

## BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL SALMÓN ATLÁNTICO (*Salmo salar*) Y EL REO O TRUCHA DE MAR (*Salmo trutta*) EN GALICIA

Pablo CABALLERO JAVIERRE

Servicio de Conservación de la Naturaleza. Xunta de Galicia. Pontevedra. España

### Resumen

A finales de la década de los 80 un severo descenso en las capturas oficiales de salmón en los ríos gallegos, favoreció la realización de estudios sobre sus poblaciones. La obligatoriedad de declarar los salmones pescados desde 1942 en toda España y los reos en Galicia desde 1992, ha ayudado en la obtención de gran cantidad de datos. Pero la puesta en marcha, en la década de los 90, de estaciones de captura y también, la realización de inventarios sistemáticos de peces mediante pesca eléctrica, ha producido un importante salto cualitativo con respecto a los trabajos hasta entonces realizados. En este artículo, tras revisar algunos aspectos taxonómicos de la Familia *Salmonidae* y más en detalle del género *Salmo*, se comparan diversos parámetros del ciclo vital de los salmónidos que habitan en aguas gallegas. Se analiza la distribución de reos y salmones en nuestros ríos; las características demográficas (edad fluvial y marina) y biométricas (longitud y peso); los movimientos en el mar y los de retorno al río; y por último, algunos parámetros reproductivos (fecundidad, tamaño del huevo, proporción de sexos y el número de reproducciones).

### Abstract

At the end of eighty's decade, a severe decline in official salmon catches of the Galician rivers produced an increase in the study of these populations. In Atlantic salmon, since 1942, and since 1992, in sea trout, is obligatory by law to declare all catches, for that reason a lot of information has been obtained. In the nineties' systematic monitoring with fish traps and electrofishing methods, resulted in a qualitative leap with respect the previous studies done. In this paper, different taxonomic aspects of *Salmonidae* Family, and more detailed in *Salmo* genus are reviewed. Several life history parameters are compared among the two salmonids species that live in Galician waters. Sea trout and salmon distribution in Galician rivers is analyzed; demographic (river and marine age) and biometrics (length and weight) characteristics; sea movements and return to the river; and finally, reproductive parameters (fecundity, ova size, sex-ratio and reproduction frequency) are also compared among sea trout and salmon.

**Key words:** anadromous, atlantic salmon, fish migration, life history, salmonids, sea trout.

### Introducción

Se establecen en peces, tres tipos de patrones según el ecosistema o ecosistemas donde se mueven en su vida (Lucas et al, 2001): *oceanodromía* (las migraciones ocurren exclusivamente en el mar), *potamodromía* (las migraciones ocurren exclusivamente en agua dulce) y *diadromía* (las migraciones ocurren entre el agua dulce y la salada). Dentro de los peces diádromos se incluyen diferentes categorías, según la fase vital en la que muestra respuesta a los cambios de salinidad y la dirección de la migración. Los

*anádromos* (salmón, reo, lampreas, alosas,...), que son aquellos que migran al mar para completar su desarrollo y retornan al río para reproducirse. Los *catádromos* (anguilas), realizan la migración contraria, tras desarrollarse en agua dulce retornan al mar para reproducirse. Algunos autores (McDowall, 1997) incluyen una tercera categoría de diádromos. Son los denominados *anfídromos*, que tras nacer en agua dulce, migran como larvas al mar justo tras la eclosión del huevo, en donde se alimentan inicialmente creciendo en agua salada, luego migran como pequeñas post-larvas del mar al agua dulce, donde ya como juveniles completan su alimentación y maduración sexual. Por lo tanto en este caso, a diferencia de los otros diádromos, el ecosistema fluvial es al tiempo el de alimentación principal y también el de reproducción.

La familia *Salmonidae* engloba dos subfamilias, *Thymallinae* (tímalos, solo 1 género) restringidos a agua dulce, y *Salmoninae*, con formas potamódromas y anádromas (Sandford, 1990). Esta subfamilia cuenta actualmente con cinco géneros, que van desde formas casi exclusivamente fluviales (géneros *Brachymystax* y *Hucho*), pasando por dos géneros de anadromía intermedia (géneros *Salvelinus* y *Salmo*), hasta una creciente pérdida de dependencia de las fases de agua dulce que se encuentran en los salmones y truchas del Pacífico (género *Oncorhynchus*). Tras la inclusión de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y la trucha de Clark (*Oncorhynchus clarkii*) en el género *Oncorhynchus* (Smith and Stearley, 1989), la trucha común (*Salmo trutta*, Linnaeus 1758) y el salmón Atlántico (*Salmo salar*, Linnaeus 1758), son las únicas especies del género *Salmo*. Sin embargo, la diversidad taxonómica de los salmónidos aún es objeto de controversia a nivel de especie y género, por lo que es probable que esta clasificación cambie no a muy largo plazo, dado que al menos en el género *Salmo* la sistemática no está asentada (Nelson, 2006) debido a la alta variabilidad de las especies.

En 1758, Carolus Linnaeus en la 10ª edición de su libro *Systema Naturae*, describió cuatro especies *Salmo*: la trucha de arroyo (*Salmo fario*), la trucha de río (*Salmo trutta*), la trucha de mar (*Salmo eriox*) y el salmón anádromo (*Salmo salar*). Hoy, son reconocidas como solo dos especies: la trucha común o Europea (*Salmo trutta*) y el salmón Atlántico (*Salmo salar*). El salmón Atlántico tiene formas anádromas y escasas poblaciones residentes en agua dulce, mientras que la trucha común cuenta con mayoría de formas residentes, si bien existen numerosas poblaciones anádromas.

Morfológicamente, las truchas se diferencian por tener una mayor boca, aletas pectorales más cortas y mayor presencia de pintas negras bajo la línea lateral. También se diferencian porque algunas presentan en el borde de la aleta adiposa coloración rojiza, cosa que nunca ocurre en salmón. El salmón, en proporción, tiene la cabeza más pequeña que las truchas y las características manchas ovaladas de los flancos son más marcadas que en las truchas. El cuerpo del salmón es más hidrodinámico y el pedúnculo caudal o “cola” más delgado. Estas adaptaciones reflejan diferencias ecológicas entre las dos especies, mientras la trucha exhibe una mayor afinidad por ambientes lénticos, crece más lentamente en el mar y tiene una mayor propensión por la residencia en el río; el salmón vive más tiempo en el mar, donde su cuerpo le permite navegar grandes distancias en el océano y aguantar fuertes corrientes de agua, también en agua dulce.

El ciclo vital del género salmo se inicia con la reproducción a finales del otoño e inicios del invierno. Los huevos fertilizados se desarrollan durante el invierno y el alevín eclosiona al inicio de la primavera. Aproximadamente al mes de la eclosión el alevín emerge del substrato de grava, cuando el saco vitelino está casi consumido, estando

entonces preparado para la alimentación exógena. Comienza entonces el desarrollo juvenil, la apariencia externa cambia con la aparición de manchas ovaladas en los flancos, por las que se denominan "pintos". Al llegar el final del año, en este punto del ciclo vital, en las poblaciones anádromas algunos pintos machos alcanzan la maduración sexual, llegando a producir esperma viable antes de cumplir el año de edad (clase 0+). En la trucha común la maduración sexual precoz, suele producir normalmente que los individuos acaben siendo residentes y permanezcan de esta forma toda su vida en el río. En las poblaciones con componente anádromo, los pintos se transforman en esguines a partir de una talla de aproximadamente 15 cm en las dos especies. En poblaciones potamódromas las hembras suelen madurar más tarde que los machos normalmente en el segundo año de vida.

El esguinado consiste en una serie de transformaciones fisiológicas, morfológicas y de comportamiento que posibilitan la adaptación a la vida en agua salada. Esta migración al mar sucede todas las primaveras, a partir del año siguiente de su nacimiento. La permanencia en el mar varía desde unos pocos meses, como ocurre entre una importante proporción de reos (*post-esguines* o "*finnock*s"), hasta los 3 años en los grandes salmones vernaes. La distancia que recorren varía mucho entre las dos especies, mientras que los reos no se alejan de la costa, aunque en algunas ocasiones llegan a separarse incluso cientos de Km de su río de origen, los salmones recorren casi siempre miles de Km. hasta alcanzar sus áreas de pasto en regiones sub-árticas.

El retorno al río se produce antes en salmones, marzo-abril, mientras que en reos esta migración comienza en mayo. Se conoce que los salmones no se alimentan en el río y, existen evidencias que en reos, en caso de alimentarse, ello no les produce ganancia de peso. A diferencia de lo que ocurre con los salmones del Pacífico (todos los individuos mueren tras reproducirse = *Semelparidad*), tanto reos como salmones pueden sobrevivir a la reproducción (*Iteroparidad*). El descenso al mar de reos y salmones desovados (denominados "*zancados*") puede comenzar inmediatamente tras la reproducción, allá por el mes de diciembre, o diferirse hasta la primavera.

