

SITUACIÓN ACTUAL DEL SALMÓN ATLÁNTICO EN CANTABRIA

PRESENT STATUS OF ATLANTIC SALMON IN CANTABRIA

C. GARCÍA DE LEÁNIZ, A. SERDIO Y S. CONSUEGRA

RESUMEN

SUMMARY

El salmón atlántico ha sufrido un acusado declive histórico en los ríos de Cantabria, especialmente durante las últimas décadas. De las siete poblaciones históricas, tres poblaciones (Saja-Besaya, Miera y Agüera) se encuentran Extintas (Ex), dos (Asón y Pas) se encuentran en Peligro Crítico de extinción (CR), y otras dos (Nansa y Deva) se encuentran en Peligro (EN). Además de ser menos abundantes, los adultos de retorno son en la actualidad de menor tamaño y edad, entran más tarde en los ríos, tienen más dificultad para acceder a las cabeceras y menor probabilidad de desovar con éxito. Los estudios realizados indican así mismo que las cuatro poblaciones de salmón de Cantabria mantienen suficiente diversidad genética para ser consideradas como unidades discretas, y poseen rasgos diferenciales que justifican una alta prioridad de conservación. Además de la sobre-explotación, las amenazas más importantes incluyen

Cantabrian Atlantic salmon populations have historically declined, particularly over the last decades. Three of the seven historical populations (Saja-Besaya, Miera, Agüera) are now extinct (Ex), two of them (Asón, Pas) are critically endangered (CR), and the remaining two (Nansa, Deva) are endangered (EN). Compared to the historical populations, returning adults are now less abundant, have a smaller body size and a lower sea age. They also return later in the season and face greater difficulties to reach the headwaters, making them less likely to survive until spawning. Genetic studies indicate that the four extant populations maintain enough genetic diversity to be considered as discrete management units, and have differential traits that make their conservation a priority. The main threats to the species include over-exploitation by anglers, excessive water being abstracted for irrigation and human

la captación excesiva de caudal, la contaminación del agua y la degradación del hábitat. El Programa de Recuperación iniciado en 1996 ha permitido aumentar la accesibilidad mediante el derribo de presas ilegales y la construcción de pasos para peces, así como poner en marcha un programa de cría en cautividad basado en la suelta de juveniles autóctonos micro-marcados y vacunados, la mitad de los cuales proceden en la actualidad de la recuperación de zancadas y del acondicionamiento de pintos holobióticos. El número de recapturas hasta la fecha es de 184 ejemplares en el río frente a 17 ejemplares en el mar. La tasa media de recaptura en el río para las cohortes 1995-1997 ha variado entre el 0 y el 0.35% (valor medio = 0.09%), y la frecuencia de añales entre los ejemplares repoblados entre el 0 y el 100% (valor medio = 43%). El 91% de las recapturas se han producido en el río de suelta, y los ejemplares repoblados representaron el 18% del total de salmones adultos controlados durante el período 2000-2001. A pesar de los resultados del programa de cría en cautividad, las poblaciones continúan en declive, lo que justifica la adopción de medidas estrictas de protección. Dichas medidas pasan por mejorar la calidad del agua y restaurar el hábitat, garantizar caudales circulantes adecuados, establecer reservas de freza y de alevinaje, y por limitar la captura de ejemplares adultos y reducir otras causas de mortalidad. En los ríos Nansa y Deva recomendamos establecer cupos máximos de capturas anuales, y en los ríos Asón y Pas recomendamos el cese de la explotación durante al menos tres generaciones, o mientras no se alcance el número necesario de reproductores que garantice su viabilidad.

consumption, as well as water pollution and poor habitat quality. The restoration programme, initiated in 1996, has made it possible to increase the stream length accessible to salmon. Old, illegal weirs were demolished and new fish passes were constructed. A breeding programme was also started, based on the rearing, vaccination and release of microtagged juveniles, half of which now originate from the mending of kelts and the rearing of female parr in freshwater until maturity. So far, 184 stocked adults have been recaptured in home rivers and 17 adults have been recaptured at sea. Recapture rates in home rivers have varied from 0% to 0.35% (mean = 0.09%) for the 1995 to 1997 year classes, while grilising rates amongst stocked adults have varied between 0% and 100% (mean = 43%). Stocked adults represented 18% of all the adults screened over the period 2000-2001, and mean straying rate was 9%. However, despite the results of the stocking programme, Cantabrian populations have continued to decline, and the species now requires strict protection. Water quality needs to be improved, salmon habitat has to be restored, and adequate flows have to be maintained. Other protection measures call for the creation of in-river sanctuaries for spawners and juveniles, and for a significant reduction in rod catches and other sources of mortality. We recommend the adoption of annual catch quotas in the rivers Nansa and Deva, and the cease of salmon angling in the rivers Asón and Pas. To be effective, such measures should be maintained during at least three generations or until the populations reach the minimum viable size.

1. DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL

Los ríos salmoneros de Cantabria representan, junto con los del resto de la Península Ibérica, el límite meridional de la distribución endémica del salmón atlántico (*Salmo salar*) en Europa (MCCRIMMON Y GOTS, 1979) y sustentan probablemente algunas de las poblaciones más antiguas del continente (VERSPoor ET AL., 1999). Históricamente el salmón habitaba con seguridad los ríos Agüera, Asón, Miera, Pas, Besaya, Saja, Nansa y Deva (MADOZ, 1845; CAMINO, 1940), y es probable que existiesen también poblaciones menores en otros cursos fluviales como el Campiázo o el Escudo (FIGURA 1). La longitud fluvial históricamente accesible se cifra en unos 833 Km, de los cuales unos 194 Km correspondían al sistema Saja-Besaya.

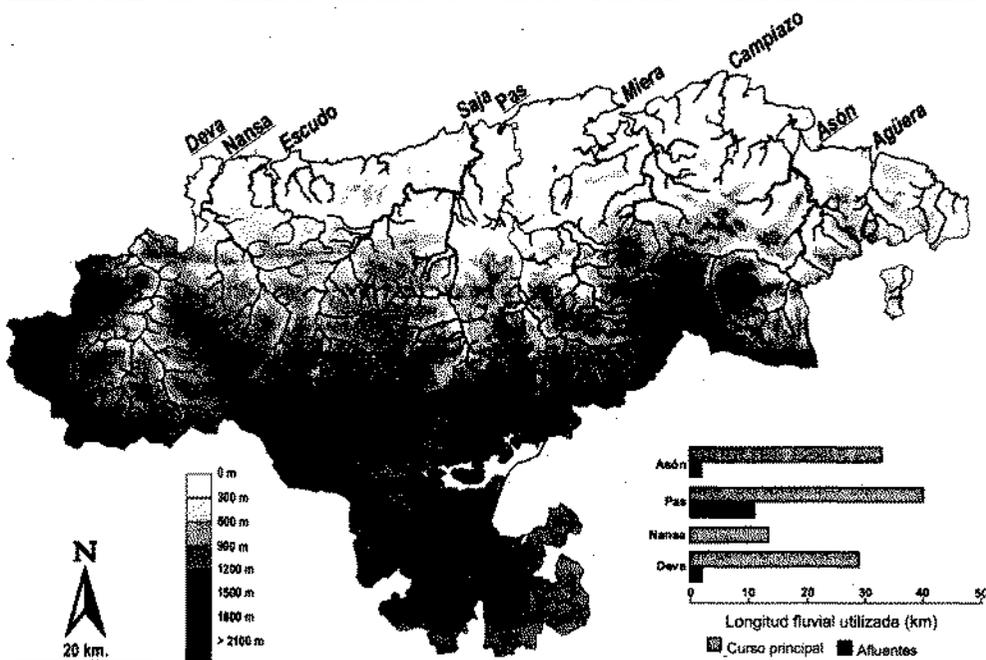


FIGURA 1. Distribución histórica y actual (ríos subrayados) del salmón en Cantabria. El gráfico de barras muestra la longitud fluvial (Km) actualmente utilizada por el salmón en el curso principal y afluentes de cada cuenca. **FIGURE 1.** Historical and present distribution (underlined rivers) of Atlantic salmon in Cantabria. Insert bar chart shows the stream length (km) used by salmon in the main river (grey) and tributaries (black) of each catchment.

En la actualidad su presencia habitual se reduce a unos 131 Km en las cuencas de los ríos Asón (35 Km), Pas-Pisueña (51 Km), Nansa (14 Km) y Deva (31 Km), si bien se pueden pro-

ducir entradas esporádicas de adultos en el Agüera y el Miera, donde la especie es objeto de un plan de reintroducción. La existencia de numerosas presas y azudes constituyen, junto con la reducción en el caudal circulante, las principales causas de la reducción del área de distribución de la especie en Cantabria.

