



## CAPÍTULO VIII

# PLAN DE RECUPERACIÓN DEL SALMÓN ATLÁNTICO (*Salmo salar* L.) EN EL RÍO BIDASOA (NAVARRA). PRIMEROS RESULTADOS

J. Álvarez, M. Lamuela y E. Castián

### 1. INTRODUCCIÓN

En el área de distribución natural del Salmón Atlántico (*Salmo salar* L.), las poblaciones de muchos ríos, tanto europeos como americanos, han visto disminuir sus efectivos de manera alarmante a lo largo de este siglo (R.A.S.A., 1983; VIBERT, 1983). Un reflejo de esta disminución ha sido el descenso de las capturas anuales en la pesca fluvial. Aunque las causas de esta regresión son muy diversas, la degradación de los cauces y la interrupción del libre acceso a las zonas de freza aparecen, con frecuencia, como determinantes en el proceso de disminución de los *stocks* (VIBERT, 1983).

La importancia socioeconómica del salmón y el hecho de haberse convertido en una especie emblemática dentro de la ictiofauna de los ríos, indicadora de un grado de calidad y conservación elevados, ha llevado a los Organismos Públicos responsables de muchas de las cuencas afectadas a emprender programas de recuperación de las poblaciones salmoneras en numerosos ríos de diversos países. Es el caso, por ejemplo, del río Connecticut (JONES, 1986) en EE.UU., río La Jacques-Cartier (FRENETTE *et al.*, 1986) en Canadá, La Nivelles (DUMAS, 1983), el río Elorn (PROUZET y TOUZERY, 1980), La Dordogne (DUMAS, 1982) o el Orne (RICHARD, 1987) en Francia. Los primeros frutos de estos planes de recuperación se han ido haciendo patentes a lo largo de los años posteriores y evidencian una gran disparidad de resultados entre unos y otros.

### 2. EL RÍO BIDASOA

El Bidasoa es el río cantábrico más oriental de la Península Ibérica (Figura 8.1.). Su cuenca de recepción ocupa una superficie aproximada de 700 Km.<sup>2</sup>, de los que 641 Km.<sup>2</sup> pertenecen a la Comunidad Foral de Navarra. Como todos los ríos cantábricos, se caracteriza por su corta longitud y pendiente fuerte. Nace en los montes de Baztán (Navarra) y tras 69 kilómetros de recorrido desemboca en el mar Cantábrico en la localidad guipuzcoana de Fuenterrabía. Sus 10 kilómetros finales, desde el término de Enderlaza, transcurren por tierras de Guipúzcoa, donde adquiere carácter internacional y delimita la frontera con Francia.

El régimen hidrológico es de tipo pluvial-oceánico y se caracteriza por abundantes precipitaciones que oscilan entre los 1.600 y 2.000 mm. anuales; la aportación media anual es de 904 Hm.<sup>3</sup> lo que representa un módulo interanual de 28.67 m.<sup>3</sup>/s. Los caudales máximos discurren entre noviembre y abril y el estiaje queda reducido a unos 80 días al año, entre los meses de julio y septiembre (Figura 8.2.).

En general, la calidad del agua es buena a lo largo de todo su recorrido; sin embargo, existen 9 presas en los 33 km. finales del río en Navarra que vehiculan la mayor parte del caudal hacia las centrales hidroeléctricas y originan un déficit importante de agua en el cauce, sobre todo en los meses de verano, con la consiguiente pérdida de superficie productiva.

### 3. SITUACIÓN DEL SALMÓN EN EL BIDASOA

Al analizar la evolución que ha sufrido el salmón del Bidasoa a lo largo del último siglo se pone de manifiesto:

1. Una disminución de los efectivos poblacionales que se refleja en una caída progresiva de las capturas anuales (no se superan las 1.000 capturas desde 1905, no se llega a 500 desde 1944, ni a 100 desde 1975). En los últimos 30 años el proceso conduce hacia una población residual con peligro de extinción (Figura 8.3.).
2. Un retraimiento de la población hacia el curso inferior del río. El salmón, dado el escaso caudal del río, el elevado número de presas y obstáculos a salvar y el descenso del *stock* reproductor, tiende a

ocupar los frezaderos del curso bajo y no remonta el Bidasoa hacia las zonas de producción de la cabecera y curso medio. La población ha quedado relegada a los 20 kilómetros finales de río y prueba de ello es que hace más de 20 años que no se pesca salmón en los pozos situados aguas arriba de Bera.

3. Una disminución del peso medio de los salmones (Figura 8.4.) que, al menos en los últimos años, está en relación con una mayor presencia de añales en la estructura de edad de la población, en detrimento de los salmones de primavera y salmones de invierno.

A partir de 1980 la entrada en funcionamiento de la estación de captura de Bera de Bidasoa (a 17 Km. del mar) permite hacer una aproximación al tamaño de la población salmonera del Bidasoa (Figura 8.5.). Teniendo en cuenta la pesca deportiva y las capturas de la nasa, se puede pensar que el *stock* de salmón que ha remontado el Bidasoa en la década pasada ha oscilado entre 50 y 300 salmones anuales. Al final de los años ochenta la situación por la que atraviesa el recurso salmón revela que:

FIGURA 8.1. Localización geográfica del río Bidasoa (Navarra).

FIGURE 8.1. *Geographic location of the river Bidasoa (Navarra).*

FIGURA 8.2. Variaciones mensuales del caudal en el río Bidasoa. La línea horizontal indica la posición del caudal medio anual.

FIGURE 8.2. *Monthly variations of the discharge in the river Bidasoa. The horizontal line shows the position of the mean annual discharge.*

FIGURA 8.3. Evolución de las capturas de salmón en el río Bidasoa en las temporadas de pesca deportiva del período 1955 a 1989.