La única serie temporal larga con la que se cuenta para analizar la tendencia de las poblaciones de salmón Atlántico en España, la representa los registros oficiales de captura que existen desde 1949. A finales de los 80, este índice de abundancia mostro de un brusco descenso en todos los ríos españoles. En el texto de la Ley 7/1992 de pesca fluvial de Galicia, queda patente la preocupación que ya por entonces existía por la situación de las poblaciones de salmón y reo gallegas, ya que en 2 artículos de esta norma se menciona la necesidad de promover estudios e investigaciones (art. 13) y la preceptiva realización de planes técnicos (art. 18) en aguas habitadas por estas dos especies anádromas en Galicia. También en 1992, la Xunta de Galicia puso en marcha trabajos de recuperación de esta especie. En una primera fase se realizaron estudios para establecer un diagnóstico sobre la situación de las poblaciones gallegas de salmón y diseñar un programa de recuperación. Esta necesidad de obtención de información provoco la recopilación de información previa, que en Galicia era escasa (Dalda y Serantes, 1974), el análisis de las capturas desde 1949, la realización de estudios específicos (estudio sobre el efecto de las repoblaciones con salmones foráneos, radio-seguimiento, análisis escalimétricos de la serie histórica e inventarios de peces y hábitat fluvial) y la construcción de la infraestructura necesaria para la monitorización de algunas poblaciones de salmón y la cría en cautividad de salmones autóctonos.

Estos trabajos dirigidos al estudio del salmón, también produjeron una gran cantidad de datos sobre la trucha anádroma. A esta información contribuyó que desde la temporada de pesca 1993 con la publicación de la Ley 7/1992 de pesca fluvial en Galicia, la declaración de las capturas de reo era obligatoria. También se debe comentar que desde entonces, la escasez de estudios publicados sobre el reo en la península ibérica en el final del siglo XX se ha ido parcialmente paliando en los últimos años. Si bien tan solo se pueden citar unos pocos estudios en los últimos 30 años: Alvarez-Riera (1985); Toledo et al. (1993); Toledo (1996); Caballero y García de Leániz (1992); Caballero (1993); Caballero (2002), Caballero et al. (2002), Caballero et al. (2006), Marco-Rius et al. (2012; 2013).

Por último, cabe destacar que el interés por estos peces abarca diferentes ámbitos. Por una parte, resulta importante su papel como indicadores de la calidad del medio acuático. Su presencia en masas de agua, indica que la calidad de esos hábitats es cuando menos aceptable. Por supuesto, que la pesca deportiva de salmones y reos en Galicia es una pasión para un importante número de ciudadanos, y por ello son una fuente de ingresos nada despreciable para las maltrechas economías rurales en las áreas por las discurren ríos con salmones, reos y truchas. Los salmónidos también son quizás, el grupo de peces al que más estudios e investigaciones se le dedican, por una parte es debido a razones prácticas, al representar una fuente importante de ingresos por pesca tanto deportiva como comercial y acuicultura. Sin embargo, su estudio también tiene un interés puramente científico, ya que sus poblaciones representan sujetos idóneos para el estudio de la biología evolutiva.

## Material y Métodos

Los datos y muestras que posibilitaron obtener un mayor conocimiento de la biología de las poblaciones gallegas de salmón Atlántico y reo, fueron obtenidos de tres fuentes distintas: Pesquería, Estaciones de captura y pesca eléctrica. Otras labores como la determinación de la edad a partir de la lectura de escamas, el marcado de reos y salmones, junto al estudio de la reproducción en piscifactoría, han completado la información necesaria para poder estudiar los estos peces.

### *Pesquería*

Con la publicación de la Ley 7/1992 de pesca fluvial en Galicia se hizo obligatorio el declarar las capturas de reo, algo ya obligatorio con el salmón desde 1942. Esto ha aportado gran cantidad de muestras y datos de reo, ya que aparte de los datos biométricos también se obtuvieron muestras de escamas. En los centros de guiado y precintado de salmones y reos que existen en distintos ríos gallegos, se miden, pesan y se toman escamas de todos los individuos que se llevan a ellos para declarar su captura. También se anotan en una ficha de captura todas las observaciones pertinentes realizadas por personal de los Servicios de Conservación de la Naturaleza.

Gracias a la recopilación de estos datos, contamos en la actualidad con una base de datos de más de 30000 reos (1995-2012) y de algo casi 23000 salmones (1949-2012). Estos individuos fueron pescados en la pesquería de diversos ríos, y se cuenta con sus datos biométricos y muestras de escamas en la mayoría de los casos. En el caso de los reos, se realizó la determinación de la edad para ocho poblaciones de ríos gallegos entre

1995 y 2002 que incluyo un total de 16000 reos. En el caso del salmón, se cuenta con los datos del número de salmones capturados cada año desde 1949 hasta la actualidad, aunque falta la información de longitud, peso y escamas de algunos años, sobre todo de las décadas de los 60 y 70 de algunos ríos, se ha determinado la edad fluvial de un tercio de la muestra y la edad marina del total.

#### *Estaciones de captura*

Consiste en trampas situadas, normalmente en dispositivos de franqueo de obstáculos artificiales, que permiten la captura de peces en su remonte o descenso por el río, con el menor daño posible. Estas instalaciones se utilizan para la obtención de reproductores para los programas de cría en cautividad de salmones gallegos. Algunas de estas estaciones se utilizan para el estudio de las comunidades de peces migratorios, permitiendo analizar la evolución de las poblaciones de peces diádromos, al operar todo el año durante una mínima serie temporal. De esta forma han proporcionado gran parte de la información utilizada en este artículo. Varias estaciones aportaron información a estas labores, son: la estación de Ximonde (río Ulla), Bora (río Lérez), Louzao (río Liñares - Cuenca del Ulla), A Freixa (río Tea – Cuenca del Miño), Pé de Viña (río Eo) y Landrove (río Landro). Todas estas instalaciones cuentan con dispositivos que permiten la captura de peces durante su remonte, pero tres de ellas (Ximonde, Liñares y A Freixa) también permiten o permitieron la captura de peces durante su descenso por el río.

Los dispositivos de captura son inspeccionados al menos una vez al día, todos los días del año, y con mayor frecuencia durante los picos de migración. Un sistema de compuertas, que limita la entrada de agua a las trampas, permite una fácil manipulación de los peces, de tal manera que su captura se realiza causándoles el menor daño posible. Tras ello, los peces son anestesiados y de cada individuo se toma al menos la longitud furcal, el peso y una muestra de escamas, para la posterior determinación de la edad. También se anotan ciertas características externas, gracias a todo ello, podemos incluir los salmónidos capturados, en una de las siguientes fases vitales de su ciclo vital, según la terminología habitualmente utilizada (Allan Ritter, 1977): alevín, pinto, vironero (macho sexualmente precoz), pre-esguín, esguín, post-esguín o finnock (solo en reos), adulto de retorno (añal o multivierno marino) y zancado (post-reproductor). Tras esta toma de información y muestras, los peces son devueltos al río siguiendo su ruta natural de migración, con la única excepción del traslado de reproductores a la piscifactoría para su utilización en programas de conservación. Otro importante parámetro obtenido en todos los estudios de peces es el factor de condición “K” o índice de Fulton, el cual relaciona peso y longitud, y ofrece información sobre el estado fisiológico o condición del animal en el momento de la captura ( $K = 100 \times \text{Peso en g} / \text{Longitud}^3 \text{ en cm}$ ).

Para la comparación de salmones y reos que realizamos en este trabajo, se utilizan fundamentalmente la información obtenida en la estación de Ximonde (río Ulla) porque estimamos que constituyen los datos que mejor caracterizan las población gallegas de estos peces de ríos que vierten al océano Atlántico, y por ser la serie más larga (1993-2012) de una fuente de información de adultos y juveniles. Para determinadas comparaciones entre reo y salmón, descartamos la información de la pesquería al representar solo una parte de los movimientos anuales de los peces y ser algo selectiva. Sin embargo, cuando no existe información estaciones de captura (que son la mayoría de las poblaciones) la pesca es la única fuente disponible. Tampoco hemos optado por

mezclar diferentes poblaciones, ya que las diferencias observadas entre poblaciones de salmónidos, podrían sesgar los datos obtenidos.

### *Pesca eléctrica*

La pesca eléctrica constituye una herramienta casi imprescindible en el estudio de los peces fluviales. Además de facilitar la captura de ejemplares, posibilita la estima de la abundancia mediante diferentes métodos, principalmente de juveniles en zonas poco profundas del río. Por ello, complementa adecuadamente la información obtenida en estaciones de captura. Desde 1996 se vienen realizando muestreos anuales de juveniles de salmón en las poblaciones gallegas de este pez. Esos trabajos junto a muestreos periódicos de otras especies, aunque no con la misma frecuencia que los de salmón, proporcionan datos sobre la evolución, distribución y también sobre la biología de los peces fluviales gallegos.