2. EVOLUCIÓN DE LAS POBLACIONES

Los estudios realizados en Cantabria desde 1987 indican que las poblaciones de salmón han sufrido cambios significativos durante los últimos 50 años, no sólo en su abundancia, sino también en algunas características de lo adultos, tales como su tamaño, estructura de edad, estructura genética, tiempo de entrada al río, o distribución espacial (GARCÍA DE LEÁNIZ *ET AL.*, 1987, 1989, 1992; GARCÍA DE LEÁNIZ Y MARTINEZ, 1988; GARCÍA DE LEÁNIZ Y VERSPOOR, 1989; VERSPOOR *ET AL.*, 1988; VERSPOOR Y GARCÍA DE LEÁNIZ, 1997; CONSUEGRA *ET AL.*, este volumen; SERDIO *ET AL.*, este volumen). En general, los cambios detectados resultan indicativos de poblaciones alteradas, y constituyen una señal de alarma ante el estado de conservación de las poblaciones.

2.1. Abundancia

Algunos autores han estimado que hasta principios del siglo XX se pescaban en Cantabria entre 2000 y 4000 salmones anualmente y que la producción potencial podría haber alcanzado los 20000 ejemplares anuales (CAMINO, 1925, 1927, 1940, 1945; PARDO, 1931). Con independencia de la fiabilidad de estas cifras, sí sabemos que la abundancia del salmón era sustancialmente mayor que en la actualidad, y que constituía de hecho una fuente importante de ingresos, y también de pieles, para algunas poblaciones (CAMINO, 1940). No es cierto, sin embargo, que su abundancia fuese tan fantásticamente alta que los jornaleros (sirvientes, campesinos, ferroviarios, peones camineros, etc.) estipulasen en sus contratos laborales que no se les diese de comer salmón más de tres veces a la semana. Se trata ésta de una fábula muy extendida pero sin ningún fundamento, como hace ya más de medio siglo demostraron autores como DE FOXA (1952) y, sobre todo, JUSUÉ MENDICOUAGUE (1953). De hecho, la captura ilegal de salmones en el río Deva la llegó a sancionar el rey don Carlos I en 1522 con la horca (SAINZ, 1986), algo difícil de justificar si se tratase de un recurso tan abundante como reza la leyenda.

Aunque las capturas por sí mismo raramente representan un buen indicador de la abundancia puntual del salmón, pueden resultar de utilidad para detectar tendencias a medio y largo plazo en las poblaciones, especialmente si se ponderan por el esfuerzo de pesca (DUNFIELD, 1985; BIELAK Y POWER, 1988). Los datos históricos disponibles indican que ha existido en las últimas décadas una acusada disminución en las capturas en los cuatro ríos salmoneiros (FIGURA 2), así como en las capturas ponderadas por el esfuerzo de pesca (FIGURA 3). Ello indica que ha existido un declive genuino en la abundancia de los salmones de retorno, al menos en aquella componente de la población que entra en los ríos durante el período de pesca (GARCÍA DE LEÁNIZ *ET AL.*, 1992).

El declive se produce en los ríos Asón y Deva a partir del comienzo de los años 70, y en el Pas a partir de los años 80, poco después de que comenzaran las primeras mortalidades de salmones enfermos en Cantabria (DE MIGUEL, 1976). En el Nansa, el declive se produce a raíz de la construcción de la presa de Palombera, que corta en 1950 el acceso del salmón al 80% de la longitud fluvial utilizada históricamente por la especie en esta cuenca (SERDIO ET AL., este volumen).

El análisis de la serie temporal (FIGURA 3) indica que, de seguir la actual tendencia, las capturas por unidad de esfuerzo podrían llegar a ser cero en Cantabria en un plazo de 20 a 30 años.

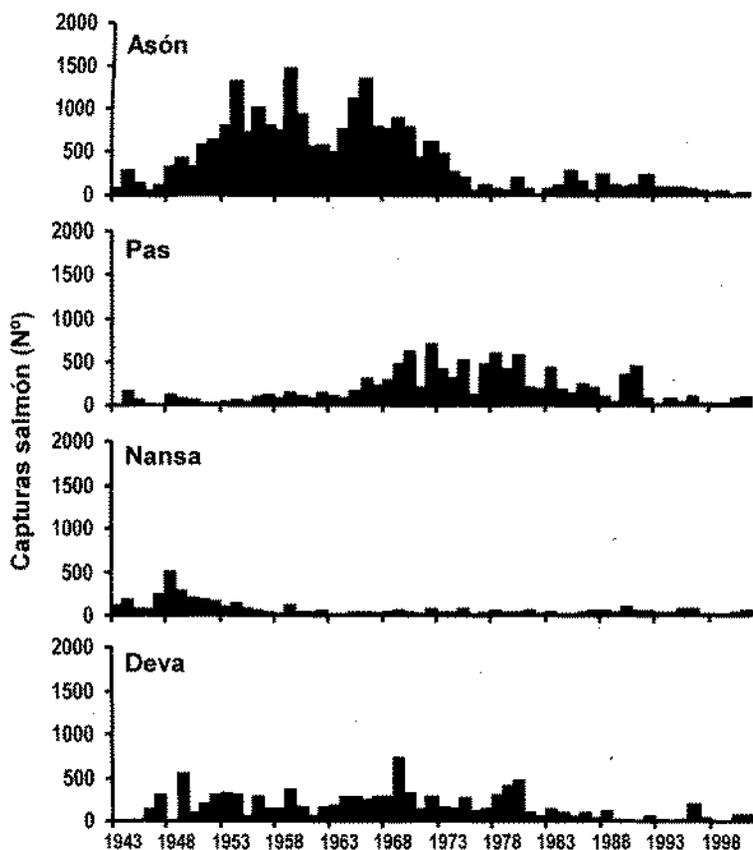


FIGURA 2. Capturas de salmón a caña en los ríos de Cantabria, 1943-2001. FIGURE 2. Salmon catches by angling in Cantabrian rivers, 1943-2001

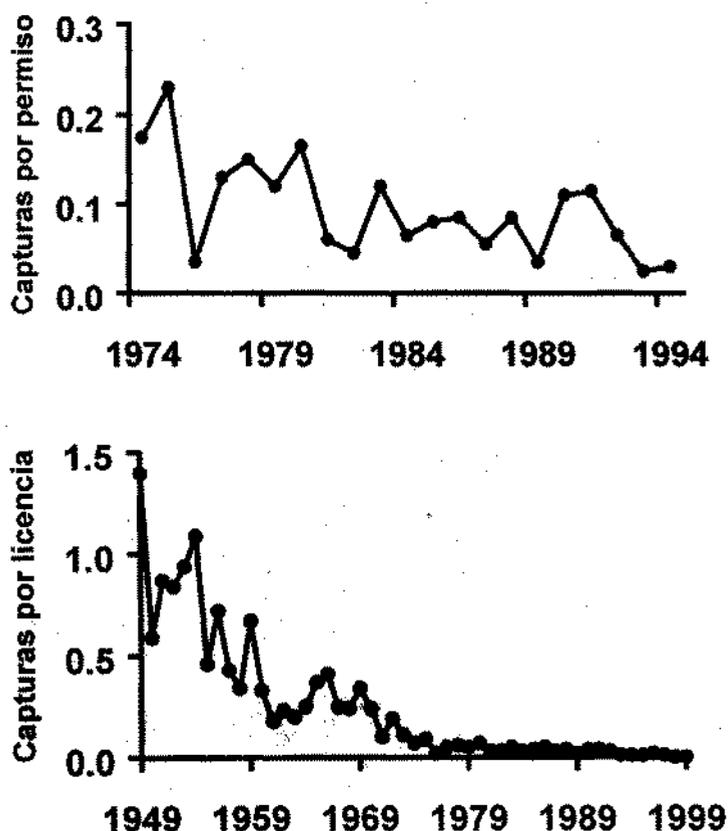


FIGURA 3. Capturas de salmón por unidad de esfuerzo en Cantabria, expresado como capturas por permiso (arriba) y capturas por licencia en tramos acotados (abajo). FIGURE 3. Salmon catch per unit effort in Cantabria, expressed as catch per fishing licence (bottom) and catch per salmon permit (top).

2.2. Tamaño, edad, y tiempo de entrada en los ríos

El análisis histórico de la pesquerías indica que ha existido en todos los casos una reducción en el tamaño medio de los salmones durante las últimas dos décadas (FIGURA 4), coincidiendo con un aumento relativo en la frecuencia de añales (FIGURA 5) y una reducción en la edad media de permanencia en el mar.

Así, mientras que la incidencia de añales era escasa hasta finales de los años 60, ésta comienza a aumentar a partir de los años 80, constituyendo los añales en algunos años y pa-

ra algunos ríos hasta el 70% de los ejemplares capturados durante la temporada de pesca (FIGURA 5).

