalmente nitrógeno) en el agua y no a ningún agente biológico particular. En los acuarios y piscifactorías esto puede ser causado por fugas en las bombas de agua, problemas en los sistemas de oxigenación artificial o por un repentino desequilibrio de la temperatura. En aguas naturales puede deberse a floraciones algales, que generan localmente niveles extraordinarios de gases disueltos, deshielos repentinos o por acción indirecta del hombre, como es el caso de los registros de esta afección vinculados a la actividad de represas hidroeléctricas.

Las características clínicas de la enfermedad varían según la edad y especie de pez, aunque un cierto porcentaje de casos no presenta signo observable alguno. En los alevinos, en los que puede ser un problema grave, las burbujas de gas son más visibles bajo la piel y en la vesícula vitelina. En peces mayores, se observan principalmente en los ojos, branquias, piel y boca, encontrándose también acumulaciones gaseosas internas en la vejiga natatoria y en el peritoneo visceral. Los peces que tienen burbujas en los ojos están generalmente ciegos y presentan un color más oscuro. El pronóstico varía según ciertas variables tales como el tamaño y especie de los peces afectados, el grado y duración de la sobresaturación y la temperatura del agua, aunque en muchas ocasiones es consecuencia de mortandades masivas.

Anexo: Prácticas de bajo impacto para la práctica de la pesca deportiva.

- * Para acceder a los sitios de pesca, camine únicamente por los senderos ya existentes; de este modo evitará dañar la vegetación y el suelo.
- * Acampe en lugares designados, o ya utilizados y alterados con anterioridad. En ellos, intente no agrandar la superficie alterada. Se deben evitar los sitios no alterados, o los poco alterados que se recuperarán si se los deja descansar.
- * Para pasar el día, o desarrollar las actividades en el campamento (carpas, cocina), elija superficies durables: rocas, playa, pedregullo, arena, etc. Lo ideal: un área sin vegetación entre la orilla y la línea de máxima creciente (los impactos serán "borrados" en la creciente de otoño).
- * Adáptese Ud. a la naturaleza y no adapte la naturaleza para Ud...
 - No corte ramas, arbustos ó vegetación emergente del cuerpo de agua, para acceder al sitio de pesca, ni para despejar el área de lanzamiento de la línea
 - Si elige bien dónde armar las carpas, no necesitará canaletas; éstas alteran el suelo, la vegetación y el drenaje natural.
- * ¿Campamentos o playas de estacionamiento? Evite llevar innecesariamente su vehículo hasta la carpa, deteriorando la vegetación y el suelo. No transite con vehículos fuera del camino o del lugar designado para estacionar. Tampoco lave vehículos en los cursos o cuerpos de agua o en sus orillas.
- * El fuego, sólo donde está permitido... pero el calentador es mejor. Si hace fuego:
 - que sea pequeño
 - utilice lugares de fogón ya usados, en vez de inaugurar nuevos. El fogón afecta el suelo.
 - use solamente leña seca, fina y caída, para no dañar las plantas vivientes, y para dejar que los grandes troncos caídos devuelvan sus nutrientes a la tierra.
 - no arroje palos encendidos o brasas a los cuerpos de agua, lleve agua en un recipiente y apague el fuego donde lo encendió.
- * Los gatos nos dan una buena lección. En áreas sin baño ni letrina, entierre sus excrementos y papel higiénico en un pequeño pozo de 20 cm, a 100 m del agua, y tápelo (la distancia al agua es para evitar la dispersión de parásitos por la cuenca; y prevé las crecidas otoñales). El papel higiénico también puede quemarse en el fogón.
- * No use jabones ni detergentes en los lagos, lagunas, ríos o arroyos.
 - limpie la vajilla a no menos de 50 metros de ríos, arroyos y costas de lagos y lagunas, llevando agua en un recipiente.
 - proceda igual para lavarse, si lo hace con jabón (que debe ser biodegradable).

Los jabones (aún los biodegradables) y sobras de la olla, si se tiran al agua la contaminan o modifican su calidad. Los jabones eliminan la tensión superficial perjudicando a los insectos que caminan sobre el agua y a numerosos organismos que viven cerca de la superficie del agua. Además (junto con restos de comida o vísceras de pescado) agregan materia orgánica y nutrientes; y los peces nativos las truchas necesitan aguas cristalinas con escasos nutrientes. El

agua limpia y cristalina es la mejor agua para pescar. Además, después usted beberá de allí. Tenga en cuenta que las aguas de las montañas de Patagonia son casi agua destilada!!

* No entierre la basura. Si hizo fogón, puede quemar sólo la basura que se quema completamente, como papel o restos orgánicos (ej. **no** quemar tetra-briks, pañales descartables, latas, botellas de plástico); el resto llévelo de vuelta con Ud. ¡Si pudo traerlo, puede llevarlo de regreso!

* No arrojar ningún elemento al agua, ni sólido ni líquido.

* Las vísceras de pescado, ponerlas con el resto de la basura.

- no las tire al agua. Pueden contener patógenos de peces que buscarán activamente nuevos peces para infectar; y su descomposición en las frías aguas patagónicas será lenta y consumirá oxígeno, alterando la productividad y pureza de las aguas.
- nunca las deje desparramadas en tierra; además de generar malos olores y atraer insectos, con esa acción se ayuda a cerrar y reforzar el ciclo de parásitos perjudiciales (p.ej. difilobotriasis).

* No deje tanzas, líneas enredadas, carreteles, ni anzuelos o señuelos. Pueden perjudicar a animales silvestres o a otras personas.