### *Determinación de la edad*

En numerosos peces la edad puede ser determinada sobre estructuras óseas tales como escamas, otolitos, radios de aletas y opérculo, en las cuales se ve reflejado el resultado de fluctuaciones estacionales del crecimiento. Las escamas son las estructuras más comúnmente utilizadas en salmónidos, por su facilidad de extracción y por no causar un grave traumatismo al pez. La escalimetría permite no solamente determinar la edad del pez, sino que también posibilita reconocer diferentes fases vitales que ocurren en medios distintos (muy importante para discriminar entre reo y trucha residente), conocer las reproducciones que ha realizado y en qué momento (al detectarse las “*marcas de freza*”). También posibilita estimar el crecimiento de los individuos mediante el retrocálculo de las escamas. Las escamas poseen unas estrías generalmente concéntricas que rodean el núcleo, éstas son denominadas *circuli* y constituyen la cara exterior de las finas laminillas en placas, que forman la escama al ritmo del crecimiento del pez. Un crecimiento rápido del pez se traduce por, la presencia en la escama de *circuli* gruesos y muy espaciados entre ellos, mientras que en un período de crecimiento lento, los *circuli* son más finos y apretados. De esta manera en cada invierno, ya sea fluvial o marino, se forma en la escama un anillo característico (*annulus*). En regiones templadas con estaciones bien marcadas, las zonas anuales (*annuli*) están constituidas por la alternancia de bandas de crecimiento con *circuli* espaciados y *circuli* apretados. El número de *annuli* presentes en una escama permite determinar la edad de un pez. En el caso de un pez anádromo, salmón o reo, es posible distinguir la fase juvenil que tiene lugar en el río, de la fase de crecimiento marino, donde los *circuli* son más gruesos y más espaciados que en el río. El establecimiento de la edad fluvial y marina en los distintos individuos analizados, permite conocer la edad media de esguinado y de mar de la población.

### *Marcado*

Gracias a las labores de marcado de salmónes y reos en distintas fases vitales tanto en peces salvajes como repoblados se ha podido iniciar el estudio de las migraciones marinas de estos peces, hasta ahora inéditas en Galicia. Esto también permite establecer con mayor exactitud el grado de “*homing*”, término inglés que define la habilidad o fidelidad de los salmónidos anádromos de retornar a su río natal. En el caso del salmón por medio del micromarcado sistemático de juveniles realizado desde 1997 de gran

parte de los individuos repoblados se han obtenido diversas recapturas en el océano. Las micromarcas magnéticas es un sistema de marcaje que se utiliza principalmente en salmones (sobre todo del Pacífico), aunque también se usan en otros peces o incluso en moluscos o crustáceos. Consiste en una especie de pequeño alambre de 1 mm de largo, que lleva grabado un código numérico. Esta marca viene en rollos de una variable cantidad de micromarcas de igual código, un aparato hace que sean cortadas, magnetizadas e insertadas en el cartílago nasal del pez. Los peces a los que se les introduce también se les hace una marca externa, en salmónidos se les corta la aleta adiposa, así cuando se detecta un pez sin adiposa, se pasa por un detector de micromarcas y en el caso que el pez este marcado, se le extrae la marca y se lee con una lupa. Este sistema tiene la ventaja de permitir marcar muchos peces en poco tiempo (aproximadamente 1000/hora), pero también tiene el inconveniente de que al ser un sistema diseñado para pesquerías, el pez debe estar muerto para poder extraer y leer la marca, otro inconveniente es que solo permite marcas de grupo y no individuales.

En el caso de los reos las marcas utilizadas fueron las de tipo Floy, que permiten la identificación individual externa cuando un pescador lo captura. Consisten en pequeños cilindros tipo “espagueti” de diferentes tamaños y colores, que llevan impreso un código numérico individual y un teléfono o dirección de aviso, y que se anclan en la base de la aleta dorsal.

En este año 2013 y dentro del programa de investigación internacional denominado “Salmontrack”, se marcaron en la piscifactoría de Carballedo (Cotobade – Pontevedra), 7 zancados de salmón del río Lérez a los que se le implantaron unas sofisticadas marcas tipo PSAT (Pop-up Satellite Archival Tags). Estos 7 salmones fueron soltados en Raxó (Ría de Pontevedra) a mediados de marzo. Este sistema está recogiendo información del medio continuamente, la ventaja que tiene con respecto a otros sistemas, es que no necesita de la recaptura del pez, ya que bien a los 6 meses de su aplicación o por otros motivos (normalmente por predación), la parte que archiva información se desprende del pez, llega a la superficie del agua y los satélites pueden captar la información almacenada.

#### *Estudio de la reproducción*

Por último, para la consecución de parámetros reproductivos (fecundidad, tamaño del huevo) se utilizó la información obtenida mediante el traslado a piscifactoría de reproductores salvajes de reo y salmón. La fecha de ovulación se ha determinado por el control de hembras procedentes del río Ulla, Lérez y Tea, que fueron utilizadas para efectuar reproducciones artificiales. Tras el desove, el número de huevos es contado bien a través de una placa de metacrilato con 500 orificios o mediante volumetría. El diámetro del huevo se obtiene en un ictiómetro midiendo al menos 3 series de 10 huevos cada una.

La proporción de sexos se establece por criterios morfológicos, utilizando solo los individuos capturados en las estaciones tras el verano, ya que solo entonces es cuando comienza la aparición de caracteres sexuales secundarios y por lo tanto se puede realizar un sexado fiable.

La edad de reproducción y el número de frezas se conoce mediante la lectura e interpretación de las escamas, mediante la detección de las denominadas marcas de freza.

## Resultados

### *Distribución*

En la figura 1 se observa con claridad la drástica reducción en la distribución del salmón en los ríos que vierten al Océano Atlántico, durante la segunda mitad del siglo XX. En 1950 el salmón habitaba hasta los 41° de latitud norte, en el río Duero. En la actualidad, el río más al sur donde aún quedan poblaciones de salmón es el Limia, ya cerca de los 42° N. Otros ríos gallegos atlántico donde el salmón ha desaparecido o entra ocasionalmente pero sin formar poblaciones estables son: el Verduxo-Oitavén, el Umia, el Tambre, el Grande do Porto o de Baio, el Anllons, el Grande de Xubia, el Eume y ya en el inicio del Mar Cantábrico, el Sor. Los ríos donde se considera que aún habita el salmón son: Miño ( hasta la presa de Frieira), Lérez, Ulla (hasta la presa de Ollares), Mandeo, Mera, Landro, Masma, Ouro y Eo. En estos ríos el área de distribución del salmón se ha mermado ostensiblemente por la construcción de presas, fundamentalmente hidroeléctricas. El caso más llamativo es el del río Miño, el río salmonero español más largo, en el cual se conoce que el salmón podía llegar hasta la ciudad de Lugo (De la Peña, 1945). En los ríos en los cuales estos aprovechamientos han dejado un tramo importante, se ha posibilitado la permanencia de poblaciones de salmón, aún a pesar de que la fragmentación del hábitat y la regulación de caudal afecta de forma negativa a la supervivencia de la población.

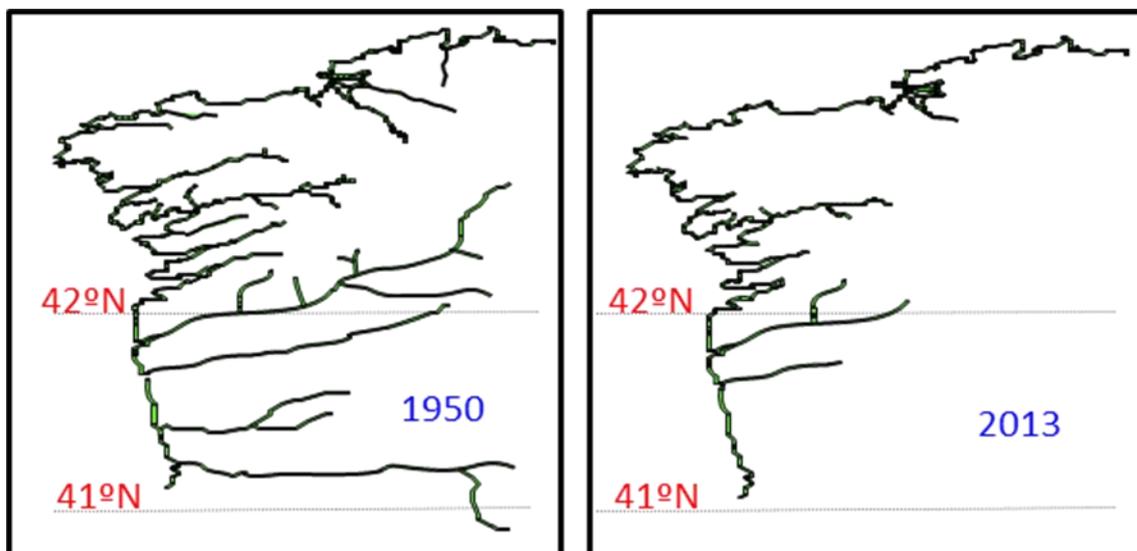


Figura 1. Reducción de la distribución del salmón atlántico en los ríos que vierten al Océano Atlántico entre 1950 y 2013.