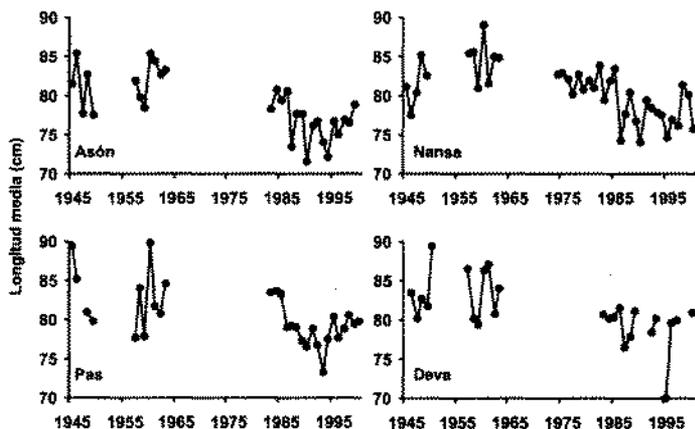


FIGURA 4. Evolución en la longitud media (cm) de los salmones capturados en los ríos de Cantabria, 1945-2000. Se han omitido los años con menos de 10 capturas. FIGURE 4. Mean fork length (cm) of salmon angled in Cantabrian rivers, 1945-2000. Values for years with less than 10 salmon have been omitted.

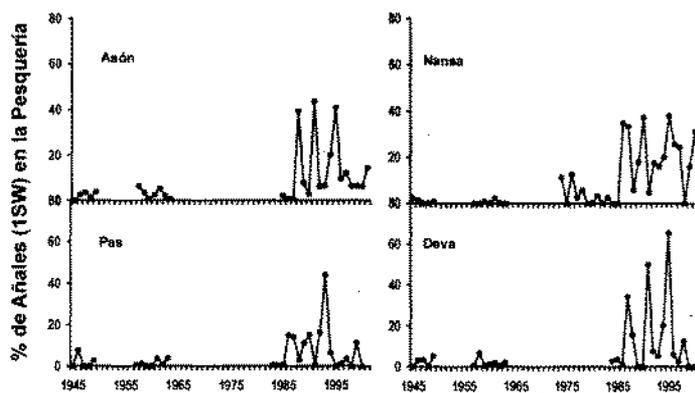


FIGURA 5. Evolución en la incidencia porcentual de afales en la pesquería, 1945-2001. FIGURE 5. Trends in the incidence % of grilse among angled adults, 1945-2001

Los resultados indican así mismo que se ha producido un retraso significativo en el momento de entrada de los salmones al río (FIGURA 6). Así mientras que en la década de los años 40 y 50, se capturaban entre un 23 y un 60% de los salmones durante los meses de Marzo

y Abril, en la década de los 90 dicha componente no sobrepasa el 5-27%, dependiendo de los ríos. En general observamos que el momento de entrada de los salmones se ha retrasado aproximadamente un mes durante los últimos 40 años.

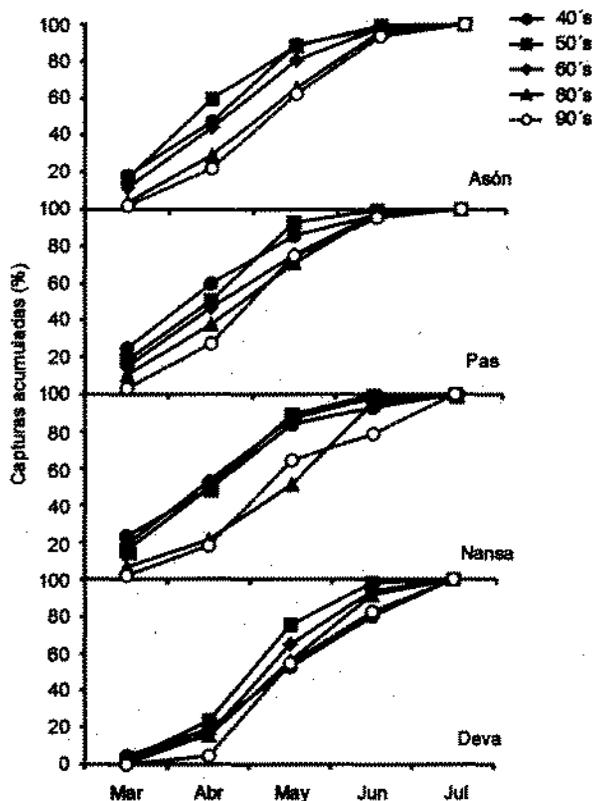


FIGURA 6. Evolución en el mes de captura de los salmones adultos, 1943-2001. Figure 6. Trends in the month of capture of returning adults, 1943-2001

Los salmones de retorno tienen ahora una menor longevidad, un menor tamaño y una menor probabilidad de desovar en años consecutivos, debido probablemente tanto a cambios climáticos en el medio marino como a la sobre-explotación con caña que se ejerce sobre las grandes hembras de primavera, que entran antes en los ríos y resultan más vulnerables que los ejemplares pequeños (GARCÍA DE LEÁNIZ *ET AL.*, 1992). Ello explicaría en parte por qué los salmones son cada vez más pequeños y entran más tarde, entre otras causas porque los ejemplares grandes que entran primero tienen cada vez menos posibilidades de sobrevivir hasta el desove y reproducirse con éxito.

2.3. Distribución espacial y éxito de captura

Otro de los cambios observados en las poblaciones ha sido la reducción en su distribución espacial, detectable tanto en las capturas en la pesquería, como en la distribución de las cammas de freza. Para algunos ríos como el Nansa la reducción observada es consecuencia directa de la construcción de presas infranqueables, mientras que para otros ríos como el Asón (FIGURA 7) se debe posiblemente al menor caudal circulante en la actualidad, que hace que los salmones tengan mayor dificultad para acceder a las cabeceras. Hasta principios de los años 80, el caudal del Asón todavía representaba el 90% de la precipitación recibida en la cuenca, mientras que en el año 2000 representó menos del 60% de la precipitación recibida. Pérdidas hídricas todavía más acusadas pueden observarse en el río Pas, donde el caudal circulante representa hoy en día menos del 40% de la precipitación recibida en la cuenca.

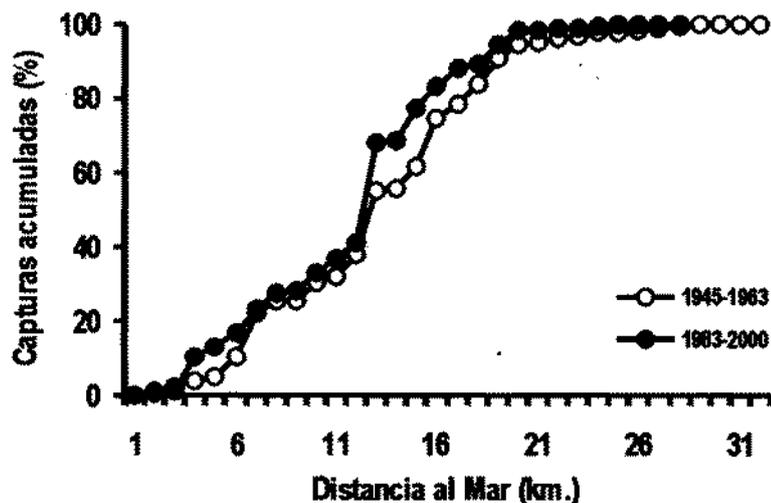


FIGURA 7. Distribución espacial de las capturas de salmón en el río Asón hasta comienzos de la década de los 60's y a partir de 1983. FIGURE 7. Spatial distribution of angling catches in the R. Asón (distance to river mouth), during two periods: 1945-1963 and 1983-2000.

Una de las consecuencias de la mayor dificultad que tienen ahora los adultos para acceder a las partes altas de los ríos es un mayor riesgo de sobre-explotación en la pesquería, agravado por la presencia de azudes cuyo efecto resulta más perjudicial en la actualidad. Por ejemplo, en el río Pas observamos que comparado con la década de los años 50, en la década de los 90 un menor número de pescadores está capturando un mayor porcentaje de salmones (FIGURA 8), debido fundamentalmente a que las capturas se realizan ahora en un menor número de pozos, donde los salmones son cada vez más vulnerables.

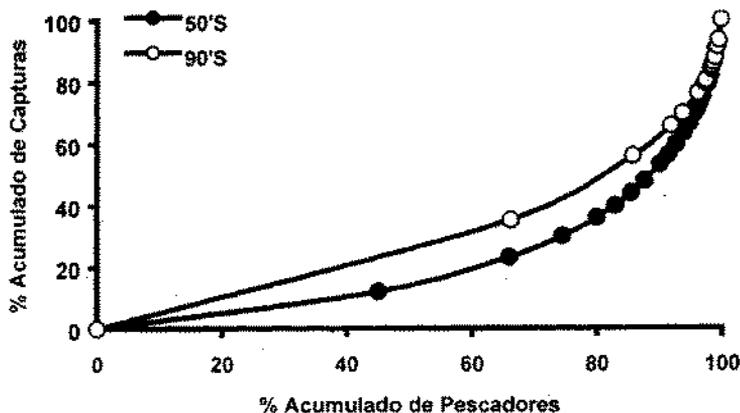


FIGURA 8. Relación entre el porcentaje acumulado de pescadores con éxito y el porcentaje acumulado de capturas para la década de los años 50 y la década de los años 90 en el río Pas. FIGURE 8. Relationship between the cumulative percentage of successful anglers and the cumulative percentage of salmon catches for the River Pas in two different decades, 1950's and 1990's.