FIGURE 8.3. *Annual variation of salmon catches in the river Bidasoa during the sport fishery seasons for the period from 1955 to 1989.*

FIGURA 8.4. Evolución del peso individual medio de los salmones en las capturas del período 1971-1992.

FIGURE 8.4. *Evolution of the mean weight of salmon caught during the period 1971-1992.*

FIGURA 8.5. Capturas totales anuales de salmón en el río Bidasoa, en el período comprendido entre los años 1980 y 1992.

FIGURE 8.5. *Total annual catches of Atlantic salmon in the river Bidasoa, in the period between 1980 and 1992.*

1. Las capturas por pesca deportiva han disminuido notablemente, llegando a 0 capturas en 1982.
2. El *stock* de reproductores no alcanza, en el mejor de los años, los 300 salmones.
3. Dentro de lo exiguo de la población y de las capturas deportivas, cada año se pescan una proporción importante de salmones de 2 inviernos de mar (2IM), retrayéndolos del ya de por sí menguado *stock* reproductor y favoreciendo a los reproductores añales (1IM) que remontan el río más tarde (Tabla 8.1.).
4. Una inadecuada aplicación de las técnicas de cultivo y de repoblación hace que los intentos de reforzar el *stock* con importaciones de huevos embrionados, de origen escocés, no fructifiquen.

#### 4. PROYECTO DE RECUPERACION DEL SALMON Y ACTUACIONES REALIZADAS

En 1988 se elabora un proyecto de recuperación del salmón del Bidasoa, basado en cuatro frentes de actuación principal:

1.-**En infraestructura:** remodelación de la piscifactoría «San Francisco de Asís», de Oronoz-Mugaire, y creación de una «Unidad Salmón» específica con: área de estabulación de reproductores, laboratorio de reproducción, incubación y alevinaje y área de engorde. Remodelación y optimación de la estación de captura de Bera de Bidasoa con vistas a mejorar el control y manejo de los salmones. Instalación de un contador de peces en el primer azud que

hay en el río (presa de Endarlaza).

2.-**Sobre el stock:** se establece un doble objetivo, por un lado reforzar e incrementar la población salmonera del Bidasoa en base a un programa racional de repoblaciones intensivas y por otro profundizar en el conocimiento del tamaño y características de la población, incidiendo en el control de las capturas por pesca deportiva y en la nasa de Bera (biometría, escalimetría y sexaje por serodiagnóstico), inventariación de población de juveniles, recuento de camas de freza, seguimientos por radiocontrol, etc.

3.-**Sobre el río y el hábitat:** el objetivo prioritario es conseguir y mantener un caudal mínimo circulante en el río como condición básica para intentar con éxito la recuperación del salmón y otros salmónidos (reio y trucha fario). La libre circulación en las migraciones es otra de las necesidades primeras, sobre todo en cuanto a dispositivos que impidan la entrada de los esguines en los canales o que permitan su liberación sin pasar por las turbinas. Por último, una vez obtenido el caudal mínimo necesario es preciso inventariar y cuantificar los tramos productivos y evaluar la capacidad de producción de juveniles del río.

4.-**Sobre la pesca:** negociación y acuerdos con las sociedades de pescadores de cara a establecer: a) delimitación del tramo de río considerado salmonero a efectos de normativa y usos, b) regulación de vedas y cupos de capturas (diarios y de temporada), c) regulación del uso de cebos con el fin de preservar al máximo a los juveniles, d) creación de tramos de veda temporal donde poder liberar los preesguines, e) campañas de información, divulgación y educación sobre la gestión del recurso y el trabajo que se desarrolla.

**TABLA 8.1.**

**Proporción de salmones de 2 ó más inviernos de mar que se capturan anualmente.**

*Proportion of two-sea-winter or older salmon caught every year.*

<i>Año</i>	<i>Capturas totales</i>	<i>Capturas 2IM</i>	<i>2IM / Tot.</i>
1986	39	16	0,41
1987	48	14	0,29
1988	42	23	0,55
1989	16	4	0,25
1990	27	11	0,41
1991	22	19	0,86

### Actuaciones en infraestructura

La piscifactoría «San Francisco de Asís» de Oronoz-Mugaire fue transferida por el ICONA al Gobierno de Navarra en 1985. Dentro de este proyecto y durante el año 1991 ha sido objeto de una profunda remodelación que, con un presupuesto de 80 millones de pesetas, además de modernizar las instalaciones dedicadas al cultivo de la trucha fario (capacidad para producir 4 millones de huevos embrionados, 1 millón de jaramugos estivales y 30.000 truchas 1+), ha creado una nueva «Unidad Salmón», diseñada y dedicada específicamente para el cultivo de esta especie; tiene capacidad para la incubación de 250.000 huevos embrionados, producción de 100.000 jaramugos estivales y 25.000 preesguines de un año.

La estación de captura de Bera de Bidasoa funciona hoy en día de manera artesanal. En 1993 va a ser objeto de una remodelación que incluye la instalación de una jaula-trampa automatizada, sistema limpia-hojas también automático y la adecuación de un pequeño laboratorio de trabajo para el control y manipulación de los salmones. Actualmente, en 1993, se está elaborando un proyecto de remodelación de la escala que franquea la presa de Endarlaza, con vistas a la instalación de un contador automático de peces, cuyos futuros datos, junto con los del control de la nasa de Bera, permitirán una gestión y explotación más eficaz y racional del recurso salmón.

### Producción de juveniles y repoblaciones

La repoblación intensiva del Bidasoa, una de las bases del programa de recuperación del salmón, se apoya en la utilización coordinada y conjunta de la estación de captura de reproductores de Bera y de la unidad de reproducción y cultivo de la piscifactoría de Mugaire.