Mención aparte merece el caso del río Lérez, debido a que de estar prácticamente extinguido a primeros de los 90, paso a recuperar su población de salmón gracias a la mejora de la accesibilidad para los peces migratorios, mediante la mejora de dispositivos de franqueo en varias presas de los 3 km del río más cercanos al mar y un programa de repoblaciones con salmón autóctono. Estos trabajos permitieron que en la actualidad los peces migratorios lleguen hasta la presa de San Xusto (situada a 25 km del estuario) permitiendo la colonización de salmones y reos de un hábitat no utilizado desde la construcción de la presa de Bora sobre los años 60.

La distribución del reo en Galicia es notablemente mayor que la del salmón, ya que por una parte ocupa pequeños cauces costeros en los cuales el salmón no entra. Por otra, en algunos ríos en los que la construcción de presas ha hecho desaparecer al salmón, el hábitat que queda si que permite el mantenimiento de poblaciones de reo. De esta manera el reo habita en todas las cuencas gallegas, excepto el Xallas (al desembocar en el conocido salto de Ézaro), si bien su área de distribución se encuentra muy mermada si se compara con la que tenía en 1950.

#### *Características biométricas y demográficas*

La información utilizada para caracterizar reos y salmones ha sido obtenida en el río Ulla, concretamente en la estación de Ximonde durante los últimos 20 años. En la Tabla 1, se observa la información obtenida a partir de la muestra de esguines de salmón y reo controlados en Ximonde. La muestra incluye datos biométricos y la determinación de la edad, mediante lectura de escamas, de 882 de 950 esguines de reo y 1714 de 14551 esguines de salmón que se controlaron entre 1993 y 2012. También se podrían haber utilizado los datos de determinación de la edad de esguines obtenido a través de la determinación de la edad fluvial en adultos de reo y salmón, pero se considera más fiable la determinación de la edad sobre escamas de juveniles.

En el caso del reo se detectaron tres clases de edad de esguines mediante la lectura de escamas de esguines (entre 1 y 3 años), se conoce la existencia en el Ulla de esguines de 4 años de río que sin embargo en esta muestra no se detectaron. En salmones solo se detectaron esguines de 1 y 2 años. Llama la atención, que en salmón predominen los esguines de 1 año, mientras que en reo la mayoría sean de 2 años, asimismo la talla media en esguines de reo (21,71 cm) es muy superior a la encontrada en salmones (16 cm). De esta forma encontramos una diferencia de 1 año en la edad media de esguinado entre los juveniles de reo y salmón del río Ulla, mientras en reos la edad media es de 2,17, en salmones es de 1,16.

Tabla 1. Características biométricas y demográficas de juveniles de salmón Atlántico y reo del río Ulla. Clases de edad de esguinado. Estación de Ximonde 1993-2012.

	Edad Fluvial	n	%	Longitud Furcal (cm)	Peso (kg)
Reo	1	26	2,95	15,55	47,28
	2	679	76,98	21,50	103,98
	3	177	20,07	23,43	133,89
	Total	882	-	21,71	108,56
Salmón	1	1434	83,66	15,56	37,53
	2	280	16,33	18,35	61,12
	Total	1.714	-	16,01	41,33

En cuanto a la comparación entre adultos de reo y salmón del río Ulla, se realizó sobre una muestra de todos los salmones capturados en 20 años (2217 adultos de salmón, edad de mar estimada a partir de la talla) y 1912 reos de una muestra de 5097 (edad determinada a partir de la lectura de escamas). Cabe destacar las importantes diferencias entre las dos especies, 40 cm. de talla media en reos frente a 74,4 cm. en salmón, y la presencia de post-esguines en reos (adultos que retornan al río el mismo año en que esguinan). También destacamos las importantes diferencias en el crecimiento marino, destacando que la talla que alcanza un reo tras 3 años de estancia en el mar (59 cm) es similar a la alcanzada por un salmón en un año (61 cm). Como consecuencia de las diferentes proporciones de las diferentes edades de mar obtenidas la edad media de mar varía notablemente entre las dos especies, siendo al revés que en la edad fluvial, muy superior en salmón (1,89 años) que en reo (0,63).



Fotografía 1. Esguín de salmón (arriba) y esguín de reo (abajo). Diferencias en tamaño, pintas, tamaño de cabeza y boca, tamaño aletas pectorales y pedúnculo caudal.

Tabla 2. Características biométricas y demográficas de adultos de salmón Atlántico y reo del río Ulla. Clases de edad de mar. Estación de Ximonde 1993-2012.

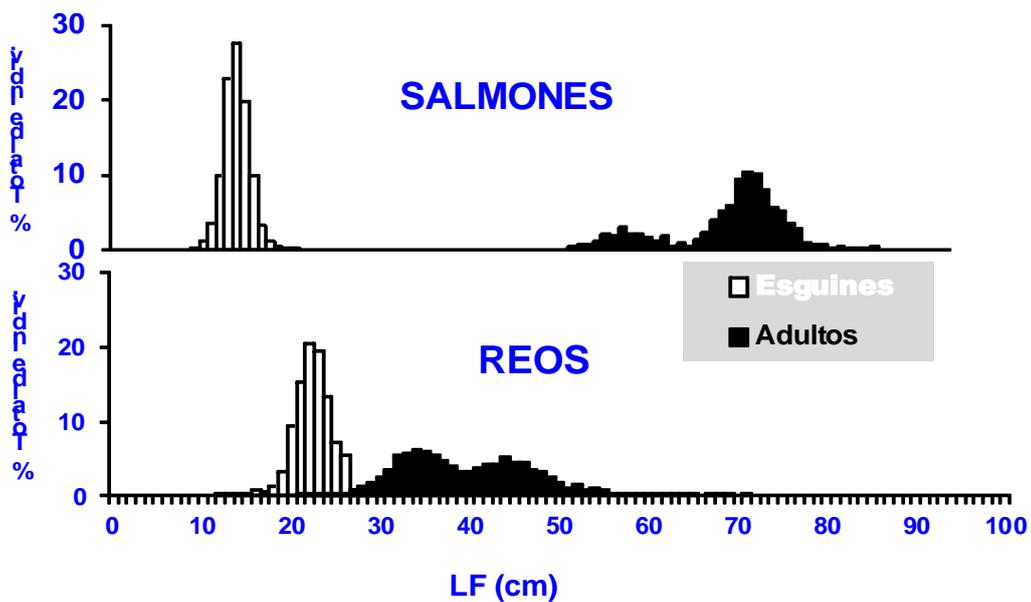
	Edad Marina	n	%	Longitud Furcal (cm)	Peso (kg)
Reo	0	961	50,26	34,75	0,52
	1	740	38,70	44,84	1,16
	2	168	8,79	51,31	1,72
	3	43	2,25	58,85	2,66
	Total	1912	-	40,09	0,81
Salmón	1	272	12,69	60,99	1,84
	2	1840	85,82	76,15	4,50
	3	32	1,49	90,98	8,47
	Total	2217	-	74,44	4,40

En la figura 2 es el histograma de frecuencia de tallas de la población de reos y salmones controlada durante 20 años en el río Ulla. En el se observan nítidamente las grandes diferencias de su ciclo vital. Por una parte, una mayor duración de la fase fluvial en reos que les permite alcanzar una mayor talla que los esguines de salmón. Mientras que entre la fase juvenil y la adulta de salmones se detecta un gran espacio, que en reos no se observa, esto es debido al mayor crecimiento marino que los salmones obtienen desplazándose a mayor distancia y no retornando a su río hasta al menos tras permanecer un año en el mar.



Fotografía 2. Adulto de salmón (arriba, añal 1 invierno de mar, unos 60 cm) y reo (abajo, unos 52 cm).

Figura 2. Histograma de frecuencia de tallas de la población de salmón y reo del río Ulla. Estación de Ximonde 1992 – 2012.