2.4. Enfermedades y estado sanitario

Las poblaciones de salmón de Cantabria han sufrido desde comienzos de los años 70 un progresivo deterioro de su estado sanitario, lo que ha dado lugar desde entonces a mortalidades más o menos importantes de adultos, que no llegan por tanto a desovar. Aunque inicialmente se atribuyeron dichas mortalidades a la enfermedad conocida como UDN (CANALES, 1983), la aparición de los primeros salmones enfermos en Cantabria y en otros lugares coincide con las repoblaciones a finales de los años 60 de juveniles infectados con la bacteria *Aeromonas salmonicida*. La primera incidencia importante de ejemplares moribundos y enfermos se detecta en los ríos asturianos en año 1969 (MARTÍN VENTURA, 1988), y al año siguiente (1970) en los ríos de Cantabria (CANALES, 1983). De hecho, la primera detección de *Aeromonas salmonicida* en los salmones y truchas de Cantabria se produce ya en 1974 (DE MIGUEL, 1976).

Desde Diciembre de 1997 se vienen realizando en el Centro Ictiológico de Arredondo diversos análisis y estudios encaminados a determinar el estado sanitario de las poblaciones de salmón, así como a estudiar posibles vías de tratamiento y prevención de algunas de sus enfermedades. Se han realizado hasta la fecha 520 análisis hematológicos, 161 análisis histopatológicos y 81 análisis bacteriológicos de salmones adultos, tanto de ejemplares procedentes de las pesquerías, como de reproductores. Se procede así mismo a vacunar todos los juveniles repoblados en nuestros ríos, y a tratar y vacunar todos los reproductores establecidos con objeto de aumentar la probabilidad de que sobrevivan hasta el desove. Los aná-

los realizados indican que, además de *Aeromonas salmonicida*, existen al menos otras tres bacterias patógenas, un parásito marino y un hongo entre los salmones adultos de Cantabria (TABLA 1). La población con mayor número de patógenos diferentes y mayor incidencia relativa de ejemplares enfermos es la del río Asón, mientras que los salmones del Nansa presentan el menor número de patógenos y la menor incidencia de ejemplares enfermos.

Patógeno / Pathogen	Asón	Pas	Nansa	Deva
<i>Aeromonas hydrophilla</i>	+	+	sd	sd
<i>Aeromonas salmonicida</i>	+	+	-	+
<i>Yersinia ruckeri</i>	+	-	-	+
<i>Photobacterium damsela piscicida</i>	+	-	-	-
<i>Vibrio anguillarum</i>	-	-	-	-
<i>Anisakis simplex</i>	+	+	+	+
<i>Saprolegnia sp.</i>	+	+	+	+

TABLA 1. Detección de diferentes patógenos entre los salmones adultos de Cantabria. TABLE 1. Detection of different pathogens among adults returning to Cantabrian rivers.

Por otra parte, los análisis hematológicos (TABLA 2) indican la presencia de ejemplares con valores extremos de hematocrito, leucocrito, hemoglobina, proteína plasmática y glucosa en sangre, lo que resulta indicativo en algunos casos de un sistema inmune debilitado y de un deficiente estado sanitario. En general, los salmones del Asón vuelven nuevamente a presentar el peor estado sanitario.

Parámetro / Parameter	Asón	Pas	Nansa	Deva
Hematocrito (%)	37.5	41.6	44.1	41.8
Leucocrito (%)	0.72	0.52	0.77	0.33
Hemoglobina (gr/dl)	10.2	11.6	10.8	10.7
Proteína plasmática (µg/ml)	640.6	535.1	—	535.5
Glucosa (mg/dl)	85.3	116.7	—	137.8

TABLA 2. Valores medios de diferentes parámetros hematológicos en los salmones adultos de Cantabria. TABLE 2. Mean values of different hematological parameters among adults returning to Cantabrian rivers.

En general, las mayores mortalidades se han producido en los ríos Asón y Pas, que son los que presentan en la actualidad una peor calidad del agua. En el río Asón, el número de ejemplares moribundos o enfermos constituye en algunos años una parte importante del total de adultos de retorno. Si sumamos la mortalidad por enfermedades a la mortalidad por pesca (FIGURA 9), el número de reproductores que llegan a reproducirse con éxito en este río es muy exiguo en la actualidad.

Además de las mortalidades de adultos ocasionadas por enfermedades infecciosas, desde finales de los años 80 se producen mortalidades de adultos y juveniles en los ríos Pas y Asón debido a los vertidos y a la escasez de caudal circulante durante los meses de estiaje.

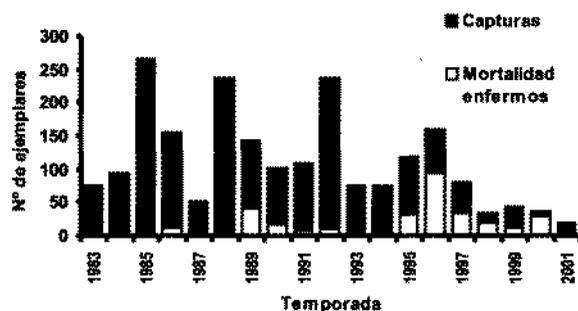


FIGURA 9. Capturas anuales y número de ejemplares encontrados muertos en el río Asón durante el período 1983-2001. FIGURE 9. Annual rod and line catches and number of salmon collected dead from the R. Asón during the period 1983-2001.

3. PRINCIPALES PROBLEMAS Y AMENAZAS

Además de los factores señalados anteriormente, se ha examinado la incidencia de 18 causas de impacto en las cuatro cuencas salmoneras de Cantabria, en un intento de cuantificar el grado de alteración de las poblaciones y del hábitat de la especie (TABLA 3).

Impacto / Disturbance factor	Asón	Pas	Nansa	Deva	Importancia Importance (%)
1. Captación caudal / water abstraction	+++	+++	+++	++	92
2. Variaciones bruscas caudal / rapid flow variations	++	++	+++	+	67
3. Regulación del caudal / flow regulation	+	-	+++	-	33
4. Encauzamientos y escolleras / channelization	++	+++	+	+	58
5. Talas vegetación ripícola / loss riparian vegetation	++	+++	+	+	58
6. Pistas y carreteras / roads & tracks	+++	+++	+	++	75
7. Efluentes urbanos / urban effluents	++	++	+	+	50
8. Efluentes agrícolas/ganaderos / farming effluents	+++	++	++	+++	83
9. Efluentes industriales / industrial effluents	+	+++	-	+	42
10. Incendios y quemas / fires	++	+++	++	+	67
11. Basura y residuos sólidos / rubbish	++	+	+	+	42
12. Minas y canteras / mines & quarries	+	++	-	+	33
13. Puentes/accesos y vados / bridges & fords	++	+++	+	+++	75
14. Piscifactorías / fish hatcheries	+++	+	-	++	50
15. Captura accidental juveniles/ bycatch juveniles	++	++	+	++	58
16. Incidencia de la pesca fluvial / overfishing	+++	++	+	++	67
17. Captura ilegal / poaching	+	++	-	+	33
18. Enfermedades infecciosas / infectious diseases	+++	++	+	++	67
Grado de alteración / Disturbance index (%)	70	72	41	50	

TABLA 3. Importancia en los ríos salmoneros de Cantabria de los diferentes impactos considerados. TABLE 3. Importance of the various disturbance factors for the salmon rivers of Cantabria.

Los resultados indican que las dos cuencas y poblaciones que sufren un mayor grado de alteración son las del Pas y del Asón, que presentan un índice relativo de alteración del 72% y el 70% respectivamente, mientras que las cuencas del Nansa y del Deva presentan valores sustancialmente menores (Nansa: 41%, Deva: 50%).

Aunque existen diferencias entre ríos, los factores de alteración que hemos examinado y que parecen tener un mayor impacto global han sido en primer lugar la captación excesiva de caudal y los efluentes agrícolas y ganaderos, seguido de la presencia de pistas y carreteras demasiado cercanas a los cauces, así como los puentes accesos y vados que cruzan los cauces. Por ríos, los principales causas de alteración son las siguientes:

Asón:

- Captación excesiva de caudal
- Pistas y carreteras a menos de 100 m de los cauces
- Efluentes agrícolas
- Piscifactorías
- Pesca fluvial
- Enfermedades infecciosas

Pas:

- Captación excesiva de caudal
- Encauzamientos y escolleras
- Tala de la vegetación ripícola
- Pistas y carreteras a menos de 100 m de los cauces
- Efluentes industriales
- Incendios y quemas
- Puentes, accesos y vados

Nansa:

- Captación excesiva de caudal
- Variaciones bruscas de caudal
- Regulación hidroeléctrica del caudal
- Presas infranqueables

Deva:

- Efluentes agrícolas y ganaderos
- Puentes, accesos y vados

4. VALORACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

Se ha procedido a valorar por primera vez el estado de conservación y el nivel de amenaza de las poblaciones de salmón en Cantabria. Hemos utilizado para ello la metodología de la UICN (1996) con las recomendaciones a nivel regional (GÄRDENFORS *ET AL.*, 1999), así como el cuestionario de ALLENDORF *ET AL.* (1997) para el salmón del Pacífico, modificado en Europa

por LAIKRE (1999) para las poblaciones de trucha común. Al no poder estimar la probabilidad de extinción, ni el tamaño de la población efectiva por generación (N_e), hemos tenido en cuenta la disminución en las capturas y en las capturas por unidad de esfuerzo, así como la reducción en el área histórica de distribución, y en el número estimado de reproductores. La valoración del estado de conservación se ha completado con una evaluación de las prioridades de conservación según el cuestionario de ALLENDORF ET AL. (1997).

