



CAPÍTULO II CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES ACTUALES Y ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE VARIACIÓN

F. Braña, A. G. Nicieza, R. Garrido Y V. Vauclin

1. INTRODUCCIÓN. FUENTES DE INFORMACIÓN

Durante los últimos años un gran número de poblaciones de Salmón Atlántico han experimentado una acusada disminución de la edad y talla medias en el momento de la maduración sexual, añadida en ocasiones a una reducción global del tamaño de población (RILEY *et al.*, 1984; DEMPSON *et al.*, 1986; PORTER *et al.*, 1986). Este proceso, que ha sido descrito también en algunos *stocks* de salmones del Pacífico (RICKER, 1981) puede tener una gran incidencia sobre la gestión de la pesca y conservación de las poblaciones (BIELAK y POWER, 1986; RANDALL, 1989). El entramado de factores causales e implicaciones de las variaciones en la edad de maduración del Salmón Atlántico compone un fenómeno complejo, cuyas evidencias parecen a veces contradictorias (ver revisiones en GARDNER, 1976, y SAUNDERS, 1986). Tanto la pesca comercial oceánica como la pesca deportiva en nuestros ríos son selectivas en cuanto a la edad, ya que tienden a sobrerrepresentar a los salmones que han pasado más de un invierno en el mar (JENSEN, 1990; NICIEZA *et al.*, 1990; PROUZET, 1990; GARCÍA DE LEÁNIZ *et al.*, 1992), y por ello se debate con especial énfasis la hipótesis de que esta selección pueda ser la causa de las variaciones en la edad de maduración (SCHAFFER y ELSON, 1975; HEALEY, 1986; SAUNDERS, 1986), aunque algunos autores opinan que las condiciones ambientales que influyen sobre el crecimiento juvenil podrían ser igualmente determinantes a ese respecto (RITTER, 1975; SAUNDERS *et al.*, 1983; RANDALL *et al.*, 1986; RIDDELL, 1986; SCARNECCHIA *et al.*, 1989a). En todo caso, las consecuencias pueden ser muy importantes, ya que este proceso afecta a parámetros fundamentales del perfil demográfico de las poblaciones: edad de maduración, proporción de sexos, fecundidad media, tiempo medio de generación, etc.

Los elementos de valoración actualmente disponibles proporcionan un fuerte indicio de que algunas poblaciones cantábricas de Salmón Atlántico están experimentando una reducción global apreciable y, al mismo tiempo, variaciones en la edad de retorno de los adultos anadromos de características parecidas a las descritas en otros ríos (NICIEZA *et al.*, 1990; GARCÍA DE LEÁNIZ *et al.*, 1992). Esta situación plantea un conflicto evidente entre la conservación del salmón, y en particular de la diversidad genética de las poblaciones locales, y la explotación pesquera de la especie o los usos y aprovechamientos de su hábitat. La conservación o restauración de las poblaciones requiere como fundamentación idónea un buen conocimiento de su composición original «histórica», que debería servir como modelo orientador (PORTER *et al.*, 1986). Incluso cuando esto no sea posible, es necesario caracterizar las poblaciones actuales y poner en marcha procedimientos que permitan detectar y valorar de forma continua los cambios que experimenten en sus niveles de abundancia o en su composición estructural.

En este Capítulo intentaremos caracterizar las poblaciones cantábricas de Salmón Atlántico y analizar las variaciones recientes que hayan podido experimentar en sus niveles de abundancia o en su estructura. El análisis se centra esencialmente en los ríos salmoneros asturianos que parecen, por lo demás, representativos de las tendencias generales de variación en el norte de España (ver, p. ej., GARCÍA DE LEÁNIZ *et al.*, 1987), y se apoya en la información que suministran el análisis de las capturas realizadas en las temporadas de pesca deportiva y la lectura de escamas.

Solamente existen algunas referencias muy parciales e imprecisas, sobre los niveles de abundancia o capturas de salmón en los ríos de la región cantábrica anteriores a la información generada a partir de las actividades de pesca recreativa, cuyo registro data de unas pocas décadas. Gran parte de esa información previa, que ha sido recogida en algunas publicaciones (p. ej., SAÑEZ REGUART, 1795; LARIOS, 1930; JUSUE MENDICOUAGUE, 1953; GARCÍA DE LEÁNIZ y MARTÍNEZ, 1988), no es relevante desde nuestro punto de vista, puesto que no constituye un registro objetivo, sino solamente una referencia parcial, por falta de cualquier alusión al esfuerzo de pesca. No existen recuentos directos de los salmones que remontan los ríos cantábricos, salvo algunos inventarios de paso incompletos y discontinuos, obtenidos generalmente en capturaderos situados en el curso medio o alto de los ríos (ver, por ejemplo, Capítulo 8). Tampoco se han aplicado de forma sistemática otros métodos de censo que hayan permitido cuantificar el tamaño de los *stocks*, con excepción de algunas estimaciones de densidad de juveniles de carácter estrictamente local (ver Capítulo 1), de modo que la única valoración posible sobre el nivel

global y las variaciones numéricas de las poblaciones o sobre las eventuales modificaciones en la estructura de edades deriva de las estadísticas de pesca. La asimilación directa de registros de captura en cualquier modalidad de pesca con abundancia global o composición estructural (proporciones de sexos y edades) del *stock* es sumamente arriesgada y puede conducir a errores de interpretación importantes (ver, p. ej., BROWNE, 1986; HARRIS, 1988; SHEARER, 1988). Sin embargo, dichos registros son, en muchas ocasiones, la única fuente de información disponible para evaluar cambios históricos en las poblaciones sobre períodos de tiempo extensos, y pueden ser un reflejo adecuado de los mismos, siempre que se interpreten considerando sus limitaciones y posibles fuentes de error (BIELAK y POWER, 1986, 1988). En lo que se refiere a los ríos salmoneros españoles, disponemos de inventarios de capturas desde 1949 en la mayor parte de los casos (DALDA y SERANTES, 1974; GARCÍA DE LEÁNIZ y MARTÍNEZ, 1988); de algunos períodos y ríos existen registros más detallados, que incluyen fechas de captura, tallas, pesos y, lotes de escamas de la mayor parte de los salmones pescados, pero lamentablemente estos registros son más discontinuos y se han perdido en gran parte. En lo que respecta a los ríos salmoneros asturianos, a los que nos referiremos especialmente en este Capítulo, se ha perdido toda la información recogida antes de 1974, salvo el total de capturas por año, y en algunos casos también han desaparecido lotes o series completas de escamas de fechas posteriores; en definitiva, el único material antiguo de referencia para este área corresponde a las escamas y datos recogidos en el río Eo en el período 1951-1962, conservados por el ICONA y la Xunta de Galicia.