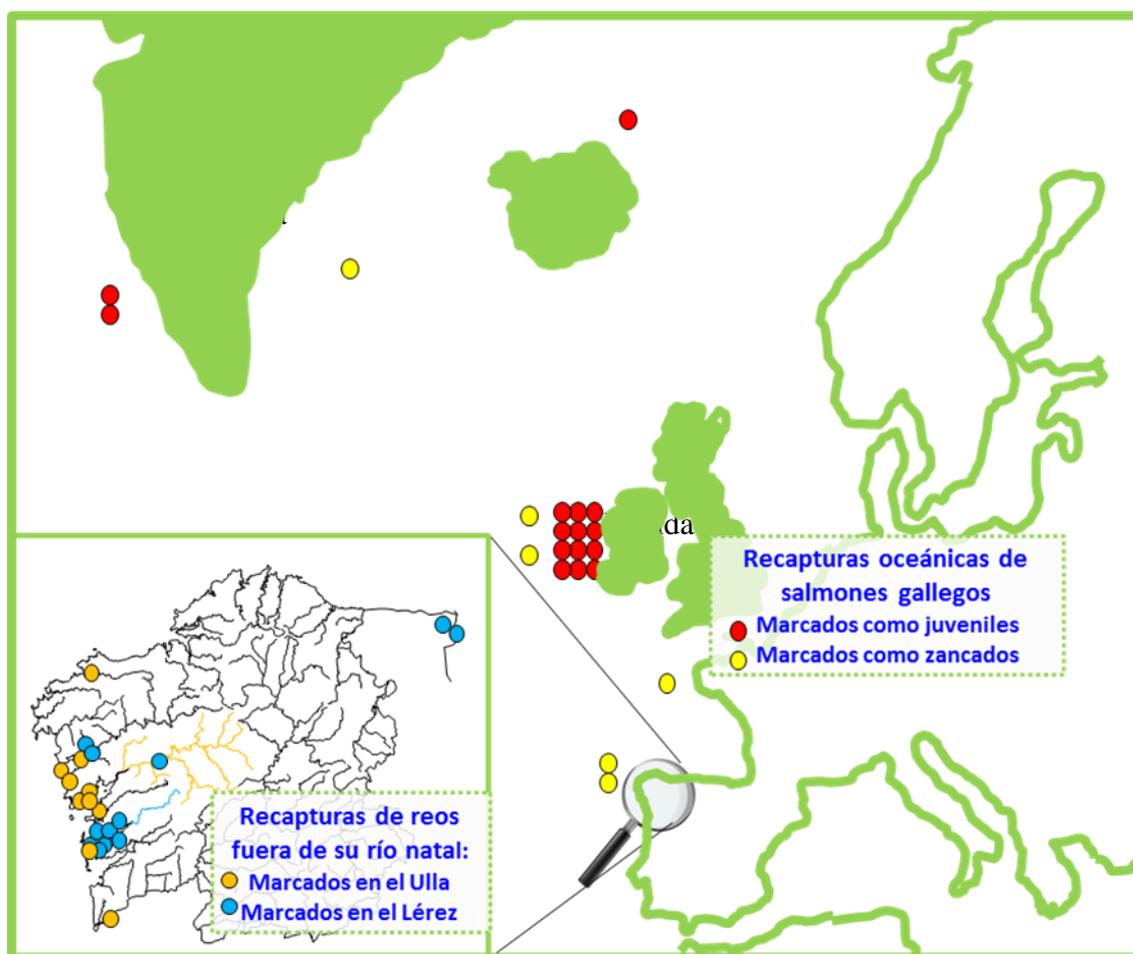


Figura 3. Recapturas de salmones y reos gallegos en el mar (y, en reos, también fuera de su río natal).

#### *Movimientos en el mar*

Tras abandonar el río como esguines en primavera, las dos especies toman caminos muy diferentes. En la figura 3 se observan las recapturas de salmones y reos marcados en ríos gallegos. En el caso del salmón se han obtenido 21 recapturas en el mar, 15 de ellas de peces marcados como juveniles en la piscifactoría de Carballedo y soltados en ríos de Pontevedra (Ulla, Lérez y Miño), y de 6 de ellos se obtuvo información de sus sofisticadas marcas PSAT, tras serles insertadas como zancados. Estas “recapturas” de post-zancados fueron registradas por satélites entre uno y tres meses tras su suelta, en lugares que se interpretan como de paso hacia sus áreas de alimentación definitivas. En concreto estos salmones fueron registrados frente a la costa de A Coruña, Bretaña, costa oeste de Irlanda y uno entre Islandia y Groenlandia.

El resto de recapturas de salmón fueron comunicadas por organismos de investigación marina extranjeros que obtuvieron en el mar micromarcas de salmones repoblados por la Xunta de Galicia. Doce de estos salmones fueron capturados entre los años 2001 y 2006 en una pesquería de redes de deriva que existía en la costa oeste de Irlanda. Cabe destacar que todas estas recapturas eran de salmones añales (1 invierno marino) y que fueron interceptados cuando se dirigían de retorno a ríos gallegos. El resto de las

micromarcas comunicadas fueron de dos salmones adultos (originarios del tea y del Ulla) pescados en la costa oeste de Groenlandia y una de un post-esguín capturado entre la costa este de Islandia y las islas Faroe, dos meses tras su suelta en el río Lérez.

En la figura 3 también se incluyen (en el recuadro menor) las recapturas de reo fuera de sus ríos de origen. Se obtuvieron un total de 24 recapturas entre los años 2000 y 2009, 14 de ellas de peces marcados en el río Lérez y 10 en el Ulla. La mayoría de los peces fueron recapturados en la misma ría del marcado o en rías cercanas, con algunas llamativas excepciones, como la de dos reos que tras ser marcados en el Lérez fueron recapturados en el río Cares, o reos del Ulla recapturados en el río Anllons o en el río Miño.



Fotografía 3. Reo con marca Floy

#### *Retorno al río*

En este apartado, cabe reseñar que del marcado de miles de salmones y reos, tanto salvajes o de repoblación, como juveniles o adultos, junto a las labores de control de las poblaciones realizadas en dos ríos cercanos como el Ulla y el Lérez, se desprende que tanto reos como salmones poseen una fidelidad de retorno a su río natal o “*homing*”, elevada. Efectivamente, se han detectado muy pocos errores de peces retornando fuera de su río natal, en concreto para los salmones de repoblación se ha obtenido tasas de retorno entre el 80 y el 90% en los ríos Ulla y Lérez, siendo fácil suponer que en las poblaciones salvajes esta tasa será superior. Mientras que en reos, si bien se han capturado reos introduciéndose en ríos fuera del suyo natal, han sido en muy escaso número, y por ejemplo, entre los miles de reos controlados en las estaciones de los ríos Ulla y Lérez, solo se ha detectado uno de ellos que se “*equivocara*”.

Para conocer la entrada de salmones y reos en el río procedentes del mar, utilizamos el control de estos peces en la estación de Ximonde durante los últimos veinte años. Esta información es parcialmente indicativa del momento entrada de los peces anádromos en el río. Los peces que se controlan al principio del año (a partir del mes de marzo) son casi siempre recién entrados en el río, como se demuestra por la librea plateada, algunas características (ej: presencia de pulga de mar, factor de condición superior a 1,...) o la lectura de escamas. Sin embargo, a partir del mes de octubre se produce una segunda migración anual, con fines reproductivos, casi siempre realizada por peces que llevan meses en el río.



Fotografía 4. Zancados de salmón tras la implantación de las marcas PSAT

En la figura 4 se pueden apreciar algunas diferencias en la entrada en el río entre reos y salmones. Estos últimos entran antes, a partir del mes de marzo, aunque en un número muy bajo, y los meses de mayor número de salmones controlados son mayo y junio. En reos la entrada se retrasa al menos en un mes, no se detectan hasta abril, también en número escaso, y los meses de mayor entrada son junio y sobre todo julio. Tras este período de entrada del mar primavera-verano, se produce una parada en los movimientos coincidiendo con el estiaje (agosto-septiembre). En el mes de octubre, normalmente coincidiendo con el inicio de las lluvias de otoño, se produce otro pico de movimientos aunque no tan importante como el que se inicia en primavera.

En la figura 5 se muestra como varía la edad media de mar de los salmones y reos a lo largo del año en el río Ulla. Se aprecia claramente, tanto en reos como en salmones, que los primeros peces que entran en el río son los de mayor edad marina. En un análisis más pormenorizado de las edades de los salmones y reos, se aprecia como los salmones que llegan antes del mar son los de los grupos de mayor edad o de reproducción múltiple, en concreto los de 3 inviernos de mar o segundo desove en salmones y, en

reos los de 2 inviernos de mar o segundo y tercer desove. Los grupos de peces de las dos especies de menor tiempo de permanencia en el mar (añales o salmones de 1 año marino ó en reos los finnock/post-esguines), entran en el río más tarde, a partir del inicio del verano, tal y como se aprecia en la figura con el descenso de la edad media de mar en las dos especies.