Desde 1989 se obtienen y cultivan en Mugaire huevos embrionados de salmones que proceden del Bidasoa. Los reproductores se capturan anualmente en la nasa y son trasladados a la unidad de estabulación de la piscifactoría hasta su maduración. Los cruzamientos que se realizan son selectivos y procuran favorecer la línea de salmones 2IM; para ello las hembras 2IM se fecundan siempre con machos 2IM y las hembras 1IM se cruzan con machos de 2 inviernos, siempre que es posible.

Durante los 3 primeros años del programa, con el fin de reforzar el *stock* y ante la incertidumbre de poder conseguir un número suficiente de reproductores autóctonos, se importaron lotes de huevos embrionados (padres 2IM) originarios de Islandia. A partir de 1992 se estima asegurada una producción mínima de 100.000 huevos «Bidasoa» y se abandonan definitivamente las importaciones de productos foráneos, para trabajar exclusivamente en base a hueva que proceda de reproductores salvajes «Bidasoa».

El plan de repoblaciones que se establece pasa por la utilización de 3 estadios distintos de desarrollo en los efectivos a repoblar:

1. **Hueva embrionada**, sembrada en invierno mediante el enterramiento de cajas Vibert en arroyos de montaña afluentes.
2. **Jaramugos estivales** ( $LF \pm 5-6$  cm.), repoblados en toda la cuenca, cauce principal y afluentes, al final de primavera.
3. **Preesguines** mantenidos algo más de un año en piscifactoría, hasta casi el inicio de la esmoltificación y liberados en el curso inferior del río, próximos a la zona de influencia de las mareas.

La Tabla 8.2. resume el esfuerzo de producción, cultivo y repoblación desarrollado en el quinquenio 1989-1993.

La mortalidad de los reproductores en el período de estabulación -hasta el 20% otros años- se ha controlado en 1992 (2,1 %) inyectando una dosis de antibiótico (Flumequine) a los salmones inmediatamente después de su captura, además de continuar con tratamientos sistemáticos de NaCl y verde malaquita, una vez por semana, durante todo el tiempo de cautividad,

La Tasa de Supervivencia en cultivo (Figura 8.6.) ha evolucionado muy favorablemente desde el primer año de experiencia; se mantiene en el umbral del 75% en la fase más crítica del cultivo (huevo-jaramugo estival) y supera el 95% en el período de crecimiento entre jaramugo y preesguín. Estas elevadas tasas de supervivencia conseguidas permiten contabilizar muy eficazmente los reproductores que se detraen del capital del río.

Todos los preesguines que se han liberado en el río (Tabla 8.2.) han sido previamente marcados. Además de la ablación de la aleta adiposa se tatúan con nitrógeno líquido en uno de sus flancos, utilizando distintas marcas según el origen del *stock* (Bidasoa-Islandia) o las líneas de cultivo (padres 2IM o 1IM). Las características biométricas y de forma (Tabla 8.3.) de los preesguines en el momento de la liberación en el río se han mantenido bastante constantes en los diferentes años de cultivo.

Los resultados obtenidos en la eficacia de las repoblaciones, medida como tasa de supervivencia en el río a partir del momento de la liberación, han variado mucho y han dependido tanto del estadio de desarrollo del que se partía como del origen del *stock* repoblado (Tabla 8.4.). En general, las repoblaciones a partir de siembra de huevos embrionados han dado resultados muy pobres. Al utilizar los jaramugos estivales como punto de partida en la repoblación, la eficacia de la misma ha dependido tanto del origen del *stock* -mayor supervivencia los alevines autóctonos que los importados- como de las características morfológicas, morfodinámicas y granulométricas del tramo repoblado -el tipo de hábitat *radier* (CHAMPIGNEULLE, 1978), a cuyas características responde la estación número 6, reporta invariablemente los mejores resultados.

**TABLA 8.2.-**

**Esfuerzo de producción y repoblación en el Bidasoa (1989-1993). (\*) Previsiones**

*Production and stocking effort carried out in the Bidasoa in recent years (1989-1993). (\*) – foresight.*

		<i>PRODUCCIÓN</i>				<i>EFFECTIVOS REPOBLADOS</i>			
		Huevos embrionados		Huevos sembrados		Alevines repoblados		Presguines liberados	
<i>Años</i>	<i>*</i>	<i>Bidasoa</i>	<i>Islandia</i>	<i>Bidasoa</i>	<i>Islandia</i>	<i>Bidasoa</i>	<i>Islandia</i>	<i>Bidasoa</i>	<i>Islandia</i>

1989	22	95.500	240.000	3.000		30.500	38.400	3.669	4.041
1990	21	52.800	150.000		50.000	32.000	87.000	10.102	8.793
1991	25	83.200	150.000			54.800	53.500	8.163	7.210
1992	21	107.250				64.500		12.886	
1993	31	174.800		24.300		72.500		18.000*	

FIGURA 8.6. Evolución de la Tasa de Supervivencia obtenida en los sucesivos años de cultivo de Salmón Atlántico en Mugaire.

FIGURE 8.6. Evolution of the survival rate obtained in successive years of salmon farming in Mugaire.