Se ha constatado o asumido con frecuencia la existencia de buenas correlaciones entre capturas en pesca deportiva y recuentos de entrada de salmones en ríos de diferentes características y localización geográfica (PROUZET y JEZEQUEL, 1983; CHADWICK, 1985; RYAN, 1986; PROUZET y DUMAS, 1988; POTTS y MALLOCH, 1991). La relación entre pesca de anadromos y reclutamiento de juveniles encontrada en algunos ríos (CHADWICK y RANDALL, 1986) es una prueba indirecta en el mismo sentido. El fundamento de esta correspondencia y la posibilidad de hacerla extensiva a la correspondencia entre capturas y abundancia de *stock*, sería la existencia de condiciones de pesca que propicien esfuerzo constante y poca variabilidad interanual en las tasas de extracción; en la práctica, aunque existen bastantes referencias sobre tasas de extracción de salmón en pesca deportiva, las condiciones son tan diversas en aspectos que pueden afectar a la capturabilidad (caudal, temperatura del agua, cebos empleados, edad de los salmones, etc.), que sólo es posible afirmar que la variabilidad entre ríos es mucho mayor que la que existe entre años en cada río (p. ej., HANSEN, 1990; GUDJONSSON, 1988; revisión en MILLS, 1989). Las características de la pesca del salmón en los ríos cantábricos, y en particular de los ríos asturianos que analizaremos en este Capítulo, parecen favorecer la representatividad de los registro de capturas, puesto que se realiza en condiciones que propician un esfuerzo de pesca relativamente constante, al menos para el período más reciente del que existen datos continuos (básicamente a partir de 1974; ver NICIEZA *et al.*, 1990). Podemos aducir varios argumentos en este sentido:

1. Se trata de ríos cortos, en su mayor parte distribuidos en cotos salmoneros, cuya utilización está regulada de forma que se tiende a mantener una presión de pesca intensa y bastante constante (número de pescadores, cupo de capturas por día, etc.); los cotos acumulan en Asturias una fracción considerable de las capturas legales de salmón (entre el 40% y el 70% en la mayoría de los años y ríos) y lo mismo ocurre en los ríos de Cantabria (GARCÍA DE LEÁNIZ *et al.*, 1987).
2. La declaración de captura es obligatoria y se realiza en el mismo río y en condiciones favorables para el pescador, por lo que es probable que el registro de salmones precintados se aproxime bastante al número de salmones pescados legalmente.
3. No han variado los límites y duración de la temporada de pesca (marzo a julio), ni el número total de licencias de pesca lo ha hecho de forma considerable, al menos desde el inicio de la década de los 70 (licencias anuales expedidas en Asturias en el período 1973-1992: media \pm 1sd = 35 116 \pm 4 348; de ellas un 20-25% autorizan la pesca de salmón; no existe tendencia de variación definida en este período: $r_s = 0,283$, $p > 0,05$).

No hemos encontrado correlaciones significativas entre el número de licencias y las capturas totales en Asturias ($r = 0,319$; $p > 0,05$), ni con las particulares de ningún río, salvo el Esva ($r = 0,468$; $p < 0,05$); esto podría indicar, de acuerdo con la interpretación de BIELAK y POWER (1986), que incluso en los años de menor esfuerzo de pesca, la presión en los restantes ríos es lo bastante intensa como para extraer la mayor parte de los individuos susceptibles de ser pescados, de modo que al aumentar el número de licencias disminuiría el número de capturas por licencia pero apenas aumentaría el número total de salmones pescados. Esta interpretación apoyaría, por tanto, la validez de los registros de capturas como reflejo de abundancia de salmones en la temporada de pesca. Añadiremos que la composición de las capturas en dicho período muestra una muy buena correspondencia con los niveles de abundancia y con la estructura de edades de los salmones presentes en las áreas de freza en el período reproductor

(ver Capítulo 7).

Todas estas consideraciones y evidencias justifican el uso de las estadísticas de capturas en pesca deportiva para valorar la evolución reciente de las poblaciones cantábricas de salmón, tanto en lo que respecta a sus niveles de abundancia como a la estructura de tallas y edades. Es necesario recordar, sin embargo, que estos datos permiten únicamente un análisis limitado, ya que puede haber una remontada relativamente importante después de finalizada la temporada de pesca (DUNKLEY, 1986); es verosímil incluso que esta fracción se haya incrementado como consecuencia de la presión de pesca (ver HANSEN, 1988). Además, la capturabilidad de las distintas clases de edad de mar puede ser diferente (en general, las tasas de extracción de los añoses son menores; MILLS, 1999; PROUZET, 1990; GARCÍA DE LEÁNIZ *et al.*, 1992), por lo cual es probable que los índices que implican capturas de individuos de varias clases de edad (p. ej., el índice 1SW/MSW) no reflejen la magnitud real de sus relaciones de abundancia, sino únicamente el sentido de las variaciones de sus abundancias relativas.

Los datos y materiales básicos disponibles para los ríos estudiados en este Capítulo son los siguientes: 1) registro de capturas desde 1949 (sin embargo, consideramos poco fiables, por ser anormalmente constantes las cifras previas a 1953); 2) relación de tallas, pesos, cebos, lugares y fechas de captura desde 1974 para los salmones precintados en todos los ríos excepto el Eo, del cual hemos analizado los periodos 1951-1962 y 1981-1991; 3) colecciones prácticamente completas de escamas de los salmones pescados en los últimos años (en algunos ríos desde 1993 y con carácter general desde 1988; hay que lamentar, no obstante, algunos extravíos y errores en la recogida); en el río Eo hay dos series de escamas relativamente completas que cubren las décadas de los años cincuenta y ochenta. A pesar de las limitaciones señaladas, estos datos y materiales constituyen objetivamente una referencia valiosa, y por ello hemos dedicado un esfuerzo importante a explorar estas fuentes de información con el fin de caracterizar las poblaciones y detectar posibles variaciones en su estructura.