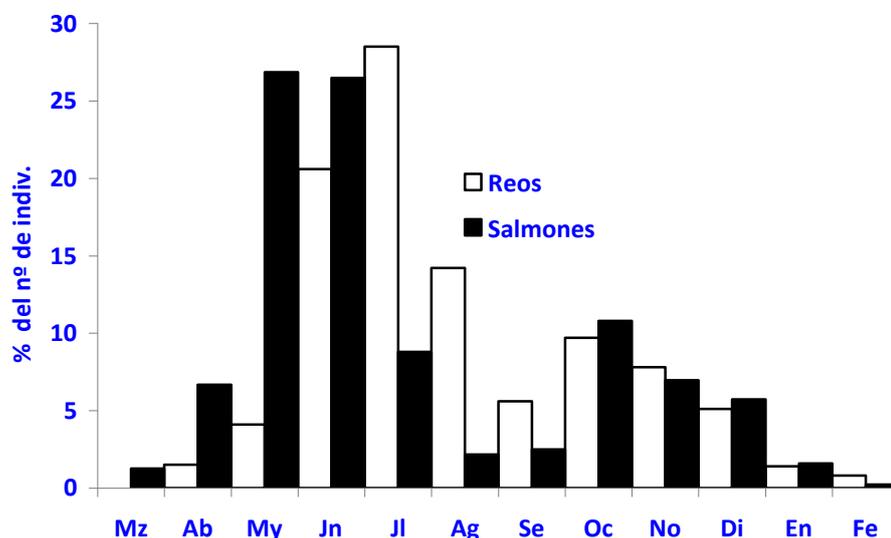


Figura 4: Proporción mensual de reos y salmones controlados en la Estación de Ximonde 1993-2012.

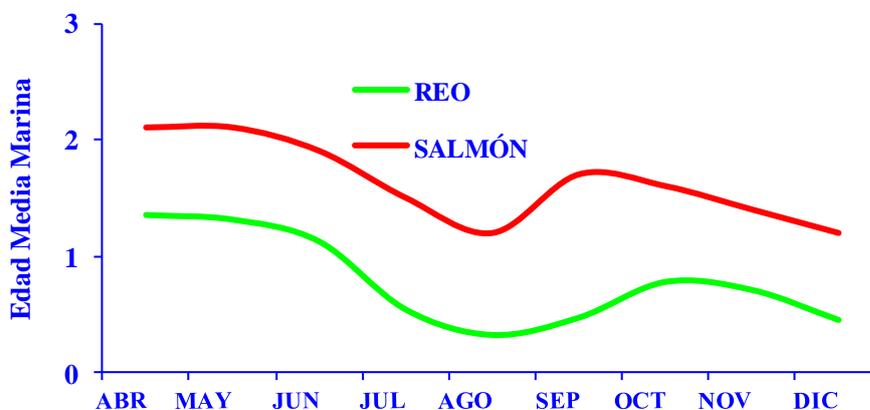


Figura 5: Variación Mensual de la Edad Media Marina en salmones y reos, Estación de Ximonde 1993-2013.

### *Parámetros reproductivos*

Como cabía esperar, se encuentran grandes diferencias entre salmones y reos en aspectos relacionados con la reproducción. Una de las diferencias que nos encontramos, es la proporción de sexos. Mientras que para los salmones controlados en el río Ulla, la sex ratio es de 1,66 hembras por cada macho, entre los reos este parámetro es de 2,7 hembras por cada macho.

Para conocer el momento de la reproducción de salmones y reos hemos utilizado la fecha de ovulación, obtenida durante dos años consecutivos al realizar la reproducción

artificial en la piscifactoría de Carballedo con reproductores salvajes del río Ulla. En la figura 6 se aprecian importantes diferencias. En salmones la ovulación comienza antes, sobre el 20 de noviembre y en reos comienza un mes después, hacia finales de diciembre. El 75% de los desoves en salmones había finalizado hacia el 10 de enero, mientras que en reos esto sucedía a finales de enero. En salmones el 25 de enero finalizaba el desove, y en reos se prolongaba hasta el 15 de febrero.

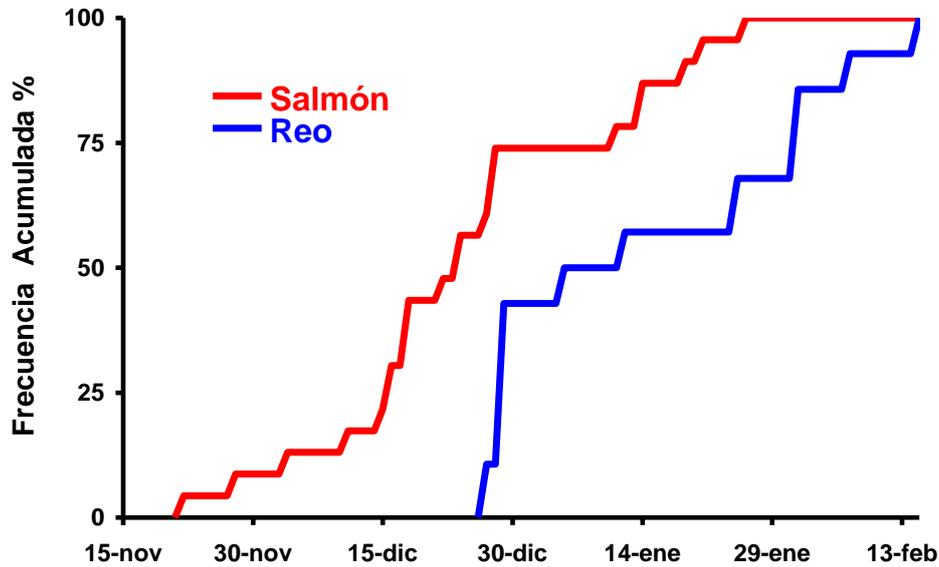


Figura 6: Calendario del desove de reos y salmones del Ulla

En la figura 7 se aprecian importantes diferencias tanto en el número absoluto de huevos (fecundidad absoluta), mucho más alto en salmones por su mayor peso, como en el número de huevos por peso vivo (fecundidad relativa), que es significativamente más alto en reos que en salmones. También existen grandes diferencias en el diámetro del huevo, mientras en reos la media es de 4,5 mm en salmones casi llega a los 6 mm.

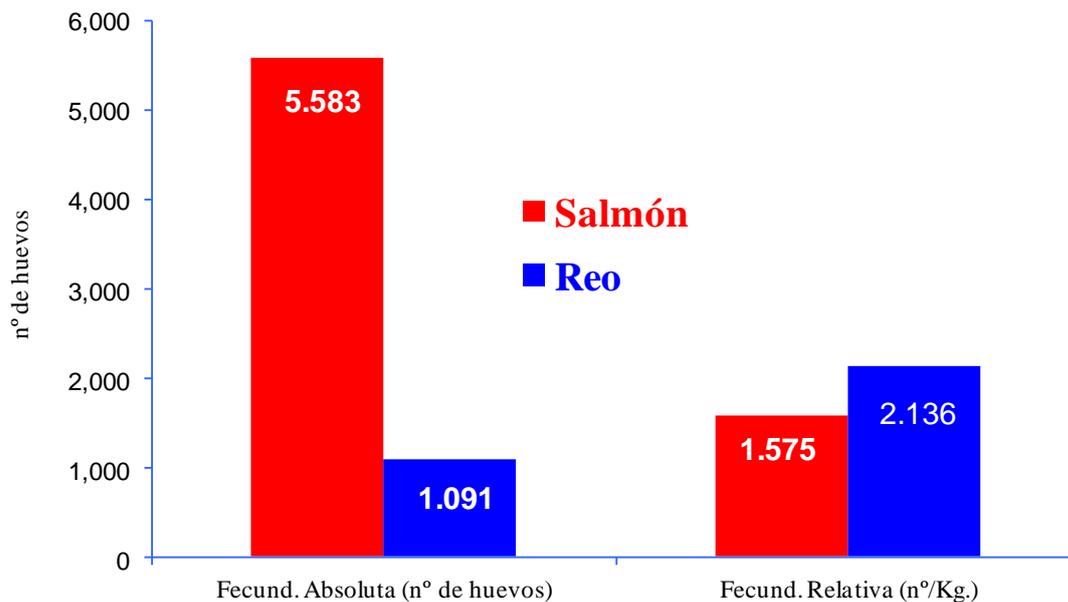


Figura 7: fecundidad absoluta y relativa en salmones y reos del río Ulla

Otra importante diferencia reproductiva entre salmones y reos es la tasa de iteroparidad o proporción de reproductores múltiples. Mediante el análisis escalimétrico de 19264 salmones procedentes del registro oficial de capturas de los ríos gallegos, conocemos que 147 tenían una marca de freza. Esto indica que un 0,76% de los salmones volvían a reproducirse por segunda vez a un río gallego.

Como se puede observar en la figura 8, la proporción de reproductores múltiples en reos es muy diferente. Existe una gran variación en este valor entre las diferentes poblaciones gallegas estudiadas, ya que la proporción de reos que vuelven al río para reproducirse al menos por segunda vez, varía de un 35% obtenido entre los reos pescados en el río Sor a un aproximadamente 15% entre los reos pescados en los ríos Ulla y Tambre. La media para toda la muestra de 16.000 reos analizados entre los años 1996 y 2002 en 8 ríos gallegos, fue que un 23% de estos reos se habían reproducido al menos una vez.