**TABLA 8.3.**

**Características biométricas de los preesguines liberados en el Bidasoa (LFm: longitud furcal media en mm.; Pm: peso individual medio en g.; ET: error típico de la media; K (calculado a partir del peso en g. y la talla en cm.): coeficiente de condición; Bidasoa-T: padres de origen Bidasoa liberados como preesguines marcados y retornados al río con 1IM; Bidasoa-G: Padres de origen Bidasoa salvajes retornados con 2IM).**

*Biometrical characteristics and parental origin of Atlantic salmon presmolts stocked into the Bidasoa river from 1990 to 1993. Fork length (LF, mm.: mean, standard error and range are shown), weight (P, g.), and condition coefficient (K; computed from weight in g. and length in cm.). Source populations are Bidasoa and Islandia; within the former, there are two kinds of parentals for the individuals born in 1992: Bidasoa-T refers to individuals whose parents themselves had been stocked as marked presmolts and returned as grilse; Bidasoa-G refers to individuals whose parents were wild fish caught in the Bidasoa river after spending two winters at sea.*

<i>Año Nacimiento</i>	<i>Año Liberación</i>	<i>Origen / Línea</i>	<i>LFm ± ET (Rango)</i>	<i>Pm ± ET (Rango)</i>	<i>K</i>
1989	1990	BIDASOA	149,4 (124-155)	34,6 (19,1-38,1)	1,038
		ISLANDIA	154,3 (143-162)	36,8 (28,6-42,6)	1,002
1990	1991	BIDASOA	159,2±1,14 (100-204)	45,3±0,8	1,127
		ISLANDIA	156,7±0,91 (89-186)	43,1±0,67	1,114
1991	1992	BIDASOA	155,2±0,15 (92-187)	43,4±1,05 (8,2-69,5)	1,161
		ISLANDIA	155,6±0,08 (115-185)	40,9±0,59 (18-68,2)	1,086
1992	1993	BIDASOA T	150,5±0,96 (60-198)	44,7±0,67	1,311
		BIDASOA G	135±0,83 (57-182)	32,0±0,50	1,302

### Actuaciones sobre el río y el hábitat

El Plan Director de Saneamiento de los Ríos, aprobado por el Gobierno de Navarra en febrero de 1989, prevé para el Bidasoa objetivos de calidad de aguas acordes con el mantenimiento de la vida salmonícola (criterios CEE,

Directiva 222/1978) y clase A2 para abastecimiento. Los núcleos urbanos e industriales que actualmente cuentan con depuradoras de tratamiento secundario en funcionamiento son Zubieta, Etxalar y Lesaka. No obstante, como se desprende de las conclusiones del plan recientemente aprobado por la Comunidad de Trabajo de los Pirineos, para 1993 está prevista una ejecución de gasto de casi 400 millones de pesetas en la construcción de estaciones de depuración en la parte navarra del Bidasoa.

**TABLA 8.4.**

**Efectividad de las repoblaciones de salmón realizadas en la Cuenca del Bidasoa según el origen del stock, el estadio de partida, la carga utilizada y el tiempo de vida libres en el río. (\*) = huevos embrionados, resto jaramugos estivales. (+) = 8 meses en el río, resto 3 meses. Estaciones de control (Figura 1.): 1, 2 y 3 = Arroyo Irurebieta; 4 y 5 = Arroyo Etxalar; 6 y 7 = Arroyo Latsa.**

*Success of the stocking programs performed in the Bidasoa basin, according to the source stock, initial stage {(\*) represents eyed eggs; all the remaining are summer parr}, stocking density (parr IM2), and total length of the free life in the river {(+) equals eight months in the river, all the remaining have spent three months}. Sampling stations are located in the following streams (see Figure 1.): Irurebieta (1, 2 and 3), Etxalar (4 and 5), and Latsa (6 and 7).*

<i>Estación de control</i>	<i>Año</i>	<i>Origen</i>	<i>Carga (n/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Densidad (pintos/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Supervivencia (%)</i>
1	1990	ISLANDIA	8	0,041	0,51 (+)
2	1991	ISLANDIA	1	0,053	5,3
3	1990	ISLANDIA	4,5	0	0
3	1991	ISLANDIA	1	0,044	1,4
4	1991	ISLANDIA	1	0,029	2,9
4	1992	BIDASOA	1	0,068	6,8
5	1990	ISLANDIA	1	0,018	1,8
5	1991	ISLANDIA	1	0,033	3,3
5	1992	BIDASOA	1	0,131	13,1
6	1989	BIDASOA	1,2	0,1	8,3 (+)
6	1990	BIDASOA	1	0,345	3,1,5
6	1991	BIDASOA	1	0,379	37,92
6	1992	BIDASOA	1	0,398	39,8
7	1989	BIDASOA	1,2	0,07	5,8 (+)
7	1990	BIDASOA	1	0,081	8,1
7	1991	BIDASOA	1	0,122	12,2
7	1992	BIDASOA	1	0,076	7,6

En el año 1992 se han invertido 27,7 millones de pesetas en indemnizaciones a los concesionarios de minicentrales con el fin de conseguir un caudal mínimo circulante por el cauce correspondiente al 10% del módulo interanual en el punto de toma. Ello ha supuesto que por primera vez en muchos años, el río circulase en estiaje con caudales superiores a los 2 m.<sup>3</sup>/s. en su tramo inferior. Evaluar este aumento de caudal como superficie de producción de juveniles es uno de los trabajos prioritarios a emprender actualmente dentro del plan de recuperación del salmón.

Las actuaciones tendentes a mejorar la libre circulación de los peces en sus migraciones cuentan para 1993 con una previsión de gasto de 38,6 millones de pesetas, destinados fundamentalmente a la construcción o rehabilitación de escalas de peces en las presas.

Finalmente, la Ley Foral, 2/1993, de 5 de marzo, de Protección y Gestión de la Fauna Silvestre y sus Hábitats, dedica íntegramente la Sección 4.<sup>a</sup> del Título II (artículos 40 al 48) a las «Medidas específicas para la conservación de la fauna acuícola y sus hábitats» y recoge, entre otras muchas, la obligación de dotar a los canales de derivación de dispositivos que impidan la entrada de peces en los mismos.

## 5. PRIMEROS RESULTADOS OBTENIDOS

El primer retorno de salmones procedentes de las repoblaciones realizadas con preesguines marcados se produce en el año 1991. Aunque en la temporada de caña no se pesca ningún ejemplar marcado, entre las capturas de otoño en

la nasa de Bera se recogen 26 salmones identificados con criomarca; representan el 35,6% de las capturas de otoño y el 27,4% de las totales del año. Todos los individuos son añales que retornan al río con un invierno de mar (1,1+). El 92,3% de los salmones marcados proceden del *stock* autóctono del Bidasoa y sólo 2 salmones son fruto de los preesguines islandeses (Tabla 8.5.).