Los resultados (TABLA 4) indican que de las siete cuencas donde se tiene constancia de la presencia histórica del salmón en Cantabria, tres poblaciones (Agüera, Miera, y Saja-Besaya) se encuentran Extintas (Ex), dos poblaciones (Asón y Pas-Pisueña) se encuentran probablemente en Peligro Crítico (CR), y otras dos poblaciones (Nansa y Deva) se encuentran probablemente en Peligro (EN). Globalmente, el salmón en el conjunto de Cantabria estimamos que se encuentra en Peligro (EN), la misma categoría en la que se encuentra la especie en España (DOADRIO, 2001) y en Portugal (VALENTE Y MAIA, este volumen).

Criterio / Criteria	Población / Population						
	Agüera	Asón	Miera	Pas	Saja	Nansa	Deva
1. Probabilidad de extinción Probability of extinction (using PVA)	—	sd	—	sd	—	sd	sd
2. Tamaño de la población efectiva por generación (N_e) Effective population size per generation	Ex	sd	Ex	sd	Ex	sd	sd
3. Tamaño de la población total por generación (N) Total population size per generation	Ex	CR	Ex	CR	Ex	EN	sd
4. Declive de la población Population decline	Ex	CR	Ex	CR	Ex	EN	EN
5. Catástrofes recientes Recent catastrophes	-	CR	-	EN	-	-	EN
Grado de Amenaza Level of Threat	Extinta Extinct	Peligro Crítico Critically Endangered	Extinta Extinct	Peligro Crítico Critically Endangered	Extinta Extinct	En Peligro Endangered	En Peligro Endangered

TABLA 4. Evaluación del nivel de amenaza en las poblaciones de salmón atlántico de Cantabria según la aplicación de los criterios de ALLENDORF ET AL. (1997) y la Lista Roja de la UICN (1996) según la modificación de LAIKRE (1999). sd: datos insuficientes; Ex: extinta; CR: cumple el criterio de en peligro crítico; EN: cumple el criterio de en peligro. TABLE 4. Assessment of the level of threat for Cantabrian Atlantic salmon populations according to the criteria of ALLENDORF ET AL. (1997), IUCN Red List (1996) and modifications by LAIKRE (1999). sd: insufficient data; Ex: Extinct; CR: meets critically endangered criteria; EN: meets endangered criteria.

Las poblaciones más amenazadas de Cantabria son las del Asón y el Pas-Pisueña, que estimamos se encuentran en Peligro Crítico de Extinción y cuyo hábitat se encuentra más alterado. Al ser éstas además las poblaciones que muestran mayor prioridad de conservación (TABLA 5), juzgamos que necesitan de medidas urgentes de protección, que pasan necesariamente por redactar un plan específico de conservación y recuperación del hábitat (DODSON ET AL., 1998), y por adoptar una serie de medidas encaminadas a reducir o eliminar las principales causas de mortalidad (TABLA 6), incluyendo el cese de la explotación durante tres generaciones o hasta que se alcance el tamaño mínimo viable de la población (TABLA 7).

En cuanto a las poblaciones de los ríos Nansa y Deva, estimamos que se encuentran en Peligro de Extinción, y aunque tanto las poblaciones como su hábitat se encuentran menos alterados, precisan así mismo de un Plan urgente de Conservación, que pasa así mismo por reducir o eliminar las principales causas de mortalidad (TABLA 6) y fijar un cupo máximo anual de capturas en función del número de adultos de retorno (TABLA 7).

Por último, los intentos de fundar nuevas poblaciones de salmón en los ríos Agüera y Miera, donde las poblaciones históricas se dan por extintas, pasan necesariamente por continuar con la introducción de ejemplares de otras cuencas y proporcionar tanto a los juveniles como a los adultos un marco estricto de protección.

Estado de Conservación Conservation Status	Prioridad de Conservación (puntuación) Conservation priority (score)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
En Peligro crítico (CR) Critically endangered											Asón Pas
En Peligro (EN) Endangered											Nansa Deva
Vulnerable Vulnerable											
Sin clasificar Not classified											

TABLA 5. Estado de conservación y prioridad de conservación de las poblaciones actuales de salmón Atlántico en Cantabria según el cuestionario de ALLENDORF ET AL. (1997). TABLE 5. Conservation status and conservation priority of Cantabrian Atlantic salmon populations according to the questionnaire of ALLENDORF ET AL. (1997).

Factor Limitante / Limiting factor	Medidas recomendadas / Recommended actions
Escasa accesibilidad / Low accessibility	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eliminar obstáculos limitantes fuera de uso 2. Construir pasos para peces eficaces 3. Reintroducir la especie en su área histórica de distribución
Contaminación del agua / Water pollution	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construir estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) 2. Reducir la contaminación difusa de origen agrícola y ganadero 3. Garantizar caudales circulantes adecuados 4. Controlar y vigilar el uso y vertido de plaguicidas y sustancias nocivas 5. Mantener franjas verdes de vegetación ripícola
Degradación del hábitat / Habitat degradation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proteger estrictamente la vegetación de ribera 2. Evitar pistas y carreteras dentro del DPH y del área de policía (100 m) 3. Poner fin a la construcción de encauzamientos y esolleras 4. Prohibir la extracción de áridos 5. Limitar el desarrollo de canteras dentro de la zona de policía 6. Evitar el paso indiscriminado de ganado y maquinaria por los cauces 7. Evitar las explotaciones forestales dentro del área de policía
Captación de agua / Water abstraction	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fijar y garantizar caudales ecológicos adecuados 2. Revisar las concesiones de los aprovechamientos existentes 3. Adoptar técnicas de reciclado y ahorro del agua 4. Restituir el caudal tan cerca como sea posible del punto de captación
Explotación / Exploitation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar medidas legales de protección para la especie 2. Subordinar la explotación al número requerido de reproductores 3. Implantar técnicas de seguimiento y control anual de las poblaciones 4. Establecer reservas de freza y alevinaje
Enfermedades y parásitos Diseases and parasites	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar técnicas para la detección rápida de procesos infecciosos 2. Evaluar sistemáticamente el estado sanitario de las poblaciones 3. Controlar rigurosamente las instalaciones piscícolas 4. Continuar las campañas de vacunación

TABLA 6. Factores limitantes y principales medidas recomendadas de conservación para el salmón en Cantabria. TABLE 6. Limiting factors and suggested guidelines for the conservation of Atlantic salmon in Cantabria.

Población Population	Estado de conservación Conservation status	Tendencia Trend	Criterios de Explotación Exploitation criteria
Asón	En Peligro Crítico	Acusado declive	Cese de la explotación durante al menos 3 generaciones (9 años) o mientras no se alcance el tamaño mínimo viable de la población
Pas	En Peligro Crítico	Acusado declive	Cese de la explotación durante al menos 3 generaciones (9 años) o mientras no se alcance el tamaño mínimo viable de la población
Nansa	En Peligro	Estable	Fijar cupos máximos de capturas anuales en función del número de adultos de retorno
Deva	En Peligro	En declive	Fijar cupos máximos de capturas anuales en función del número de adultos de retorno
Agüera	Extinta (reintroducida en 1998)	—	Posponer la explotación hasta que no se alcance una población estable
Miera	Extinta (reintroducida en 1998)	—	Posponer la explotación hasta que no se alcance una población estable

TABLA 7. Criterios recomendados para la explotación del salmón en los ríos de Cantabria. TABLE 7. Suggested criteria for the exploitation of Atlantic salmon in Cantabria.

5. PROGRAMA DE RECUPERACIÓN Y LÍNEAS DE TRABAJO

Con objeto de paliar la regresión del salmón en Cantabria, la Dirección General de Montes y Conservación de la Naturaleza comenzó en 1996 un plan específico de Recuperación del Salmón desde el Centro Ictiológico de Arredondo, cuyas instalaciones fueron objeto de varias reformas y ampliaciones. Las principales líneas de trabajo del Plan de Recuperación incluyen:

- (1) el establecimiento de un programa de cría en cautividad
- (2) la mejora de la accesibilidad en las cuencas salmoneras
- (3) la caracterización genética y otras líneas de investigación, y
- (4) la divulgación y educación ambiental.