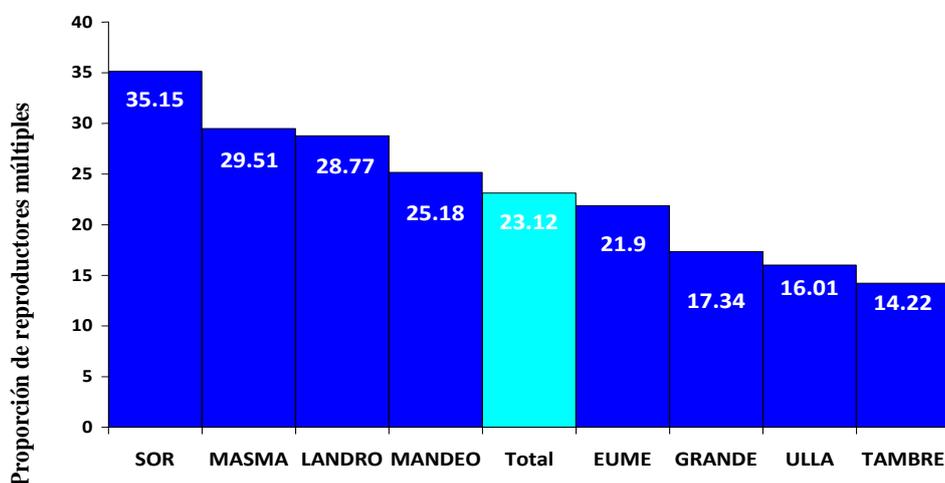


Figura 8. Proporción de reproductores múltiples en las poblaciones de reo de 8 ríos gallegos

De los 147 salmones en los que detectaron marcas de freza de los casi 20.000 analizados, 4 venían a desovar por tercera vez, ya que mostraban 2 marcas de freza en sus escamas. Esto indica que de los reproductores múltiples de salmón (0,76% de la muestra) solo un 2,72% volvía para reproducirse por segunda vez y ninguno conseguía volver una tercera. Entre los reos la proporción de individuos que se reproducen más de una vez también es muy superior. Aunque en la tabla 3 solo se incluyen reos que realizaron hasta cuatro reproducciones, entre los reos gallegos se han detectado individuos con hasta 6 marcas de freza. Las diferencias entre las poblaciones de reo en esta tasa vuelven a ser notables, por ejemplo, vuelve a destacar el río Sor con casi un 10% de los reos con 2 reproducciones mientras que en otras poblaciones son menos del 1%. Como resumen cabe indicar que cerca del 20% de los reos gallegos retornan al río para reproducirse por segunda vez y casi el 4% al menos por tercera.

Tabla 3. Número de reproducciones en ocho poblaciones de gallegas de reo

Río	0		1		2		3		4		n
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Eume	3396	78,10	859	19,76	78	1,79	9	0,21	6	0,14	4348
Grande	839	82,66	165	16,26	8	0,79	3	0,30	-	-	1015
Landro	401	71,23	140	24,87	20	3,55	2	0,36	-	-	563
Mandeo	1917	74,82	552	21,55	83	3,24	9	0,35	1	0,04	2562
Masma	203	70,49	65	22,57	20	6,94	-	-	-	-	288
Sor	1978	64,85	756	24,79	285	9,34	23	0,75	8	0,26	3050
Tambre	2637	85,78	394	12,82	43	1,40	-	-	-	-	3074
Ulla	1002	83,99	188	15,76	2	0,17	1	0,08	-	-	1193
Total	12373	76,88	3119	19,38	539	3,35	47	0,29	15	0,09	16093

### Discusión

El salmón atlántico y la trucha común son especies “hermanas”, morfológicamente son parecidas, pero si las comparamos a nivel individual o poblacional, encontramos tanta variabilidad, que en ocasiones se requieren expertos especializados en la materia, para realizar una correcta identificación de las especies (Jonsson Jonsson, 2011). Pero si se efectúa un análisis más profundo se encuentran muchas diferencias fenotípicas y también ecológicas.

El salmón atlántico, en su área natural de distribución, cuenta con algunas poblaciones que permanecen toda su vida en agua dulce (denominadas “*holobióticas*”, potamódromas o “*landlocked*”), esto no sucede en el sur de Europa y mucho menos en la península Ibérica. Sin embargo, la trucha común en la península Ibérica posee una mayoría de poblaciones potamódromas aunque también presenta numerosas poblaciones anádromas pero restringidas a ríos cantábricos y del noreste peninsular. Esto unido a su gran capacidad de adaptación, hace que la trucha esté presente en gran parte de los cursos de agua de Galicia, explora pequeños regatos, ríos, estuarios y las rías. Ambas especies se complementan en cierta medida a la hora de ocupar el hábitat del que disponen, la preferencia de la trucha por aguas más lentas que las que prefiere el salmón, y los largos desplazamientos oceánicos del salmón, hacen que estas especies hayan evolucionado durante miles de años en estas latitudes optimizando el aprovechamiento de los recursos tróficos y de espacio, tanto en agua dulce como en el mar, ocupando, en su fase juvenil casi toda el área fluvial gallega. En el caso de la trucha, también engloba dentro en sus áreas de colonización, los embalses artificialmente formados en la segunda mitad del siglo pasado. Sin embargo, el desarrollo experimentado en Galicia durante la segunda mitad del siglo XX no ha respetado las rutas de migración de estos peces ni la calidad de su hábitat de reproducción y de desarrollo juvenil. De esta forma, la destrucción, la alteración y el fraccionamiento del hábitat fluvial, ha afectado a la mayor parte de los ríos de Galicia, provocando la extinción de varias poblaciones de salmón y poniendo en peligro a muchas otras, incluidas varias poblaciones de reo.

Las diferencias encontradas en cuanto a las características biométricas y demográficas entre ambas especies son muy notables, y en el caso de los salmones reflejan, una

menor dependencia por el medio fluvial que la que muestran los reos. Los juveniles de reo permanecen más tiempo en el río y lo abandonan a un tamaño superior que el de los esguines de salmón. Esto puede estar relacionado con una menor habilidad para regular el contenido iónico del agua (Hoar, 1976). Los salmones tienen un mayor tiempo de permanencia en el mar que los reos, mientras que estos en muchas de ocasiones apenas permanecen pocos meses en agua salada. Diversos estudios también han mostrado diferencias en diversas características entre las poblaciones de salmónidos. La selección natural a través de generaciones, adapta las poblaciones al ambiente dominante y las condiciones de competencia en los cursos de agua, estas adaptaciones inciden sobre la supervivencia y el éxito reproductor en sus respectivos hábitats (Jonsson y Jonsson, 2011).

Un importante mecanismo que ayuda a que los salmónidos sean capaces de adaptarse a las condiciones ambientales locales, es la habilidad precisa de retorno al río natal conocida como *homing*. Esta característica, hace posible el retorno a las áreas de reproducción junto a individuos originarios del mismo área (Verspoor et al., 2007). Sin embargo, el aislamiento entre poblaciones producido por el homing, no es absoluto, tal y como también se revela en los datos mostrados para las poblaciones gallegas en este trabajo. Ese grado de “equivocación” o “*straying*” entre poblaciones resulta en un cierto flujo genético entre ellas. Por lo tanto, las poblaciones pueden estar localmente conectadas en grupos de metapoblaciones (Kuparinen et al., 2010).

Los trabajos sobre la estancia en el mar de reos y salmones, resultan más escasos que los realizados en agua dulce, debido a la dificultad que entraña su realización. Sin embargo, en los últimos años y gracias al uso de nuevas tecnologías, el conocimiento sobre esta fase vital se ha incrementado notablemente. Morfológicamente los salmones están mejor adaptados que las truchas para atravesar el océano (Webb, 1988). La trucha en agua salada ocupa principalmente hábitats costeros y estuarios (Berg y Berg, 1987), siendo escasas las veces que son encontradas en mar abierto. Tras el esguinado los reos pueden permanecer en el mar todo el año, sin embargo muchos de ellos prefieren pasar el invierno en agua dulce.

Las razones que impulsan a un salmón o a un reo a retornar a su río de origen tras un tiempo de estancia en el mar, son todavía desconocidas. Los mecanismos que favorecen el homing tienen dos fases, una orientación inicial desde los lugares de alimentación en agua salada hacia la costa, y una fase final en la costa y el estuario hacia el río natal. La literatura sobre el homing de los salmónidos es muy extensa, pero los mecanismos que lo regulan, todavía no han sido explicados del todo bien.