En el año 1992 se produce una entrada masiva de salmones al Bidasoa. Por primera vez desde que se fijó en 1988, se alcanza el cupo de capturas establecido (50 salmones) que obliga a cerrar la temporada de pesca antes de la fecha prevista en la Orden General de Vedas. En total se pescan 59 salmones, de los que el 44,1% están marcados ( $n = 26$ ). Finalizada la pesca, entre los meses de julio y diciembre, se controlan 893 salmones más en la nasa de Bera, de los que el 76% llevan algún tipo de marca ( $n = 679$ ). La Tabla 8.5. y las Figuras 8.7. y 8.8. muestran la relación de marcas y *stocks* de procedencia de los salmones y el ritmo mensual de control en 1992 (trampeo no continuo).

La influencia del cultivo y liberación de preesguines en el tamaño de la población que ha remontado el río en 1991 y 1992 es evidente (27,4% de marcados en 1991 y 69,8% en 1992). Sin embargo, también se ha producido un incremento en el número de salmones no marcados, que proceden bien de la freza natural en el río o bien de repoblaciones realizadas partiendo de otros estadios de desarrollo (hueva embrionada o jaramugo estival).

**TABLA 8.5.-**

**Salmones y marcas controlados en los años 1991 y 1992.**

*Salmon caught by angling and trapping in 1991 and 1992, and source of controlled returns according to mark identification.*

Año	Modo	Número salmones	Sin marcar	BID-89 (T IZDA)	BID-90 (T DCHA)	ISL-89 (U IZDA)	ISL-90 (U DCHA)	Ilegib.
1991	Pesca	22	22					
	Nasa	73	47	24		2		
1992	Pesca	59	33	1	9		14	2
	Nasa	893	214	11	569		54	45
<b>TOTAL</b>		1.047	316	36	578	2	68	47

**Características biométricas de los salmones controlados**

Se han calculado las medias de la longitud furcal (LF) y el peso individual (P) así como la relación entre ambas, expresada como coeficiente de condición ( $K = 100 \times P \times LF^{-3}$ ), para cada una de las generaciones y *stocks*, edades de mar y sexos (Tabla 8.6.).

Siempre han resultado mayores en talla ( $t = 4,29; p < 0,001$ ) y peso ( $t = 4.60; p < 0,001$ ) los salmones procedentes de cultivo de preesguines que los de su misma edad y sexo no marcados (salvajes + otros estadios de repoblación); probablemente en esta diferencia influyan las tallas de esguinado que se alcanzan en las líneas de cultivo. Entre los primeros, los de origen islandés resultan mayores que los del Bidasoa, al menos entre los añales que retornan con 1 invierno de mar ( $t = 5,66; p < 0,001$ ). Sólo en algunos casos (Bidasoa-89 1IM, No Marcados-91 2IM y No Marcados-92 1IM) las diferencias de talla que se observan entre los machos y las hembras de una misma línea y/o edad pueden considerarse significativas ( $p = 0,05$ ).

**TABLA 8.6.**

**Longitud furcal media, Peso individual medio y Coeficiente de condición de los salmones controlados en el Bidasoa en 1991 y 1992, según el *stock* de origen y la edad de mar.**

*Table 8.6.- Mean for lenght (cm.), mean weght (g), condition coefficient, and sample size of Atlantic salmon cotrolled in the Bidasoa river in 1991 and 1992. Source stock and sea age were also stated.*

Año Captura	Stock de origen	Edad talásica	Sexo	Número	Long. Furcal (cm)	Peso (g)	Coeficiente condición
	BIDASOA-89		**	11	68.4	2.664	0.832
		1	**	10	65.4	2.664	0.952
			**	2	71.2	2.775	0.769

1991	ISLANDIA-89	1	**	0	-	-	
			**	24	63.9	2.016	0.773
	NO MARCADOS	1	**	7	63.1	2.386	0.950
			**	12	75.4	3.888	0.907
		2	**	24	78.8	4.466	0.913
1992	BIDASOA-89		**	1	87.0	4.840	0.735
		2	**	9	81.7	4.451	0.816
			**	6	67.7	3.242	1.045
	BIDASOA-90	1	**	5	62.0	2.580	1.083
			**	14	73.8	4.081	1.015
	ISLANDIA-90	1	**	5	69.1	3.516	1.066
			**	19	68.8	3.295	1.012
	NO MARCADOS	1	**	18	64.8	2.876	1.057
			**	2	73.5	4.075	1.026
2		**	3	80.8	5.433	1.030	

FIGURA 8.7. Salmones controlados mensualmente en el río Bidasoa en el año 1992.

FIGURE 8.7. *Number of salmon controlled monthly by angling and trapping in the river Bidasoa during 1992.*

FIGURA 8.8. Reparto de los salmones adultos controlados en los años 1991 y 1992, y marcas correspondientes según el *stock* de origen (ver también Tabla 8.5.).

FIGURE 8.8. *Distribution by marking status and source stock of the adult salmon controlled in the years 1991 and 1992 (see also Table 8.5.).*

### Tasas provisionales de recaptura

Los datos hacen referencia a 2 años de control de marcas. Para la generación de cultivo de 1989 se dispone de datos de añales (retorno en 1991) y de pequeños salmones de 2IM (retorno en 1992). La probabilidad de que vuelvan salmones marcados de dicha generación con 3IM se estima muy baja. De la generación de 1990 sólo están disponibles los datos de retorno de añales en 1992 (Tabla 8.7.).