Una parte de la información que contiene este Capítulo se ha generado a partir de las edades atribuidas en función de la talla de los salmones. Se ha preferido utilizar en todos los casos la longitud como expresión del tamaño, puesto que el peso parece ser menos estable, ya que el factor de condición se reduce significativamente a lo largo de la temporada de pesca en algunas clases de edad (NICIEZA *et al.*, 1990). Puesto que los salmones adultos que entran en los ríos cantábricos se agrupan sin apenas excepciones en tres clases de edad discretas (1, 2 ó 3 inviernos de mar), con solapamiento mínimo entre sus respectivas distribuciones de tallas (NICIEZA *et al.*, 1990; NICIEZA y BRAÑA, 1993; ver Fig. 2. 1), cabe realizar atribuciones de edad en función de la talla con alta fiabilidad. Los intervalos de talla que corresponden a cada clase de edad de mar, variables según periodos de captura, han sido definidos en un trabajo anterior (NICIEZA *et al.*, 1990), y se han confrontado con la lectura de escamas de casi 11 000 ejemplares de todos los ríos asturianos (Tabla 2. 1). Con el simple criterio del tamaño resultan asignadas correctamente las edades (inviernos de mar) de más del 95% de los individuos de los que realmente fueron determinadas en base a la lectura de escamas, sin que existan diferencias importantes a este respecto entre clases de edad.

FIGURA 2.1.

2. RESULTADOS DE LA LECTURA DE ESCAMAS: ESTRUCTURA DE EDADES (RÍO/MAR) Y FRECUENCIA DE ITEROPARIDAD

La Tabla 2.1 contiene un resumen de los resultados básicos de la interpretación de escamas de salmones adultos capturados en los ríos asturianos en las temporadas de pesca deportiva (marzo a julio) de los últimos años. Para cada río se dispone de muestras, en general muy completas, de un número variable de años (de 2 a 9) en el período 1983-1991, y en el caso del río Eo, del que la muestra reciente es la más extensa y continua, se han examinado además lotes prácticamente completos de escamas del período 1951-1960. La muestra analizada, que coincide sensiblemente con el material disponible para todos los ríos salmoneros de Asturias, comprende aproximadamente el 76% de los salmones pescados legalmente en los años considerados, resultando indeterminadas, por deficiencias del material o dificultades de interpretación, únicamente el 2% de la muestra disponible. La interpretación de la edad y marcas de freza en las escamas se han basado esencialmente en los criterios descritos en BAGLINIÈRE (1985) y SHEARER (1992); en cada caso se ha determinado el número de periodos completos de crecimiento transcurridos en el río, el número de inviernos pasados en el mar y eventualmente se ha registrado la presencia de marcas de freza (Fig. 2.2).

La lectura de escamas revela la existencia de seis clases de edad, que resultan de la combinación de uno o dos años de río y uno a tres inviernos de mar (Tabla 2. 1); a esto habría que añadir la existencia de juveniles de tres años, que no aparecen en nuestras lecturas de escamas de ejemplares anadromos pero han sido detectados en ríos próximos

(Asón, Cantabria; GARCÍA DE LEÁNIZ y MARTÍNEZ, 1988) y aparecen en muy escasa proporción en muestreos con pesca eléctrica en los ríos asturianos (NICIEZA *et al.*, 1991), y la presencia excepcional de algunos ejemplares que entran por segunda vez en los ríos con más de tres inviernos de permanencia total en el mar. También se han citado ocasionalmente en los ríos cantábricos salmones con 4 períodos de crecimiento en el río (LARIOS, 1930) ó 4 inviernos en el mar (GARCÍA DE LEÁNIZ y MARTÍNEZ, 1988).

En todas las poblaciones que hemos examinado hay una mayoría de individuos que esguinan y migran al mar habiendo permanecido un solo período de crecimiento en el río, pero esta proporción varía considerablemente entre ríos y entre años. Así, salvando el caso del río Navia, en el que el reducido tamaño de muestra impide una valoración definitiva (39% de esguines de un año sobre 41 ejemplares examinados), las proporciones globales de esguines de un año varían entre el 69% (Esva) y el 99% (Narcea). Para el río Eo hemos analizado muestras de escamas de dos períodos (años 1951-1960 y 1983-1991), en los que la frecuencia relativa de esguines de uno y dos años fue significativamente diferente (ver Fig. 2.3); en el primer período el porcentaje de esguines de un año, calculado en cada caso sobre individuos procedentes del mismo año de esguinado y no del mismo año de pesca, fue más elevado en conjunto y presentó mayor constancia interanual que en el segundo (período 1951-1960: porcentaje medio de esguines de un año: 90,9%, coeficiente de variación: 6,5%; período 1983-1991: 62,7% y 40,0%, respectivamente).

TABLA 2.1.

Cuadro resumen de las muestras de escamas interpretadas para los ríos asturianos que se consideran en este estudio. Se incluyen las frecuencias de las 6 clases de edad representadas (años de río/inviernos de mar) y el número de salmones en segunda remontada, potenciales repetidores de segunda freza.

Summary of results from reading of the scale samples from rivers of Asturias (northern Spain) considered for this study. Frequencies of the six recognized age classes (river.sea) and the number of previously spawned salmon are reported.

			Edad (río/mar)							
	Pesca Total	Escamas Leidas	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	Indet.	R. Freza
Cares										
1988	603	346	117	207	4	4	9	1	4	1
1989	305	294	51	154	10	52	23	0	2	2
1990	227	225	40	163	1	3	12	2	3	1
1991	455	451	303	94	4	31	13	0	6	0
Sella										
1986	1093	18	3	6	0	1	8	0	0	0
1987	574	70	0	23	0	0	45	0	2	0
1988	302	155	3	112	7	0	23	8	2	0
1990	166	156	37	101	2	6	8	0	2	0
Narcea										
1985	201	167	10	54	77	0	24	1	1	0
1987	781	776	271	448	20	4	10	5	14	0
1988	1181	1128	196	914	5	4	5	0	4	0
1989	282	107	5	70	17	0	13	1	1	0
1990	523	468	299	144	2	9	4	0	1	0
1991	766	743	67	646	8	6	9	0	7	0
Esva										
1984	161	159	6	59	13	2	60	1	16	2