5.1. Programa de Cría en Cautividad

El Programa de cría en cautividad del Salmón en Cantabria se basa en la producción en el Centro Ictiológico de Arredondo de juveniles de las cuatro cuencas salmoneras (Asón, Pas, Nansa y Deva) y su posterior vacunación, marcado y repoblación en los ríos de origen de los

parentales, tal y como se muestra esquemáticamente en la FIGURA 10. Los gametos se obtienen de cuatro fuentes diferentes: de la captura de reproductores salvajes, de la recuperación de zancadas, del acondicionamiento de pintos en agua dulce hasta su maduración sexual (ejemplares holobióticos), y de un banco de genes.

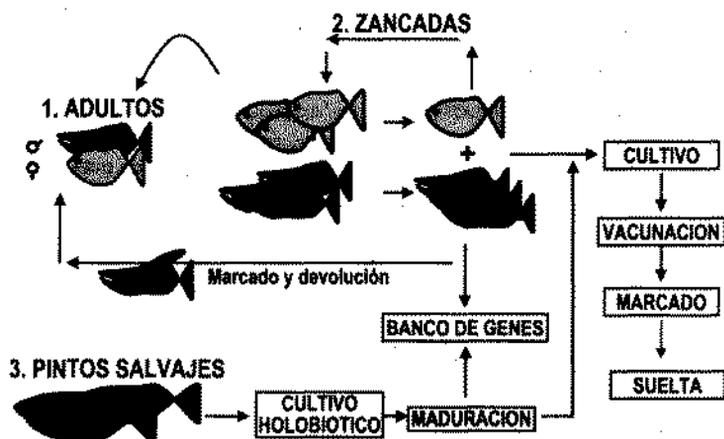


FIGURA 10. Diagrama esquemático del Programa de Cría en Cautividad del Salmón en Cantabria, desarrollado en el Centro Ictológico de Arredondo. FIGURE 10. Schematic diagram of the artificial rearing programme for Atlantic salmon in Cantabria, developed at the Centro Ictológico de Arredondo.

Hasta el año 1988 las repoblaciones en Cantabria se efectuaron con stocks extranjeros, principalmente de Escocia. Estudios genéticos posteriores demostraron que la supervivencia de estos stocks extranjeros era muy baja (VERSPoor ET AL., 1988; GARCÍA DE LEÁNIZ ET AL., 1989; VERSPoor Y GARCÍA DE LEÁNIZ, 1997), por lo que en la actualidad sólo se repuebla con juveniles autóctonos, habiéndose además abandonado las repoblaciones con huevos y alevines, en favor de la suelta de juveniles con un mayor grado de desarrollo (pintos de otoño y pre-esguines) y tasas más altas de supervivencia. Desde que comenzó el programa de recuperación en 1996 el nivel de repoblaciones anuales ha ido aumentando (FIGURA 11), esperándose superar los 150000 pintos autóctonos durante el presente año de 2001.

La puesta a punto y mejora en las técnicas de recuperación de zancadas (FIGURA 12) ha permitido ir disminuyendo progresivamente la necesidad de capturar reproductores salvajes todos los años. En la actualidad, un 40-50% de los juveniles producidos provienen de la recuperación de zancadas, y un 5% del acondicionamiento y maduración sexual de pintos holobióticos en agua dulce. Para aumentar la variabilidad genética de los juveniles obtenidos, todos los parentales son marcados individualmente con marcas PIT y se realiza un screening genético previo antes de realizar los cruces.

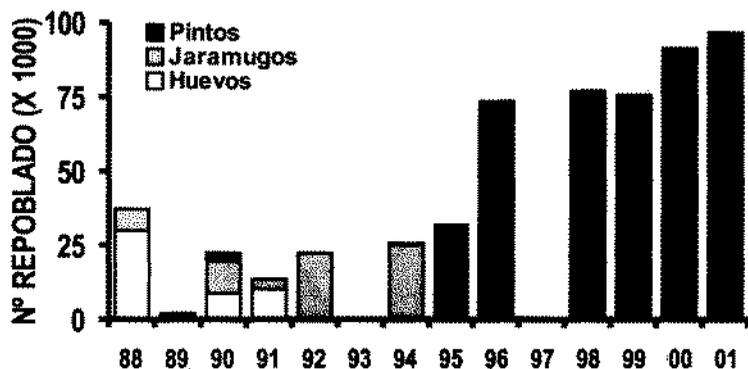


FIGURA 11. Repoblaciones con juveniles autóctonos en Cantabria, 1988-2001. Las repoblaciones de 2001 no están todavía completas. FIGURE 11. Yearly stocking effort with native juveniles in Cantabrian streams. Data for 2001 is incomplete.

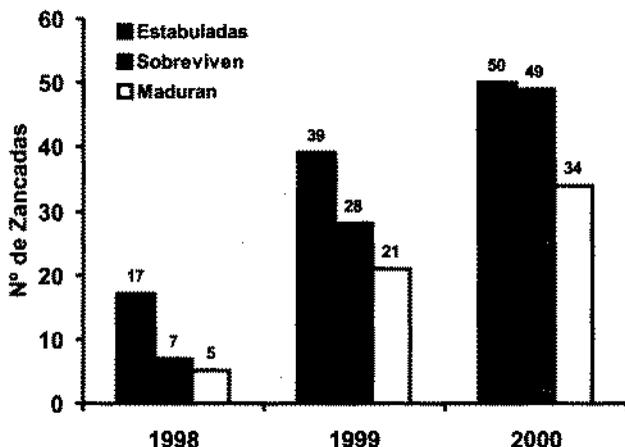


FIGURA 12. Recuperación de hembras zancadas en el Centro Ictológico de Arredondo. FIGURE 12. Female kelt reconditioning at the Centro Ictológico de Arredondo (black bars: no. of new kelts held each year; grey bars: no. of kelts that survive to the following year; white bars: no. of kelts that mature).

Los juveniles son todos micro-marcados y vacunados contra tres enfermedades infecciosas antes de proceder a las sueltas. Los primeros retornos de adultos vacunados indican que las vacunas empleadas aumentan significativamente la probabilidad de que los adultos sobrevivan hasta el desove.

El número de recapturas hasta la fecha es de 184 ejemplares en el río frente a 17 ejemplares en el mar. Las recapturas en el mar se han producido en la costa norte de Escocia (1 ejemplar) y en la costa oeste de Irlanda (16 ejemplares; FIGURA 13).

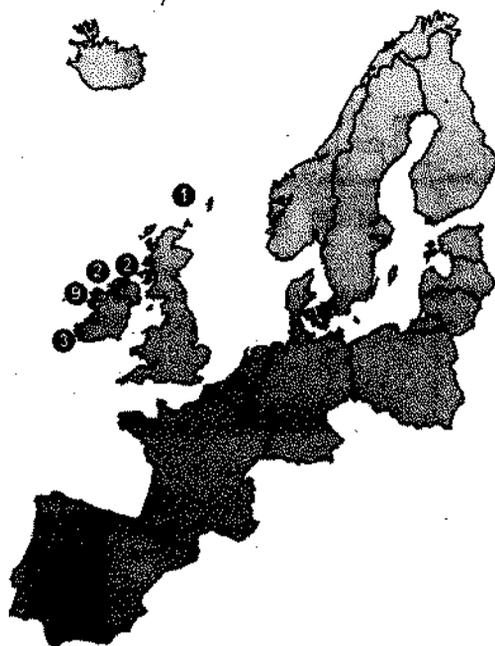


FIGURA 13. Recapturas en el mar de salmónes micro-marcados y repoblados como juveniles en los ríos de Cantabria. FIGURE 13. Recaptures at sea of salmon micro-tagged and stocked as juveniles in the rivers of Cantabria.

Las tasas de recaptura en el río para los juveniles marcados correspondientes a las cohortes 1995-1997, aquellas de las que se dispone de datos completos, han variado entre el 0 y el 0.35% (valor medio = 0.09%; FIGURA 14). Tasas mayores de recaptura, hasta del 0.7%, se han obtenido posteriormente para la cohorte de 1998, incluso considerando que todavía se trata de una cohorte sin datos completos (FIGURA 15).

La incidencia observada de añales ha oscilado entre el 0% y el 100% entre los diferentes lotes repoblados, obteniéndose un valor medio del 43%. Dicha tasa de añales resulta similar a la observada durante los últimos años entre los adultos controlados procedentes del desove natural de las mismas cohortes.

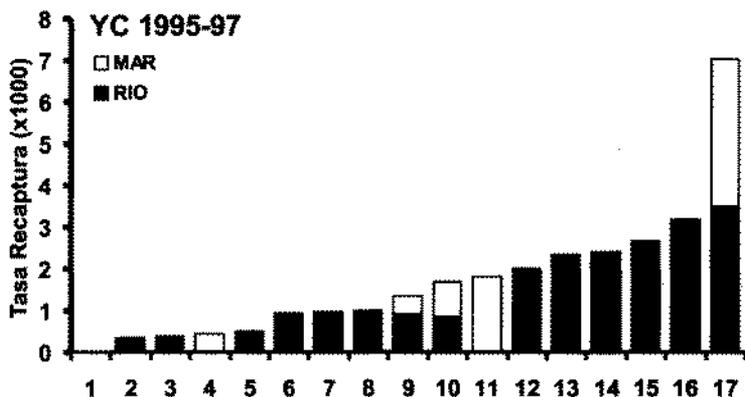


FIGURA 14. Tasas de recaptura como adultos en el mar y en el río de los 17 lotes de juveniles micro-marcados correspondientes a las cohortes 1995-97. FIGURE 14. Recapture rates of 17 batches of microtagged juveniles corresponding to the 1995-97 year classes (open bars: recaptures at sea; solid bars: recaptures in home rivers).