Aunque las cifras para la generación de 1990 son parciales, ya se destaca la enorme diferencia de retorno entre ambas, superiores las del 90 tanto para el *stock* Bidasoa como para Islandia. Si la tasa calculada para Bidasoa-89 se encuentra dentro de los límites que habitualmente se describen en la bibliografía (GUDJONSSON, 1973; PROUZET, 1983; DUMAS y CASAUBON, 1987), las cifras para Bidasoa-90 corresponden a tasas de retorno muy elevadas.

Como era previsible (DUMAS y CASAUBON, 1987), se produce una diferencia importante entre la tasa de retorno del *stock* autóctono y el importado, diferencia que se mantiene en los dos años de experiencia y que llega a ser casi 20 veces superior, favorable a los salmones autóctonos, en la generación de cultivo del 89. A falta del retorno de salmones 2IM de la generación de 1990, los únicos individuos con 2 inviernos de mar que han retornado al río son los de origen Bidasoa.

Considerando la talla y el peso de los 47 salmones marcados (ablación de adiposa) pero ilegibles y la lectura de escamas de una muestra de ellos, todos corresponden a añales que proceden de la generación de 1990. Si se reparten proporcionalmente a los porcentajes de marcas legibles, la tasa provisional de retorno de Bidasoa-90 aumenta hasta 6,14% y la de Islandia-90 queda en el 0,8%.

### Relación de sexos y fecundidad

La determinación del sexo se ha realizado *de visu* en los ejemplares capturados en otoño y mediante seroaglutinación (LE BAIL y BRETON, 1981) en los salmones pescados a caña. De los 1.047 salmones controlados en 1991-1992 se ha podido establecer con seguridad el sexo de 999 individuos (Tabla 8.8.). Sólo entre los salmones de retorno del *stock* Bidasoa-89 se ha encontrado mayor número de hembras que de machos. En todos los demás *stocks* y también considerando la población en su conjunto, la proporción de machos es mayor que la de hembras. No obstante, las diferencias sólo se revelan significativas al considerar el total de la población ( $1: 0,83; \chi^2 = 8,29; p < 0,01$ ).

Sólo se dispone de datos de fecundidad referidos a salmones autóctonos del Bidasoa, tanto salvajes como de las líneas de cultivo (Bidasoa-89: hembras 1IM y 2IM; Bidasoa-90: hembras 1IM). La fecundidad relativa de las hembras añales de las líneas de cultivo se mantiene muy similar (Bidasoa-89 = 1.964 huevos/Kg. y Bidasoa-90 = 1.934 huevos/Kg.) y siempre superior a la de añales salvajes no marcadas (1.763 huevos/Kg.). Para las hembras de 2IM la fecundidad es muy similar (Bidasoa-89 = 1.645 huevos/Kg. y salvajes = 1.670 huevos/Kg.).

**TABLA 8.7.**

**Tasas provisionales de recaptura según stock de origen y la edad del mar.**

*Recapture rates of Atlantic salmon in the Bidasoa river (provisional data) detached by source stock and sea age.*

<i>Stock origen</i>	<i>Año liberac.</i>	<i>L.F. (mm)</i>	<i>Nº liberado</i>	<i>Nº controlado</i>			<i>Tasa de recaptura (%)</i>		
				<i>1IM</i>	<i>2IM</i>	<i>Total</i>	<i>1IM</i>	<i>2IM</i>	<i>Total</i>
Bidasoa-89	1990	149	3669	24	12	36	0.65	0.33	0.98
Islandia-89	1990	154	4041	2	0	2	0.05	0	0.05
Bidasoa-90	1991	159	10102	578	¿	¿	5.72	¿	¿
Islandia-90	1991	157	8793	68	¿	¿	0.77	¿	¿
Ilegibles	1991			47					

**TABLA 8.8.**

**Relación de sexos encontrada según los stocks y en el conjunto de la población, desviaciones respecto de la frecuencia esperada y niveles de significación.**

*Sex frequencies and sex ratio according to source stock and for the whole return of Atlantic salmon in the river Bidasoa.*

<i>Stock origen</i>	<i>Machos</i>	<i>Hembras</i>	<i>Sex, Ratio</i>	<i>x 2</i>	<i>p</i>
Bidasoa-89	14	19	1:1,36	0,75	0,384
Islandia-89	2	0			
Bidasoa-90	296	261	1:0,88	2,19	0,138
Islandia-90	35	22	1:0,63	2,96	0,085
TOTAL	545	454	1:0,38	8,28	0,004

**Caracterización genética de la población del Bidasoa**

A partir de 1991 se realizan análisis electroforéticos (RAMOS *et al.*, 1992) de muestras de salmones del Bidasoa (cultivo, salvaje e importados islandeses) tendientes a caracterizar genéticamente la población del Bidasoa y detectar el posible impacto de las importaciones. Aunque los datos disponibles hasta la fecha son escasos, los primeros resultados muestran para el Bidasoa una población de salmones que:

1. Participa de las diferencias genéticas que caracterizan a las poblaciones de la cornisa cantábrica española separándolas de las del resto de Europa (SÁNCHEZ *et al.*, 1991; BLANCO *et al.*, 1992; GUYOMARD, 1987; CROSS y WARD, 1980).

2. Pese a las características genéticas comunes con las poblaciones asturianas;, no se puede hablar de

homogeneidad, ya que la distancia genética que separa a la población del Bidasoa de las asturianas es mayor que la que mantienen éstas entre sí (RAMOS *et al.*, 1992).

## DISCUSIÓN Y PRIMERAS CONCLUSIONES

Durante los años 1991 y 1992, sobre todo en este último, se obtuvieron los primeros resultados del plan de recuperación del salmón en el Bidasoa. Ponen de manifiesto que el cultivo y la liberación de parras próximos a esmoltificar puede ser utilizado como un método muy eficaz de reforzar a corto-medio plazo la población salmonera de una cuenca.