1987	423	418	37	164	12	15	162	3	24	1
1988	189	182	28	105	2	5	39	1	1	1
1989	141	128	29	81	0	6	7	0	5	0
1990	145	127	24	89	0	9	3	1	1	0
1991	204	203	25	125	2	4	44	0	3	0
Navia										
1989	35	30	4	5	0	7	10	2	0	1
1991	6	13	1	6	0	0	6	0	0	0
Eo										
1951	81	81	1	23	39	1	2	5	1	9
1952	89	88	0	47	14	0	14	5	2	7
1953	258	255	2	155	61	1	9	10	12	5
1954	540	540	1	314	105	0	61	37	12	10
1955	465	457	0	198	198	0	3	2	34	22
1956	440	435	6	166	223	1	7	11	13	8
1957	191	191	4	93	70	0	2	9	6	7
1958	191	190	0	55	102	0	12	9	5	7
1959	341	340	10	241	62	0	10	3	6	8
1960	404	401	0	15	347	0	0	9	21	9
1983	436	323	1	234	57	0	20	10	1	0
1984	339	14	0	4	9	0	1	0	0	0
1985	187	121	0	64	8	0	46	1	1	1
1986	698	441	7	231	58	0	86	45	10	4
1987	303	203	0	178	15	0	5	1	0	4
1988	194	186	5	127	18	0	35	1	0	0
1989	17	17	0	5	3	0	8	1	0	0
1990	8	8	1	5	0	1	1	0	0	0
1991	89	77	2	26	1	0	47	0	0	0

TABLA 2.2.

Distribución por edades (inviernos de mar) de los salmones pescados en el río Eo en el período 1951-1960 y 1981-1992, y porcentaje de cada clase de edad entre los individuos que proceden de una misma cohorte de esguinado.

Age distribution (sea winters) of Atlantic salmon angled in the river Eo in the periods 1951-1960 and 1981-1992, and percentage of sea age classes among the fish coming from the same smolting year.

	Frecuencia				Porcentaje		
	Clases de edad				Clases de edad		
Año de pesca	1	2	3	Año de esguinado	1	2	3
1951	0	27	45				
1952	0	62	20				

1953	0	175	78	1950	0	44.29	55.71
1954	5	378	151	1951	0	53.68	46.32
1955	9	234	200	1952	0	65.40	34.60
1956	9	206	217	1953	1.10	51.32	47.59
1957	7	113	64	1954	3.23	73.84	22.94
1958	1	79	104	1955	3.98	50.00	46.02
1959	6	276	51	1956	5.11	57.66	37.23
1960	1	53	341	1957	0.16	44.66	55.18
1981	4	398	426				
1982	0	45	107				
1983	11	296	129	1980	2.25	25.28	72.47
1984	1	157	181	1981	0.00	62.05	37.95
1985	4	140	42	1982	5.21	74.41	20.38
1986	63	480	151	1983	0.34	47.30	52.36
1987	0	273	26	1984	0.78	93.39	5.84
1988	6	169	18	1985	17.75	76.90	5.35
1989	0	14	3	1986	0.00	98.26	1.74
1990	1	7	0	1987	30.00	70.00	0.00
1991	5	82	1	1988	0.00	87.50	12.50
1992	2	20	4	1989	1.15	94.25	4.60

El principal determinante en la edad media de esguinado parecen ser las condiciones de crecimiento dominantes en cada río (METCALFE y THORPE, 1990); en este sentido, hay una variación clinal de la edad media de esguinado de los salmones en Europa, en paralelo a la latitud y a las variaciones climáticas asociadas. Abundando en esta constatación, NICIEZA y BRAÑA (1993) han mostrado que existe una correspondencia directa entre la intensidad de crecimiento y la proporción de esguines de un año en los ríos asturianos. La relación entre crecimiento y edad de esguinado opera a través del establecimiento de una distribución bimodal de las tallas de los juveniles 0+, que se pone de manifiesto desde el final del verano y determina las pautas de esguinado: los individuos incluidos en el grupo modal superior esguinarán en la siguiente primavera (con edad 1 ó 1+) y el resto lo hará un año más tarde (THORPE, 1987; NICIEZA *et al.*, 1991; ver también Capítulo 3).

La mayor parte de las escamas examinadas corresponden a salmones que han pasado dos inviernos en el mar antes de la remontada (Tabla 2. 1). Esta norma es válida, por el momento, para todos los ríos asturianos, pero en algunos casos la proporción de ejemplares con un solo invierno de mar es elevada y tiende a ser creciente en los últimos años (Cares, Narcea), mientras que en otros ríos los añales representan una fracción muy minoritaria de la población (río Eo, por ejemplo). Los salmones de tres inviernos de mar sólo son claramente más numerosos que los añales en el río Eo. De acuerdo con estos datos (ver también Capítulo 8, sobre el río Bidasoa) y con la información previamente publicada sobre los ríos de Asturias (NICIEZA *et al.*, 1990; VAUCLIN, 1990; BAGLINIÈRE *et al.*, 1991), Galicia (DALDA y SERANTES, 1974) y Cantabria (GARCÍA DE LEÁNIZ y MARTÍNEZ, 1988), las poblaciones de Salmón Atlántico de los ríos del norte de España concuerdan mayoritariamente con el tipo III de la terminología de PORTER *et al.* (1986): poblaciones integradas básicamente por salmones que maduran con 2 años de mar y con una proporción relativamente baja de salmones añales o «grilses» (salmones de 1 invierno de mar). En estas poblaciones suele haber un claro predominio de machos entre los añales, y de hembras entre los salmones con dos o tres inviernos de mar, tal como hemos descrito sobre muestras colectadas en la temporada de pesca en ríos asturianos (PREVOST *et al.*, 1991; ver también Capítulo 7). Este tipo de población predomina igualmente en todo el sector meridional del areal europeo del Salmón Atlántico (PREVOST, 1987; PROUZET, 1990). Con respecto a la relación entre años pasados en el río y en el mar la evidencia es contradictoria: en el conjunto de salmones de los

que se han analizado las escamas, hay mayor proporción de individuos de un año de río entre los años que entre los salmones «multi-invierno» en algunos ríos (Esva, Sella), pero también se ha constatado la situación contraria (Cares), e igualmente la independencia entre edad de río y de mar (Narcea; Eo, en las dos décadas estudiadas).