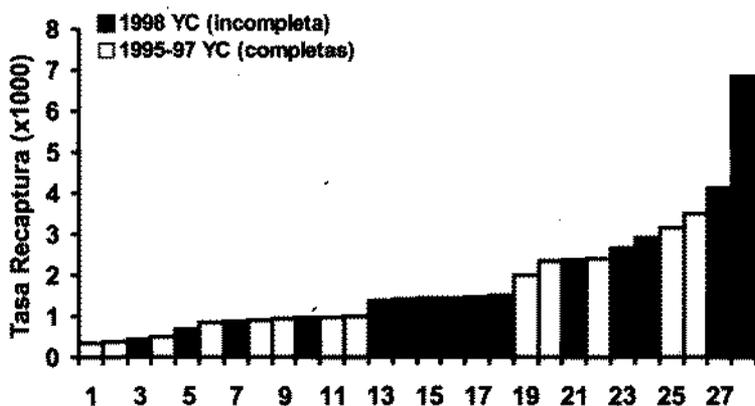


FIGURA 15. Tasas de recaptura como adultos en el río de los 28 lotes de juveniles micro-marcados y recapturados hasta la fecha correspondientes a las cohortes 1995-97 y 1998 (incompleta). FIGURE 15. Recapture rates in home rivers of 28 batches of microtagged juveniles corresponding to the 1995-97 year classes (open bars) and 1998 year class (grey bars; incomplete data).

Por otra parte, la incidencia observada de ejemplares de repoblación entre el total de adultos controlados ha aumentado desde el 2.1% en 1997 hasta el 25.7% en el año 2000 (FIGURA 16), si bien existen diferencias importantes entre ríos y cohortes.

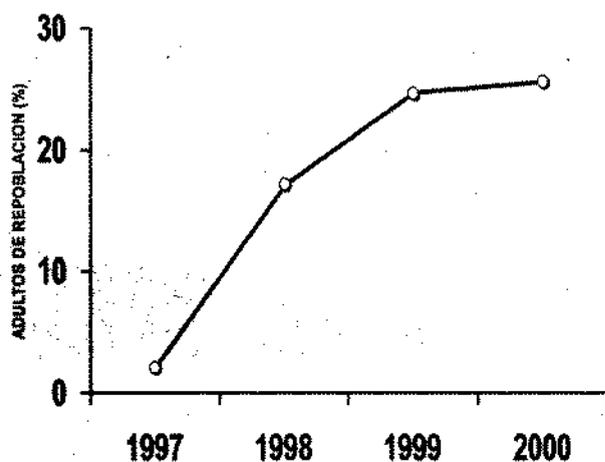


FIGURA 16. Incidencia (%) observada de ejemplares marcados de repoblación entre el total de adultos de salmón controlados cada año en Cantabria. FIGURE 16. Observed incidence (%) of stocked (marked) salmon among returning adults in Cantabria.

Del análisis de las recapturas de ejemplares micro-marcados en los ríos Asón, Pas, y Nansa se desprende que el 91% de los ejemplares recapturados volvieron al río de origen (TABLA 8). Ello sugiere que la impronta que determina la fidelidad de retorno se produce cuando los juveniles esguinan en primavera, dado que la fidelidad es igualmente alta en el caso de los juveniles del Asón (cultivados en Arredondo con agua del Asón), como en el caso de los juveniles del Pas y el Nansa, que también nacieron y se cultivaron hasta el otoño con agua del Asón.

	RÍO de RECAPTURA				Fidelidad
	Asón	Pas	Nansa		
Asón	14		●	93%	
Pas		51	●	86%	
Nansa		●	41	95%	
Inmigración	0%	4%	18%	9%	91%

Recapturas micro-marcado (n=117)

TABLA 8. Río de origen y río de recaptura de 117 ejemplares micro-marcados y repoblados como juveniles en tres ríos de Cantabria. TABLE 8. River of origin and river of recapture of 117 microtagged salmon stocked as juveniles in three Cantabrian rivers.

De los datos obtenidos es posible así mismo comenzar a estimar el intercambio de reproductores marcados entre los diferentes ríos: un 7% de los reproductores marcados del Asón y un 13% de los reproductores del Pas retornaron al Nansa, mientras que un 5% de los reproductores del Nansa retornaron al Pas. Ello indica, al menos para los ejemplares repoblados, que existe un cierto flujo de reproductores entre las distintas poblaciones.

5.2. Mejora de la accesibilidad en las cuencas salmoneras

El Programa de Mejora de la Accesibilidad comenzó en el año 1998 con la inventariación de la totalidad de los obstáculos existentes en las cuencas salmoneras, como paso previo a la elaboración de un plan de trabajo encaminado a mejorar la accesibilidad para el salmón y otras especies migradoras. Se recabó luego información sobre el estado concesional de los azudes y se redactaron proyectos de obra, tanto para la demolición de aquellos azudes carentes de concesión como para la construcción de pasos para peces.

Las primeras obras, completadas en la cuenca del Asón, han consistido en la demolición de 5 azudes carentes de concesión y con alturas comprendidas entre 0.60 y 6.5 m. Los primeros resultados de estas actuaciones se pudieron comprobar ya durante el invierno del año 2000, en el que se detectaron desoves de salmón en el río Gándara, aguas arriba de uno de los obstáculos eliminados.

Además de la eliminación de obstáculos, se ha construido un paso tipo Denil de dos rampas en la presa de Marrón y se está finalizando la construcción de otro paso Denil de tres rampas en la presa de Batuerto. Este último paso irá además dotado de un contador automático de salmones que ayudará a estimar el tamaño anual de la población de reproductores. El programa de mejora de la accesibilidad en la cuenca del Asón se espera completar con la construcción de dos pasos más, que cuentan ya con proyectos de obra aprobados.

5.3. Proyectos de investigación

Las principales líneas de investigación que se desarrollan en el Centro Ictiológico dentro del Programa de Recuperación incluyen, además de la evaluación del estado de las poblaciones, la caracterización genética (FIGURA 17), el diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas, y la evaluación del efecto de la depredación y otras causas de mortalidad.

En este sentido, el Centro participa o ha participado en diversos proyectos de investigación con otros centros españoles y europeos:

- Acción Concertada Hispano-Británica (MEC/British Council) con el Marine Laboratory (Escocia) para el estudio de las adaptaciones locales mediante marcadores moleculares.
- Convenio de Investigación con la U. de Cantabria para el "Estudio ecológico genético de los salmónidos de la cueva del Mirón a partir de restos fósiles"

- Convenio de Investigación con el Centre for Ecology and Hydrology (Reino Unido) para el "Estudio de viabilidad de la reintroducción de la Nutria europea en las cuencas Orientales de Cantabria"
- Proyecto REDCAFE de la Unión Europea para la "Evaluación del efecto del cormorán en las pesquerías continentales"
- Proyecto SALGEN de la Unión Europea para la "Revisión genética de las poblaciones de salmón Europeas para la Mejora de los Programas de Conservación".

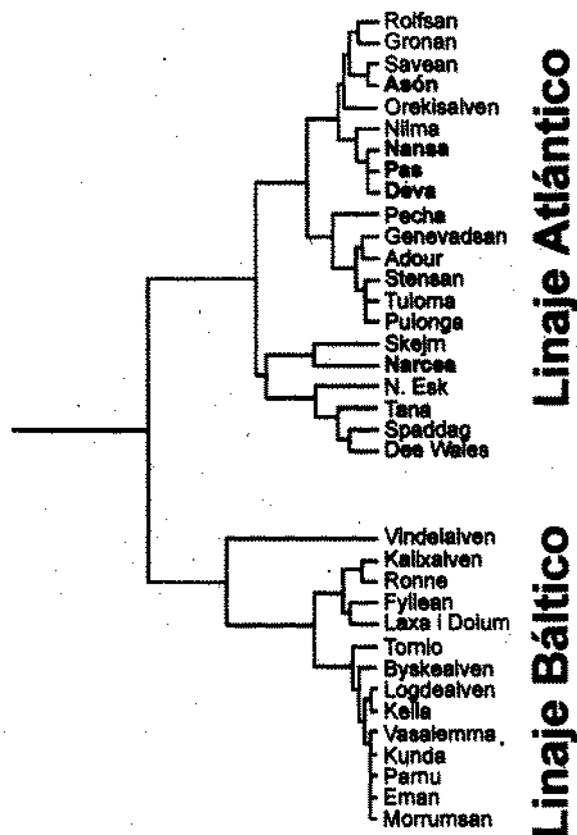


FIGURA 17. Relación filogenética a nivel del ADN mitocondrial entre las cuatro poblaciones de salmón de Cantabria (CONSUEGRA ET AL., en revisión) y otras poblaciones de salmón europeas encuadradas dentro de los linajes Atlántico y Báltico (VERSPoor ET AL., 1999; NILSSON ET AL., 2001). FIGURE 17. Phylogenetic mtDNA relationship between the four Cantabrian salmon populations (CONSUEGRA ET AL., submitted) and other European populations within the Atlantic and Baltic lineages (VERSPoor ET AL., 1999; NILSSON ET AL., 2001).