Migración se define (Endler, 1977) como “*movimientos de larga distancia realizadas por muchos individuos más o menos en la misma dirección y en el mismo momento del año*”. Estos movimientos son normalmente seguidos por una migración de retorno, que en el caso de los salmónidos anádromos está dirigida mediante el homing. Salmones y truchas migran porque existen hábitats diferentes para la reproducción, la alimentación y para refugiarse ante adversas condiciones como puede ser el invierno o la sequía. Por lo tanto, un pez puede mejorar su “*fitness*” o *éxito reproductor* moviéndose entre hábitats en una determinada época del año (Jonsson y Jonsson, 2011). La decisión de por qué y cuándo migrar está regulada por factores genéticos y ambientales, dependen de la especie y el sexo, y en el resultado producido por selección natural, intervienen los

beneficios (ej: producción de mayor número de huevos de más tamaño al ir al mar) y los costes de la migración (ej: mayor gasto energético y mortalidad al migrar al mar).

En cuanto al momento en el cual reos y salmones realizan la migración de retorno, intervienen complejos factores que probablemente interactúan entre sí. Las variables ambientales que parecen influir en el momento de la migración de retorno al río para reproducirse son la temperatura, las mareas y el caudal. Los salmones al decidir el retorno al río, si las condiciones de caudal son adecuadas, penetran rápidamente por el estuario para alcanzar el agua dulce. Los reos, sin embargo, suelen permanecer alimentándose o refugiándose un mayor tiempo en aguas salobres. Pero las dos especies una vez que penetran en el río realizan la migración en dos fases. Una primera (en primavera o verano) en la que se adentran en el río hasta encontrar un lugar de parada adecuado a sus necesidades, o un obstáculo que les impide remontar. Una segunda fase que normalmente coincide con las lluvias otoñales, ya cercana a la reproducción, en la que se trasladan de los lugares de parada a los de desove.

Salmones y reos se reproducen en invierno, difiriendo, al menos en estas latitudes, con todo el resto de especies de peces fluviales que habitan con ellos. Salmones y reos utilizan hábitats parecidos para la reproducción, sin embargo, algunas diferencias se encontraron en diversos estudios realizados (Jonsson y Jonsson, 2011). Las truchas se reproducen en lugares de menor profundidad y menor velocidad del agua, mientras que los salmones suelen profundizar más en el sustrato a la hora de depositar los huevos. El momento del desove obtenido en este estudio realizado con reproductores del Ulla, sugiere que los reos se reproducen tras los salmones. Sin embargo, esto no parece coincidir con lo citado para otras poblaciones, en las cuales los reos se reproducen antes (Jonsson y Jonsson, 2011). Debemos por lo tanto contrastar esta información con un mayor tamaño muestral y/o la obtención de datos mediante otra metodología más directa, como puede ser la visualización directa de la reproducción natural.

Las proporciones de sexo obtenidas en este estudio pueden resultar preocupantes, al existir un número aparentemente alto de hembras con respecto a los machos presentes. En el caso de los reos, en la mayoría de las poblaciones estudiadas, están descritas sex ratio similares a las halladas en el Ulla, además es conocido que los machos de trucha residente participan en los desoves para fecundar hembras anádromas. En el caso del salmón, también machos residentes precoces (denominados “*vironeros*”) que pueden fertilizar hembras anádromas, tal y como se ha descrito en un río gallego (Saura et al, 2006). Sin embargo, en el caso de poblaciones de salmón no es frecuente proporciones tan altas de hembras como las descritas en el Ulla, esta circunstancia puede resultar preocupante en poblaciones en recuperación, con un número de reproductores escaso, al existir la posibilidad de desencadenar fenómenos de hibridación trucha/salmón.

## Referencias

- Allan, I. R. H., Ritter, J. A. 1977. Salmonid terminology. J. Cons. Explor. Mer. 37 (3): 293-299.
- Alvarez-Riera, J. 1985. Datos preliminares sobre la biología del reo (*Salmo trutta* L.) en el río Sella (Asturias). Primer Simposio Internacional de estudio, conservación y utilización racional de áreas de pesca de salmónidos. AEMS, Asociación Española de Mosca y Salmónidos.
- Berg, O. K., Berg, M. 1987. Migrations of sea trout, *Salmo trutta* L., from the Vardness River in northern Norway. J. Fish Biol. 31: 113-121.

- Caballero, P., García de Leániz, C. 1992. Within-river variability in migratory behaviour among brown trout populations, *Salmo trutta* L., in the Ullia catchment (northwest Spain). *J.Fish.Biol.* 41, Supl B, 184.
- Caballero, P. 1993. Estrategias migradoras de la trucha común. *Canas e fíos*, Nº 2: 11-17.
- Caballero, P. 2002. Ciclo vital del reo (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758) en la cuenca del río Ulla. Trabajo de Investigación Tutelado, Facultade de Bioloxía, Dpto de Bioloxía Animal, Laboratorio de Hidrobioloxía. Universidad de Santiago de Compostela.
- Caballero, P., García Rego, M. García de Leániz, C. 2002. Estrategias migratorias y reproductivas del salmón Atlántico y la trucha común en la cuenca del río Ulla (Galicia): implicaciones para la conservación de las poblaciones. En García de Leániz, C., Serdio, A. Consuegra, S. (eds) "El salmón joya de nuestros ríos": 155-171.
- Caballero, P., Cobo, F. González, M. 2006. Life history of a sea trout population (*Salmo trutta*) from the NW Iberian Peninsula (River Ulla, Galicia, Spain). In: G.S.Harris and N.J. Milner (eds) *Sea Trout: Biology, Conservation and Management*. Proceedings of First International Sea Trout Symposium, Cardiff, July 2004. Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Dalda, J., Serantes, M.R. 1974. El salmón Atlántico, *Salmo salar* L., en aguas ibéricas. Estudio ecológico y biométrico. *Trabajos compostelanos de Biología* 4: 173-214.
- De la Peña, E. 1945. Indicaciones prácticas para la pesca deportiva en nuestros principales ríos salmoneros. En "El salmón y su pesca en España". Publicaciones de la Dirección General de Turismo.
- Endler, J. A. 1977. *Geographic variation, speciation and clines*. Princeton University Press, Princeton.
- Hoar, W. S. 1976. Smolt transformation: evolution, behavior and physiology. *J. Res. Board Can.* 33: 348-365.
- Jonsson, B. Jonsson, N. 2011. *Ecology of Atlantic salmon and brown trout. Habitat as a template of life histories*. Fish fisheries Series Vol. 33. Springer.
- Kuparinen, A., Tofto, J., Consuegra, S., Hindar, K., Merilá, J. García de Leániz, C. 2010. Effective size of an Atlantic salmon (*Salmo salar*) metapopulation in Northern Spain. *Conserv. Genet.* 11: 1559-1565.
- Lucas, M. C., Baras, E., Thom, T. J., Duncan, A. Slavik, O. 2001. *Migration of freshwater fishes*. Blackwell Science Ltd.
- Marco-Rius, F., Caballero, P., Moran, P. García de Leániz, C. 2012. And the last shall be first: heterochrony and compensatory marine growth in sea trout (*Salmo trutta*). *PLoS ONE*, 7(10), e45528.
- Marco-Rius, F., Caballero, P., Moran, P. García de Leániz, C. 2013. Mixed-effects modelling of scale growth profiles predicts the occurrence of early and late fish migrants. *PLoS ONE*, 8(4), e61744.
- McDowall, R. M. 1997. The evolution of diadromy in fishes (revisited) and its place in phylogenetic analysis. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 7: 443-462.
- Nelson 2006. *Fishes of the world*, 4<sup>th</sup> edn. Wiley, New York.
- Sanford, C. P. J. 1990. The phylogenetic relationships of salmonoid fishes. *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Zool)* 56: 145-153.
- Saura, A., Caballero, P. Moran, P. 2008. Impact of precocious male parr on the effective size of a wild population of Atlantic salmon. *Freshwater Biology* 53: 2375-2384.
- Smith, G. R. and Stearley, R. F. 1989. The classification and scientific names of rainbow and cutthroat trouts. *Fisheries* 14 : 4-10.

- Toledo, M. M., Lemaire, A. L., Bagliniere, J. L., Braña, F. 1993. Caracteristiques biologiques de la truite de mer (*Salmo trutta* L.) au nord de l'Espagne, dans deux rivieres des Asturies. Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture, 330: 295-306.
- Toledo, M. 1996. Ciclos de vida y estrategias reproductivas de la trucha común (*Salmo trutta* L.). Tesis doctoral, Dpto de Biología de Organismos y Sistemas, Univ.Oviedo.
- Verspoor, E., Stradmeyer, L. Nielsen, J.L. 2007. The Atlantic salmon: genetics, conservation and management, Blackwell, Oxford.
- Webb, P. W. 1988. Simple physical principles and vertebrate aquatic locomotion. Am. Zool. 28: 709-725.



Fotografía 5. Reos con diferente librea según la época del año en la que son controlados, los 2 primeros son reos que controlados en verano recién entrados del mar y los 3 de abajo fueron controlados en otoño tras un tiempo en el río.



Fotografía 6. Salmones adultos con diferente librea, los 3 primeros controlados en primavera (recién entrados del mar) y los 3 de abajo en otoño (tras varios meses en el río).