La presencia de salmones cuyas escamas muestren marcas de freza que evidencian una remontada previa es casi excepcional en los ríos asturianos: no hemos detectado este tipo de marcas en ningún ejemplar capturado en los ríos Sella (N = 399) o Narcea (N = 3,389), y sólo con frecuencias muy bajas aparecen en los ríos Cares (0,30% del total de muestras examinadas; N = 1 316) y Esva (0,33%; N = 1 217). El porcentaje es sólo ligeramente superior para el río Eo en el período 1983-1991 (0,65%; N = 1 390); por el contrario, los salmones de segunda remontada, potenciales repetidores de freza, aun cuando no suponen en ningún caso una parte sustancial de la población, sí tienen una presencia constante y mantienen un nivel moderado de abundancia en este río en el período 1951-1960 (3,09%; N = 2 978; la diferencia entre ambos períodos es significativa: test \underline{U} de Mann-Whitney, $p < 0,0001$). La mayoría de los salmones que hacen una segunda entrada en el río Eo son individuos cuya primera remontada se había producido con al menos 2 inviernos de vida en el mar (la gran reabsorción que suelen presentar las escamas no permite mayor precisión; ver Fig. 2.2) y que entran por segunda vez en el río después de otro período completo de crecimiento marino; hay también unos pocos salmones que remontan por segunda vez tras dos períodos de crecimiento marino e incluso un ejemplar que remonta el río por tercera vez en 1960, de edad 1^+ .3.1.1. (con dos frezas y un período completo de crecimiento tras cada una). BIELAK y POWER (1986) han descrito un proceso parecido de disminución de la frecuencia de iteroparidad asociada a la reducción en la frecuencia relativa de salmones de dos años de mar frente a los de tres años de mar en el río Godbout (Quebec). Las tallas de los individuos que realizan una segunda remontada en el río Eo son semejantes en las dos décadas (test t de Student; $t = 0,392$; $p = 0,695$) y, considerando en conjunto todos los años analizados, los salmones de segunda remontada son significativamente mayores que los de 3 años de mar (prueba de Mann-Whitney; $p < 0,0001$), lo cual puede ser debido a que una proporción importante puede haber pasado 4 períodos de crecimiento en el mar. No se ha podido cuantificar directamente la pérdida de crecimiento potencial asociada a la reproducción, puesto que la clase de edad de mar 4, que sería la referencia adecuada en la mayor parte de los casos, falta casi por completo en este río. SCHAFFER y ELSON (1975) y RANDALL *et al.* (1986) han cifrado el coste energético de la reproducción en pérdidas de peso del orden del 64% al 85% en poblaciones de Salmón Atlántico de diversos ríos canadienses.

3. TENDENCIAS DE VARIACIÓN EN LOS NIVELES DE ABUNDANCIA Y EN LA ESTRUCTURA DE EDAD DE LAS POBLACIONES

En el apartado anterior hemos resumido los resultados más básicos del análisis de escamas de salmón de los ríos asturianos, evitando toda alusión a las posibles tendencias de variación en abundancia o estructura de las poblaciones, salvo en el caso del río Eo, en que la comparación de las muestras de dos décadas completas separadas por un intervalo de 30 años permite obtener alguna conclusión a este respecto. En realidad las oscilaciones de abundancia de las poblaciones de Salmón Atlántico pueden tener ciclos muy amplios (de hasta 20 ó 30 años; BIELAK y POWER, 1986; MILLS, 1989), a los que subyacen frecuentemente otros de menor amplitud, de modo que no es adecuado extraer conclusiones a partir de series temporales cortas. Por otra parte, las distribuciones de edades de los salmones capturados en la misma temporada de pesca no representan eficazmente la estructura de la población, puesto que incluyen individuos nacidos en varios años diferentes; una aproximación más válida se obtiene al analizar la relación entre las sucesivas capturas de los individuos de las tres clases de edad de mar dominantes (1, 2 y 3 inviernos de mar) en tres años de pesca consecutivos (individuos de un invierno de mar pescados en el año x , de dos inviernos en el año $x + 1$, y de tres inviernos en el año $x + 2$); esto equivale a valorar las frecuencias relativas de las clases de edad de mar entre los salmones que proceden de un mismo año de esguinado, que representarán básicamente a una sola cohorte en aquellas poblaciones y años en que exista una edad de río ampliamente dominante (de hecho la proporción de esguines de un año es muy alta en la mayor parte de los ríos asturianos).

FIGURA 2.3.

En las Figuras 2.4 a 2.8 se representa la variación de las capturas totales de salmón en las temporadas de pesca comprendidas entre 1953 y 1992 en los principales ríos salmoneros de Asturias. Los coeficientes de correlación de rangos de Spearman referidos a los datos directos de capturas tienen en general signos negativos, lo que indicaría tendencia global decreciente, pero esta pauta solamente resulta significativa en los ríos Sella y Cares. En estos dos ríos, y también hasta cierto punto en el Narcea, la reducción de las capturas a lo largo del intervalo 1953-1992 no constituye un proceso progresivo, sino que existe una inflexión acusada en torno a 1971 ó 1972, a partir de la cual se establecen oscilaciones en un nivel más bajo (ver NICIEZA *et al.*, 1990); de hecho, las series de capturas en los períodos 1953-1971 Y 1972-1992 difieren significativamente en los ríos Sella y Cares (test de Mann-Whitney, $p <$

0,01). Un fenómeno paralelo, con caída brusca de las capturas desde comienzos de la década de 1970, ha sido descrito en algunos ríos franceses (PROUZET, 1984; PROUZET y JEZEQUEL, 1983), escoceses (MILLS, 1986), e incluso de la propia región cantábrica (GARCÍA DE LEÁNIZ y MARTÍNEZ, 1988), probablemente en conexión con un rebrote o extensión a escala local de la UDN (*Ulcerative Dermal Necrosis*). La secuencia completa de capturas en el río Eo no presenta ninguna tendencia estadísticamente significativa, pero los últimos años de la serie muestran una fuerte reducción: las capturas de los últimos cuatro años (1989-1992) se encuentran entre los cinco valores más bajos (junto con el cómputo de 1961) de los 40 años de los que existe registro. El río Esva, con tendencia creciente en las capturas (coeficiente de Spearman: $r_s = 0,649$; $p < 0,001$), representa un caso particular, ya que fue recolonizado por el salmón a partir de los años cincuenta (DEL RÍO, 1945; CASERO, 1987), y experimentó un incremento casi continuo de las cifras de pesca desde 1959 (20 ejemplares pescados) hasta 1980 (741 ejemplares), iniciando entonces una fase de aparente estabilización, con las oscilaciones interanuales características de las restantes poblaciones; no parece probable, por tanto, que la referida tendencia creciente vaya a proyectarse hacia el futuro.