5.4. Divulgación y Educación Ambiental

Los trabajos de recuperación del salmón en Cantabria se complementan con un Programa de Divulgación y Educación Ambiental que incluye, además de las visitas al Centro Ictiológico por parte de centros escolares y público en general, la creación de una página web (<http://ictioarrendondo.cjb.net>), la edición de diverso material informativo, la organización de cursos y seminarios y la realización de prácticas tuteladas por parte de estudiantes de diversos centros educativos.

Como soporte al programa de educación ambiental, se ha finalizado recientemente la construcción de un "fluviarium" y de un arroyo artificial que permitirán recrear a escala muchas de las condiciones de un río y observar y estudiar los salmones y otras especies piscícolas de los ríos de Cantabria en su medio natural.

6. CONCLUSIONES

Aunque los primeros resultados del Programa de Recuperación del Salmón en Cantabria, iniciado en 1996, parecen haber conseguido aumentar el número de adultos de retorno mediante la repoblación de juveniles autóctonos criados en cautividad, la situación de las poblaciones naturales continua siendo extremadamente delicada, tal y como se desprende de las evaluaciones y estudios realizados. El mantenimiento de poblaciones naturales pasa necesariamente por aumentar el número de reproductores salvajes y reducir, en la medida de lo posible, las principales causas de mortalidad. En este sentido, la protección y restauración del hábitat, la depuración de las aguas, el mantenimiento de caudales circulantes adecuados y el aumento del área de distribución, se perfilan como los principales retos para la conservación de la especie durante las próximas décadas.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los Agentes del Medio Natural de la Comunidad Autónoma de Cantabria y a los estudiantes en prácticas del Instituto de Heras y de las Universidades de Londres, Salamanca, Valladolid y Navarra por su ayuda en la recogida de muestras y la obtención de datos, así como a las Sociedades de Pesca por su apoyo al Programa.

REFERENCIAS

- ALLENDORF, F.W., BAYLES, D., BOTTOM, D.L., CURREN, K.P., FRISSELL, C.A., HANKIN, D., LICHTOWICH, J.A., NEHLSSEN, W., TROTTER, P.C. Y WILLIAM, T.H. (1997). Prioritizing Pacific salmon stocks for conservation. *Conservation Biology* 11, 140-152.
- BIELAK, A.T. Y POWER, G. (1988). Catch records. Facts or myths ?. En D. Mills y D. Piggins (Eds.) *The Atlantic Salmon: Planning for the Future*. Capítulo 13: pp. 235-255. Croom Helm and Timber Press, London.
- CAMINO, E. (1925). *Ríos del Norte de España*. Aldus Artes Gráficas, Santander, 70 pp.
- CAMINO, E. (1927). *Riquezas Naturales de España. Los Salmones*. Aldus Artes Gráficas, Santander, 78 pp.
- CAMINO, E. (1940). *El Salmón, Fuente de Riqueza*. Publicaciones de la Dirección General de Turismo, Madrid, 74 pp.
- CAMINO, E. (1945). *La Riqueza Piscícola de los Ríos del Norte de España*. Publicaciones de la Dirección General de Turismo, Madrid, 84 pp.
- CANALES, J. (1983). El salmón: un poco de historia. *Anal. Inst. Est. Agropecuarios* 5, 139-151.
- DE FOXÁ, J. (1952). Bromas de río y moraleja en serio. *Montes* 48, 397-399.
- DE MIGUEL, A. (1976). *Aeromonas salmonicida* en los ríos de Santander. *Anal. Inst. Est. Agropecuarios* 2, 213-223.
- DOADRIO, I. (ED.) (2001). *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid, 364 pp.
- DODSON, J., GIBSON, J., CUNJAK, R., FRIEDLAND, K., GARCÍA DE LEÁNIZ, C., GROSS, M., NEWBURY, R., NIELSEN, J., POWER, M. Y ROY, S. (1998). Elements in the development of conservation plans for Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55 (Suppl. 1), 312-323.
- DUNFIELD, R.W. (1985). The Atlantic salmon in the history of North America. *Can. Sp. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 80, 181 pp.
- GARCÍA DE LEÁNIZ, C., HAWKINS, T., HAY, D. Y MARTINEZ, J.J. (1987). *The Atlantic Salmon in Spain*. The Atlantic Salmon Trust, Pitlochry, 28 pp.
- GARCÍA DE LEÁNIZ, C. Y MARTINEZ, J.J. (1988). The Atlantic Salmon in Spain with particular reference to Cantabria. En D. Mills y D. Piggins (Eds.) *The Atlantic Salmon: Planning for the Future*. Capítulo 10: pp. 179-208. Croom Helm and Timber Press, London.
- GARCÍA DE LEÁNIZ, C. Y VERSPOOR, E. (1989). Natural hybridization between Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in northern Spain. *J. Fish Biology* 34, 41-46.
- GARCÍA DE LEÁNIZ, C., VERSPOOR, E. Y HAWKINS, A.D. (1989). Genetic determination of the contribution of stocked and wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., to the angling fisheries in two Spanish rivers. *J. Fish Biology* 35 (Suppl. A), 261-270.

- GARCÍA DE LEÁNIZ, C., CABALLERO, P., VALERO, E., MARTÍNEZ, J.J. Y HAWKINS, A.D. (1992). Historical changes in some Spanish Atlantic salmon, *Salmo salar* L., rod and line fisheries: why are large multi-seawinter fish becoming scarcer? (Abstract) *J. Fish Biology* **41** (Suppl. B), 179
- GÄRDENFORS, U., RODRÍGUEZ, J.P., HILTON-TAYLOR, C., HISLOP, C., MACE, G., MOLUR, S. Y POSS, S. (1999). Draft guidelines for the application of IUCN Red List Criteria at national and regional levels. *Species* **31-32**, 58-70.
- IUCN. (1996). The IUCN Red List of Threatened Animals. IUCN, Cambridge, 448 pp.
- JUSÚE MENDICOUAGUE, P. (1953). *Las Regalías Salmoneras. Noticias Históricas sobre la Pesca del Salmón en Cantabria*. Aldus S.A. Artes Gráficas, Santander, 606 pp.
- LAIKRE, L. (ED.). (1999). Conservation Genetic Management of Brown Trout (*Salmo trutta*) in Europe. Report by the Concerted Action on identification, management and exploitation of genetic resources in the brown trout (*Salmo trutta*), EU FAIR CT97-3882, 91 pp.
- MADDOZ, P. (1845-1850). Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico (Santander). Edición facsímil (1995), Ediciones Estudio, Santander, 314 pp.
- MARTÍN VENTURA, J.A. (1988). The Atlantic salmon in Asturias, Spain: analysis of catches, 1985-86. Inventory of juvenile densities. En D. Mills y D. Piggins (eds.) *The Atlantic Salmon: Planning for the Future*. Capítulo 11: pp. 210-227. Croom Helm and Timber Press, London.
- MCCRIMMON, H.R. Y GOTS, B.L. (1979). World distribution of Atlantic salmon, *Salmo salar*. *J. Fish. Res. Bd. Can.* **36**, 422-457.
- NILSSON J., GROSS R., ASPLUND T. ET AL. (2001) Matrilinear phylogeography of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Europe and post-glacial colonization of the Baltic Sea area. *Molecular Ecology* **10**, 89-102.
- PARDO, L. (1931). Algunas cifras estadísticas sobre la producción salmonera en España. *Boi. Pesca y Caza* Tomo III, nº 5, Mayo 1931.
- SAINZ DÍAZ, V. (1986). *Notas Históricas sobre la Villa de San Vicente de la Barquera*. Ediciones Estudio, Santander, 693 pp.
- VERSPOOR, E., GARCÍA DE LEÁNIZ, C. Y HAWKINS, A.D. (1988). A preliminary genetic assessment of stocking on Spanish Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations. ICES CM 1988/M:19.
- VERSPOOR, E. Y GARCÍA DE LEÁNIZ, C. (1997). Stocking success of Scottish Atlantic salmon in two Spanish rivers. *J. Fish Biology* **51**, 1265-1269.
- VERSPOOR, E., MCCARTHY, E.M., KNOX, D., BOURKE, E. Y CROSS, T.F. (1999). The phylogeography of European Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) based on RFLP analysis of the ND1/16sRNA region of the mtDNA. *Biological Journal of the Linnean Society* **68**, 129-146.