La utilización de técnicas específicas y medios apropiados permiten el cultivo de juveniles de salmón con rendimientos (tasa de supervivencia y crecimiento) y calidades (coeficiente de forma, estado sanitario, rusticidad,...) muy favorables.

Al menos en el caso del Bidasoa la importación de huevos embrionados alóctonos, en grandes cantidades y durante varios años, no ha contribuido de manera significativa a reforzar y aumentar el tamaño de la población. Además, salvo en el crecimiento, en todos los parámetros de comparación (supervivencia en cultivo, supervivencia en la repoblación, tasa de retorno,...) los resultados del *stock* Islandia han estado muy por debajo de los obtenidos con el *stock* autóctono.

Los resultados que se exponen son parciales y de ningún modo pueden ser considerados como la expresión de la recuperación del salmón en el Bidasoa. Un plazo de 3 a 5 años con resultados positivos puede ser necesario para estabilizar el *stock*, y el éxito va a estar condicionado decisivamente por el manejo y tratamiento que se dé al hábitat (caudal mínimo circulante, calidad del agua, libre circulación, mejora de frezaderos, mantenimiento de orillas y vegetación, etc.).

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a cuantas personas han colaborado a lo largo de estos años en este proyecto, particularmente al Guarderío de Medio Ambiente y a los piscicultores de Mugaire. Mención especial merece José María Errea, anterior responsable de caza y pesca de Navarra, porque en sus preocupaciones y desvelos por todas las cuestiones cinegéticas y piscícolas, especialmente las relacionadas con el salmón, hay que buscar el germen e inicio de estos trabajos. No podemos olvidar la colaboración y experiencia que durante varios años nos ha prestado Jacques Casaubon; él ha participado con nosotros en el diseño y puesta en marcha de las líneas maestras de este plan. Finalmente, nuestro reconocimiento a los Drs. Dumas, Gosset y Beall (INRA) y Dr. Prouzet (IFREMER), de cuyo asesoramiento y experiencia hemos dispuesto cuantas veces se lo hemos solicitado.

## BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, J., y Casaubon, J. (1989): *Seguimiento y control del salmón del Bidasoa*. Gobierno de Navarra. Dpto. de Agricultura, Ganadería y Montes. Pamplona. 20 pp.

Álvarez, J., y Casaubon, J. (1990): *Seguimiento y control del salmón del Bidasoa*. Gobierno de Navarra. Dpto. de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente. Pamplona. 38 pp.

Álvarez, J. (1991). *Seguimiento y control del salmón del Bidasoa*. Gobierno de Navarra. Dpto. de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente. Pamplona. 42 pp.

Álvarez, J. (1992). *Seguimiento y control del salmón del Bidasoa*. Gobierno de Navarra. Dpto. de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. Pamplona. 40 pp.

Blanco, G.; Sánchez, J. A.; Vázquez, E.; Rubio, J., y Utter, J. M. (1992): «Genetic differentiation among natural European populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, from drainages of the Atlantic Ocean». *Animal Genetics*, 23: 11-18.

Cross, T. F., y Ward, R. D. (1980): *Genetical Research Cambridge*, 36: 147-165.

Dumas, J. (1982): «Restauration du saumon en Dordogne: Premiers succès». *Saumons*, 42: 24-26.

- Dumas, J. (1983): «Etude et restauration du saumon de la Nivelle». *Saumons*, 46: 27-31.
- Dumas, J. (1992): «La population de saumons adultes de la Nivelle en 1991». *Station d'Hydrobiologie, INRA, St-Pée-sur-Nivelle*. 16 pp.
- Dumas, J. (1993): «La population de saumons adultes de la Nivelle en 1992». *Station d'Hydrobiologie, INRA, St-Pée-sur-Nivelle*. 18 pp.
- Dumas, J., y Casaubon, J. (1987): «Connaissance et restauration de la population de saumon atlantique (*Salmo salar*) de la Nivelle (Pyrénées atlantiques)», en M. Thibault, R. Billard (Ed.): *La restauration des rivières a saumons*, pp. 221-230. INRA. Paris.
- Champigneulle, A. (1978): *Caractéristiques de l'habitat piscicole et de la population de juveniles sauvages de saumon atlantique (Salmo salar) sur le cours principal du Scorff (Morbihan)*. Thèse 3ème cycle Biol. Anim. Fac. Sci., Univ. Rennes. 92 pp.
- Frenette, M.; Dulude, P., y Beurivage, M. (1986): «La restauration de la Jaquei-Cartier: Un défi majeur et une fierté collective». *III Int. Atlant. Salm. Symp.* Biarritz 1986. 15 pp.
- Gudjonsson, T. (1973): «Smolt rearing techniques, stocking and tagged adult salmon recaptures in Iceland». *Spec. Publ. Ser. Int. Atlant. Salm. Found.*, 4 (1): 227-235.
- Guyomard, R. (1987): «Différenciation génétique des populations de saumon atlantique: revue et interprétation des données électrophorétiques et quantitatives», pp. 297-308, en M. Thibault et R. Billard (eds.): *La restauration des rivières a saumons*. INRA. Paris.
- Jones, R.A. (1986): «Atlantic salmon restoration in the Connecticut river». *III Int. Atlant. Salm. Symp.*, Biarritz, 1986. 9 pp.
- Kennedy, G. J. A. (1986): «Stock enhancement of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)». *III Int. Atlant. Salm. Symp.* Biarritz, 1986. 18 pp.
- Kennedy, G. J. A., y Strange, C. D. (1980): «Population changes after two years of salmon (*Salmo salar*) stocking in upland trout (*Salmo trutta*) streams». *J. Fish. Biol.*, 17: 577-586.
- Le Bail, P., y Breton, B. (1981): «Rapid determination of the sex of puberal salmonid fish by a technique of immunoagglutination». *Aquaculture*, 22: 367-375.
- Le Cren, E. D. (1984): «Report of a workshop on salmon stock enhancement». *Atl. Salm. Trust*, 1984. 20 pp.
- Prouzet, P. (1983): «Le pacage en mer du saumon atlantique en Europe». *Saumons*, 46: 16-21.
- Prouzet, P., y Touzery, H. (1980): «Le saumon en Bretagne et Basse Normandie». *Saumons*, 34: 19-24.
- Prouzet, P., y Gaignon, J. L. (1982): «Fécondité des saumons atlantiques adultes captures sur le bassin versant de l'Elorn (rivière de Bretagne Nord) et caractéristiques de leurs pontes». *Bull. Fr. Piscic.*, 285: 233-243.
- Prouzet, P., y Jezequel, M. (1983): «Caractéristiques des populations de saumon atlantique (*Salmo salar*) capturées à la ligne sur l'Elorn (rivière de Bretagne Nord) durant la période 1974-1981». *Bull. Fr. Piscic.*, 289: 94-111.
- Prouzet, P., y Casaubon, J. (1987): «Caractéristiques des captures de saumon atlantique échantillonnées sur l'Adour en 1985 et 1986. Compte rendu sommaire». *IFREMER. Stat. Hydrobiol. Ste. Pée sur Nivelle*. 12 pp.
- Ramos, D.; Vázquez, E.; Blanco, G., y Sánchez, J. A. (1992): «Caracterización genética de los salmones de la Cornisa Cantábrica». *XXVII Jornadas de Genética Luso-Españolas*. septiembre 1992. Badajoz.