En las Tablas 2.2 a 2.6 hemos reunido la información correspondiente a los períodos en los que es posible atribuir la edad a todos los salmones pescados legalmente; ya sea a través del tamaño o de la lectura de escamas. El intervalo comprende los años 1974-1992 para todos los ríos excepto el 1951-1960 y 1981-1992. En general, la estructura de edades de mar muestra una tendencia de variación orientada hacia la disminución de la proporción de salmones de tres años y al aumento de los ejemplares de un año. Estos efectos se manifiestan tanto al analizar las capturas de cada temporada de pesca como al considerar los años de esguinado y no parecen corresponder a una variación gradual sino a un fenómeno intensificado en los últimos años, en especial a partir del cohorte de esguinado de 1985. Con el fin de comprobar las tendencias en la evolución de las clases de edad por cohortes de esguinado en las últimas décadas, se ha realizado el análisis de correlación por rangos (coeficiente Spearman) para todos los ríos excepto el Eo, en el que las dos series disponibles son demasiado cortas para permitir análisis de su variación interna; los coeficientes y probabilidades asociadas figuran en las Tablas 2.3 a 2.6. Los coeficientes que corresponden a la variación temporal de la proporción de añales son todos positivos y significativos, lo que indica tendencia creciente de esa clase de edad, que guarda un fuerte paralelismo con la disminución de los salmones de tres inviernos de mar; los coeficientes de correlación correspondientes a los ejemplares de dos inviernos de mar son todos negativos, pero indican una tendencia decreciente menos acusada, y de hecho sólo resultan significativos para los ríos Narcea y Sella.

FIGURA 2.4.

FIGURA 2.5.

FIGURA 2.6.

FIGURA 2.7.

FIGURA 2.8. .

TABLA 2.3.

Distribución por edades (inviernos de mar) de los salmones pescados en el río Esva en el período 1974-1992, y porcentaje de cada clase de edad entre los individuos que proceden de una misma cohorte de esguinado. Coeficiente de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el porcentaje de las clases de edad por años de esguinado y nivel de significación (p).

Age distribution (sea winters) of Atlantic salmon angled in the river Esva in the periods 1974-1992, and percentage of age classes within smolting years. Spearman rank correlation coefficients (r_s) were computed to assess the significance (p) of trends over time in relative frequencies of sea ages.

	Frecuencia				Porcentaje		
	Clases de edad				Clases de edad		
Año de pesca	1	2	3	Año de esguinado	1	2	3
1974	16	85	3				
1975	9	174	14				
1976	14	232	75	1973	6.04	65.66	28.30

1977	21	148	23	1974	3.41	87.88	8.71
1978	63	471	13	1975	8.00	64.57	7.43
1979	12	546	26	1976	4.05	90.93	5.02
1980	32	668	44	1977	9.65	83.61	6.74
1981	25	457	45	1978	1.65	92.14	6.21
1982	7	259	24	1979	6.24	89.08	4.68
1983	9	280	48	1980	7.53	78.01	14.46
1984	12	136	12	1981	2.34	93.65	4.01
1985	22	133	11	1982	5.77	87.18	7.05
1986	95	690	21	1983	7.23	80.12	12.65
1987	43	348	9	1984	3.05	95.70	1.25
1988	35	133	3	1985	21.30	78.03	0.67
1989	44	97	0	1986	24.43	75.57	0.00
1990	33	93	1	1987	26.32	72.93	0.75
1991	29	172	2	1988	31.65	66.91	1.44
1992	44	121	5	1989	15.72	81.9	2.38
				rs	0.57	-0.29	-0.72
				p	0.024	0.25	0.004

TABLA 2.4.

Distribución por edades (inviernos de mar) de los salmones pescados en el río Narcea en el período 1974-1992, y porcentaje de cada clase de edad entre los individuos que proceden de una misma cohorte de esguinado. Coeficiente de correlación de rangos de Spearman (rs) para el porcentaje de las clases de edad por años de esguinado y nivel de significación (p).

Age distribution (sea winters) of Atlantic salmon angled in the river Narcea in the periods 1974-1992, considering both fishing season and smolting years. Spearman rank correlation coefficients (rs) were computed to assess the significance (p) of trends over time in the variation of percentages of sea ages classes within smolting years.

Año de pesca	Frecuencia			Año de esguinado	Porcentaje		
	Clases de edad				Clases de edad		
	1	2	3		1	2	3
1951	0	27	45				
1974	33	120	27				
1975	86	683	47				
1976	10	834	98	1973	4.05	83.91	12.04
1977	23	311	121	1974	8.26	80.12	11.62
1978	115	484	89	1975	2.44	75.85	21.71
1979	59	689	38	1976	4.22	88.81	6.97
1980	35	1740	190	1977	11.57	69.32	19.11
1981	33	447	275	1978	2.84	83.90	13.26
1982	13	112	73	1979	6.31	80.54	13.15

1983	122	661	67	1980	15.57	52.83	31.60
1984	113	703	136	1981	1.60	81.60	16.79
1985	20	111	68	1982	13.66	78.72	7.61
1986	173	347	15	1983	47.28	46.44	6.28
1987	275	464	21	1984	5.15	89.43	5.41
1988	212	953	9	1985	26.78	71.83	1.39
1989	151	113	18	1986	22.07	76.48	1.44
1990	316	206	1	1987	65.03	34.66	0.31
1991	74	659	9	1988	41.26	56.28	2.46
1992	99	298	30	1989	31.44	65.57	2.99
				rs	0.73	-0.50	-0.73
				p	0.004	0.043	0.004

TABLA 2.5.

Distribución por edades (inviernos de mar) de los salmones pescados en el río Sella en el período 1974-1992, y porcentaje de cada clase de edad entre los individuos que proceden de una misma cohorte de esguinado. Coeficiente de correlación de rangos de Spearman (rs) para el porcentaje de las clases de edad por años de esguinado y nivel de significación (p).

Age distribution (sea winters) of Atlantic salmon angled in the river Sella in the periods 1974-1992, considering both fishing season and smolting years. Spearman rank correlation coefficients (rs) were computed to assess the significance (p) of trends over time in the variation of percentages of sea ages classes within smolting years.