* Ayude a prevenir la erosión y a proteger el hábitat de los peces y de toda la fauna:

- evite acceder o caminar por sectores de la costa sin agua pero que en algún momento del año quedan sumergidos, ya que estos albergan una importante comunidad en estado latente que resulta muy importante para la ecología de los ambientes.
- evite el pisoteo de sitios frágiles (suelo húmedo con vegetación, mallines, renovales de árboles, etc). Al proteger las hierbas, arbustos y renovales de árboles cerca de la orilla del agua, se favorece la retención del suelo y se reduce la sedimentación fina en los lechos de grava del arroyo, que es donde crecen algas, se alimentan los insectos acuáticos, y desovan los peces.
- no destruya las barrancas. La estructura de la costa es importante para estabilizar y controlar el flujo del río o arroyo, y mantiene la vegetación que a su vez da sombra al hábitat de los peces.
- únicamente cruzar cursos de agua por badenes habilitados (aún con four tracks y pick up 4x4). Esta actividad remueve y deteriora el sustrato y la vegetación acuática, aumentando la sedimentación y ocasionando grandes daños a los invertebrados, peces pequeños y camadas de huevos.
- no remueva piedras, troncos y ramas del agua, que se encuentren sumergidos o semi-sumergidos, ya que son el hogar de numerosos insectos vitales para la alimentación de los peces. - camine metido en el agua sólo lo necesario; la complejidad del ambiente acuático y la estructura del fondo mantienen su productividad.

* Embarcaciones:

- evite producir oleaje sobre las costas particularmente en suelos blandos, para no destruir las barrancas.
- evite navegar en zonas poco profundas con la hélice del motor a menos de 30 cm del fondo.
- en lagos pequeños y poco profundos evite producir turbulencia, y reemplace el uso de motores de 2 tiempos por motores eléctricos o de 4 tiempos.
- en lagos encajonados ir a la menor velocidad posible para evitar contaminación sonora.

- evite atravesar juncales con la embarcación, así como dañar la vegetación acuática con la embarcación o con los flotadores o belly boats.
- evite el derrame de combustibles o aceites cuando use motores fuera de borda, prepare las mezclas en tierra y cargue o recargue el tanque de combustible antes salir a navegar.
- no utilice troncos, ramas ni vegetación que emerja alejada de la costa para amarrar la embarcación.
- evite acercarse a juncales o sectores de vegetación sumergida cuando observe aves acuáticas, ya que utilizan estos sectores para realizar sus nidos.

* Recomendaciones especiales para evitar el ingreso de organismos acuáticos patógenos e invasores:

- Los pescadores que ingresan del exterior o de otras regiones del país deben utilizar únicamente equipos nuevos de pesca y vadeo.
- Revisar, antes de dejar el río o el lago, el bote y el equipo de pesca utilizado, removiendo toda la vegetación, barro, algas y el agua del bote y dejándolo al sol para que se seque completamente.
- Cuando el pescador de vadeo o embarcado, kayakista, o canoísta, se traslade de una a otra cuenca dentro de la Patagonia, deberá lavar, limpiar y desinfectar los equipos, botes y ropa. Aunque la desinfección no es del todo eficaz, hay que cepillarlos y sumergirlos con una solución creada en el momento de 10 partes de agua y 1 de hipoclorito de sodio (lavandina) durante diez minutos. Cuando el equipo no puede ser sumergido, luego de ser lavado con la solución, se debe secar al sol completamente y dejar pasar por lo menos 48 hs antes de usarlo nuevamente.
- Estas recomendaciones deben hacerse extensivas a todos aquellos que por alguna razón entran al agua o caminan por las orillas como bañistas, trekkers, etc. Y aplicarse a vehículos 4X4, caballos, mascotas, etc.
- Evitar siembras y repoblamientos y no trasladar peces de una cuenca a otra.

Recientemente se incrementó el riesgo de introducción de organismos peligrosos para la pesca deportiva y los ambientes acuáticos de Patagonia. Esta situación es promovida por la llegada de estos organismos desde otros países con el aumento en el número de pescadores extranjeros, o nacionales que pescan en el exterior. Estas medidas se aplican, además, a pescadores locales evitando así su posible dispersión entre cuencas. La presencia de estos organismos provoca daños muy graves, disminuyendo las poblaciones de peces, sus presas y modificando la estructura del ambiente. La principal forma de introducción y dispersión se realiza mediante los equipos de vadeo y señuelos de pesca con restos de barro o algas, por el agua retenida en embarcaciones, por el escape de peces de acuario y por introducción de peces con fines deportivos.

Entre los organismos altamente peligrosos para los sistemas acuáticos y las abundancias de las poblaciones de peces que pueden potencialmente introducirse en Patagonia de no practicarse estas recomendaciones, se encuentran:

- El caracolito del barro *Potamopyrgus antipodarum* nativo de Nueva Zelanda.
- El alga *Didymosphenia geminata* originaria del hemisferio norte.
- El protozoo originario de Europa *Myxobolus cerebralis* que provoca la letal enfermedad del torneo o whirling disease en truchas.
- El mejillón Zebra *Dreissena polymorpha* nativo de lagos del sudeste de Rusia.

Asimismo, otras especies de invertebrados y plantas que ya han sido introducidos en algunos ambientes, o que son nativos de otros sistemas de Argentina podrían introducirse en Patagonia causando grandes efectos negativos:

- El mejillón dorado *Limnoperna fortunei* nativo de China y de arroyos y ríos del sudeste asiático, introducido en la década pasada en nuestro país.
- La almeja asiática *Corbicula fluminea* ingresada a Argentina a fines de la década del 60 proveniente del sudeste Asiático.
- El caracol *Pomacea canaliculata* nativo de Argentina, común de lagunas de Buenos Aires.