R.A.S.A. (1983): «La crise du saumon atlantique. Exposé de la situation». *Saumons*, 47: 20-22.

Richard, A. (1987): «Restauration de l'Orne». *Saumons*, 61: 36-38.

Sánchez, J. A.; Blanco, G.; Vázquez, E.; García, E., y Rubio, J. (1991): «Allozyme variation in natural populations of Atlantic salmon in Asturias (northern Spain)». *Aquaculture*, 93: 291-298.

Thorpe, J. (1986): «Salmon enhancement: Stock discreteness and choice of material for stocking». *III Int. Atlant. Salm. Symp.* Biarritz 1.986. 15 pp.

Vibert, R. (1983): «Parlement Européen. Audition sur la gestion des stocks de saumon de l'Atlantique Nord. Bruxelles 11 et 12 juillet 1983». *Saumons*, 46: 7-11.

## RESUMEN

Las capturas de Salmón Atlántico en el río Bidasoa se redujeron sensiblemente a lo largo del presente siglo, hasta el punto de llegarse a una situación de riesgo de desaparición del *stock* al final de la década de 1980. Los datos que proporciona la estación de captura de Bera de Bidasoa, puesta en marcha en 1980, confirman esta reducción, ya que junto con las capturas de pesca deportiva permiten estimar entre 50 y 300 el número de salmones que han remontado cada año el río Bidasoa en la década pasada. Además, la reducción del caudal del río y la existencia de numerosas presas ha reducido considerablemente la disponibilidad de frezaderos en la cuenca. A partir de 1988 se ha puesto en marcha un plan de recuperación del salmón en el río Bidasoa, que comprende cuatro frentes de actuación principal: 1) acondicionamiento de infraestructuras y construcción de otras nuevas para el recuento de salmones, captura de reproductores y cría de juveniles con destino a repoblación; 2) programa de repoblaciones y de estudio y control de la población: evaluación del tamaño de población, recuento de camas de freza, inventariación de juveniles, seguimientos por radiocontrol, etc.; 3) mantenimiento de un caudal mínimo suficiente, mejora de la calidad del agua y desarrollo de dispositivos para asegurar los movimientos migratorios, tanto de esguines como de adultos; 4) actuaciones relativas a la regulación de la pesca en todos sus aspectos y divulgación del plan de recuperación. Los primeros resultados de retorno de salmones marcados procedentes de repoblaciones de preesguines se produjeron en 1991, y ya en 1992 se registró una entrada de más de 950 salmones. En cuanto a los procedimientos de repoblación, la siembra de huevos embrionados ha dado resultados muy pobres, pero no así las sueltas de jaramugos estivales o de preesguines. Entre estos últimos se han obtenidos tasas de retorno considerablemente más altas para los juveniles que proceden de reproductores salvajes capturados en el propio río Bidasoa que los procedentes de reproductores alóctonos (Islandia).

## SUMMARY

### ***Restoration planning for the Atlantic salmon in the river Bidasoa (Navarra). First results.***

*Angling catches of Atlantic salmon in the river Bidasoa have strongly decreased along the present century, leading to a certain risk of extinction in the last decades. The catching station of Bera de Bidasoa, functioning from 1980 onwards, confirmed the decline; combined with angling catch data allowed to estimate an annual run of 50-300 fish in the 1980's decade. In addition, there was a noticeable reduction of the available spawning areas in the basin mainly because of the reduction of the water flow and the interposition of several dams. From 1988 onwards, a restoration programme was implemented, acting in four main grounds: 1) improvement and new building of facilities for fish counting, catch of spawning salmon and hatchery for stocking; 2) stocking and control of the population level and trends of evolution (control of salmon run, radiotracking, inventories of juvenile density, censuses of spawning beds, etc.); 3) improvement of water conditions, quality and accessibility, both for smolts and for anadromous individuals; 4) angling regulation and educational campaigns about the restoration project. First returns of salmon coming from stocking of presmolts occurred in 1991 and in 1992 the salmon run exhibited an outstanding increase (more than 950 fish were controlled by angling and trapping). With respect to the stocking procedure, the sowing of eyed eggs supplied poor survival but, on the contrary, summer parr or presmolts provided good results. Among the presmolts, return rates have been noticeably higher for that coming from wild salmon caught in the river Bidasoa than for the allochthonous (Iceland) source.*