	Frecuencia				Porcentaje		
	Clases de edad				Clases de edad		
Año de pesca	1	2	3	Año de esguinado	1	2	3
1974	43	305	93				
1975	31	491	116				
1976	23	240	42	1973	7.47	85.24	7.29
1977	37	402	47	1974	9.75	75.47	14.78
1978	72	563	37	1975	4.98	87.01	8.01
1979	42	1124	39	1976	5.79	88.11	6.10
1980	68	965	161	1977	5.31	82.83	11.86
1981	14	565	100	1978	3.79	87.17	9.03
1982	7	319	53	1979	9.91	82.36	7.73
1983	32	731	63	1980	3.54	80.56	15.91
1984	72	381	95	1981	0.84	87.76	11.40
1985	77	276	28	1982	7.26	86.39	6.35
1986	75	998	16	1983	19.78	75.82	4.40
1987	104	427	43	1984	6.89	89.27	3.85
1988	94	192	16	1985	14.48	82.43	3.09
1989	62	125	0	1986	35.14	64.86	0.00

1990	39	109	2	1987	42.53	56.56	0.90
1991	181	113	3	1988	35.64	62.64	1.72
1992	178	294	11	1989	23.93	69.33	6.74
				rs	0.63	-0.51	-0.67
				p	0.003	0.041	0.006

TABLA 2.6.

Distribución por edades (inviernos de mar) de los salmones pescados en el río Cares en el período 1974-1992, y porcentaje de cada clase de edad entre los individuos que proceden de una misma cohorte de esguinado. Coeficiente de correlación de rangos de Spearman (rs) para el porcentaje de las clases de edad por años de esguinado y nivel de significación (p).

Age distribution (sea winters) of Atlantic salmon angled in the river Cares in the periods 1974-1992, considering both fishing season and smolting years. Spearman rank correlation coefficients (rs) were computed to assess the significance (p) of trends over time in the variation of percentages of sea ages classes within smolting years.

	Frecuencia				Porcentaje		
	Clases de edad				Clases de edad		
Año de pesca	1	2	3	Año de esguinado	1	2	3
1974	39	543	48				
1975	22	337	105				
1976	28	244	45	1973	9.26	80.05	10.69
1977	58	551	37	1974	7.26	80.53	12.21
1978	83	760	148	1975	3.85	75.79	20.36
1979	52	667	105	1976	6.28	82.34	11.38
1980	34	800	85	1977	9.94	79.88	10.18
1981	26	525	103	1978	5.45	83.77	10.79
1982	10	178	42	1979	5.66	87.35	6.99
1983	65	517	39	1980	10.70	73.25	16.05
1984	40	214	92	1981	1.62	83.52	14.86
1985	58	233	18	1982	21.89	72.05	6.06
1986	45	617	22	1983	13.56	78.98	7.48
1987	188	270	25	1984	8.29	88.14	1.87
1988	229	367	6	1985	14.02	84.11	1.87
1989	111	186	8	1986	33.39	65.19	1.42
1990	46	180	1	1987	55.05	44.71	0.24
1991	337	110	4	1988	37.63	61.02	1.36
1992	501	384	23	1989	25.7	61.45	12.82
				rs	0.73	-0.44	-0.57
				p	0.003	0.079	0.023

Como consecuencia de lo antedicho, la relación entre el número de salmones añales y el de salmones de dos o más inviernos de mar (denotada habitualmente como relación 1SW/MSW) aumenta significativamente a lo largo del

intervalo 1974-1992 en los ríos Esva, Narcea, Sella y Cares (Figura 2.9). Las dos series disponibles para el río Eo son demasiado cortas para pretender identificar variaciones en la proporción de las clases de edad de mar en el interior de cada período; por otra parte, las capturas de los últimos años se limitan a unas pocas decenas de individuos, lo que da lugar a variaciones muy fuertes y de apariencia poco plausible si consideramos las frecuencias relativas de las clases de edad de mar por años de esguinado (p. ej., la captura de un solo añal en 1989 haría que la frecuencia relativa de esta clase de edad pasase de 0 a 11 % para la cohorte de esguinado de 1988). En consecuencia, no hemos ensayado en este caso correlaciones sobre las series de edades por años de esguinado, sino simplemente comparaciones entre los dos períodos disponibles, utilizando el cómputo global de individuos de cada una de las tres clases de edad de mar en cada período. Con este criterio, existen diferencias significativas entre ambos períodos en las frecuencias globales de las tres clases de edad de mar ($X^2 = 81.99$; $p < 0,0001$); las diferencias se cifran tanto en el aumento en el período más reciente de la frecuencia de salmones añales frente a los que han pasado más de un invierno en la mar ($X^2 = 19.97$; $p < 0,0001$) como en la disminución de la frecuencia relativa de los salmones de tres inviernos de mar entre estos últimos ($X^2 = 61.96$; $p < 0,0001$). Es interesante constatar que la estructura de edades de mar que describe LARIOS (1930) para los salmones capturados en el río Eo en torno a 1920 (3,45% de un año de mar, 60,35% de dos años de mar, y 36,20% de tres años de mar) se ajusta mejor a la distribución de capturas del período más reciente (1981-1992; porcentajes de las tres clases de edad de mar, en el orden antedicho: 2,97, 63,72 y 33,31) que a la del período 1951-1960 (1,30, 55,04 y 43,65).

En conexión con las modificaciones de las frecuencias relativas de las diferentes clases de edad de mar se produce un cambio sustancial en el desarrollo de la temporada de pesca, ya que en los años y ríos en que predominan los añales las capturas tienden a concentrarse en el último tercio de la misma. En varios estudios previos se ha demostrado que las capturas de salmón siguen una secuencia muy regular, que se repite en diferentes años y ríos en toda la región cantábrica: la edad, talla y peso medios de los salmones pescados decrece sucesivamente a lo largo de la temporada de pesca (GARCÍA DE LEÁNIZ y MARTÍNEZ, 1988; NICIEZA *et al.*, 1990; PÉREZ BARBERÍA, 1991). Este proceso se ha descrito en términos parecidos en otras poblaciones europeas de Salmón Atlántico (ver, p. ej., PREVOST, 1987; MILLS, 1989; SHEARER, 1990); se han citado, sin embargo, excepciones, en ríos cuyo escaso caudal condiciona el tiempo de entrada de los salmones de mayor tamaño (JONSSON *et al.*, 1990). Para los principales ríos salmoneros asturianos se ha documentado cómo esa disminución de la talla y peso corresponde a una secuencia de capturas en la cual se reduce progresivamente la edad media, debido a la sucesión de los salmones de las tres clases de edad de mar (Fig. 2.10); así, los individuos de tres inviernos de mar aparecen principalmente en las capturas de marzo y abril, los de dos inviernos de mar constituyen el grupo de edad dominante desde la segunda mitad de abril hasta mediados de junio, y los salmones de un invierno de mar predominan desde la segunda mitad de junio hasta el final de la temporada de pesca (NICIEZA *et al.*, 1990; PÉREZ BARBERÍA, 1991; GARRIDO, 1992; GARCÍA DE LEÁNIZ *et al.*, 1992). La fenología de entrada (capturas) por edades se repite de modo muy preciso año tras año, tal como se refleja en la figura 2.11, que recoge las frecuencias de capturas de salmones de uno (1SW) y dos inviernos de mar (2SW) en el río Narcea agrupadas por semanas, desde el comienzo del año hasta el fin de la temporada de pesca, durante cuatro años consecutivos. Las máximas frecuencias de capturas de salmones 2SW se producen entre las semanas 20 y 24, y las de salmones 1SW entre la 25 y la 28. Tal secuencia de capturas deriva, por una parte, del propio ritmo de entrada en el río de los salmones, pero puede reflejar además una mayor susceptibilidad a la captura en los días o semanas inmediatas a la entrada (hay pruebas en este sentido en otras poblaciones: SMITH y LAUGHTON, 1993) o una presión de pesca tan intensa que determina la atracción de una alta proporción de peces a medida que entran en el río.

FIGURA 2.9. Variación de la relación entre el número de salmones añales (1SW) y «multiinvierno» (MSW; de dos o tres inviernos de mar) en las capturas de pesca deportiva de 1974 a 1992, considerando tanto los años de pesca (líneas continuas) como los años de esquinado de cada cohorte (líneas de trazos). Para el río Eo se dispone de dos series cortas, en las décadas de 1950 y 1980.

FIGURE 2.9.-Variation of the ratio between grilse (1SW) and multi-sea-winter salmon (MSW; two or three sea winters) in the catches of sport fishery from 1974 to 1992, detached by fishing year (solid line), as well as by smolting year (dashed line). For the Eo river two short series were available, corresponding to the 1950's and 1980's decades.

FIGURA 2. 10. Distribución de frecuencias de los tamaños de los salmones pescados en el río Narcea en la temporada de 1987, agrupados en períodos quincenales. Las líneas de trazos verticales sitúan los límites de tamaño correspondientes a las tres clases de edad de mar (ver NICIEZA, TOLEDO y BRAÑA, 1990).

FIGURE 2.10. Length frequency distribution of salmon angled in the Narcea river during the 1987 fishing season,

grouped by fortnightly periods. The vertical dashed lines mark the size limits for the three classes of sea-age (see NICIEZA, TOLEDO and BRAÑA, 1990).

El orden de entrada que sugiere la secuencia de capturas no ha sido interpretado satisfactoriamente desde la perspectiva de la evolución del ciclo de vida del Salmón Atlántico. Algunos salmones remontan el río de origen muchos meses antes de la reproducción y permanecen sin alimentarse hasta la freza (en diciembre o enero), lo cual se traduce en una importante pérdida de peso; según se desprende de la secuencia de capturas, el tiempo que transcurre entre la remontada y la freza es máximo para los salmones de tres años de mar, en los que frecuentemente la entrada se produce entre siete y diez meses antes de la reproducción (ocasionalmente, más de un año antes; ver SHEARER, 1990). Podemos identificar algunos de los «costes» asociados a este comportamiento: hay, en primer lugar, una reducción de la fecundidad que correspondería a la edad de maduración, tanto por la pérdida de crecimiento potencial (en caso de haber permanecido en el mar alimentándose el mismo tiempo) como por el consumo de reservas durante la permanencia en el río; por otra parte, si los salmones que entran en los primeros meses del año lo hicieran en el anterior período de freza (sólo dos o tres meses antes), anticiparían en un año la edad de reproducción (con el consiguiente acortamiento del tiempo de generación, a lo que se añade la potencial reducción de mortalidad) y llegarían a ella con talla semejante, puesto que en los meses de invierno apenas hay crecimiento, y posiblemente con mayor fecundidad absoluta, ya que no derivarían reservas hacia la subsistencia en el río. Tampoco resulta evidente la existencia de ningún condicionante físico o hidrográfico que pudiera dificultar la entrada en el río en el período inmediatamente previo a la puesta, ya que las condiciones de caudal y temperatura, que son factores determinantes de los pulsos de remontada (JENSEN *et al.*, 1986; LAUGHTON, 1989; POTTS y MALLOCH, 1991), están frecuentemente en niveles óptimos durante el otoño. Así pues, desde las perspectivas de optimización energética, de maximización de la inversión reproductora, o de optimización del tiempo de generación, parece difícil interpretar la combinación de edad de maduración y tiempo de entrada en el río observada en los salmones de los ríos cantábricos. Sin embargo, puesto que tales pautas son persistentes entre años y entre ríos, y coinciden además con las descritas en otras poblaciones de Salmón Atlántico, hemos de convenir en atribuirles un significado funcional; dado que los modelos de optimización parecen inadecuados o insuficientes para analizar las pautas temporales de entrada en el río de los salmones, la alternativa más verosímil es que se trate de una estrategia que haya evolucionado bajo competencia intrapoblacional frecuencia dependiente, y no en respuesta a condiciones ambientales (ver MYERS, 1986; PARKER, 1985). Esta línea de interpretación requiere que exista competencia por los sustratos de mejor calidad para la puesta y que la ocupación previa de los mismos proporcione ventaja competitiva entre individuos de tamaño no excesivamente dispar. Así, el orden de entrada determinaría la primacía en la ocupación del sustrato de freza, promoviendo la anticipación de la fecha de entrada a través de la competencia entre individuos de igual edad y talla semejante. Esta hipótesis facilita una interpretación a la anticipación de la entrada con respecto a la reproducción, y es también coherente con la secuencia de entrada por edades/tallas, ya que las ventajas derivadas de la ocupación previa de las áreas de reproducción no podrían contrarrestar diferencias importantes de tamaño, y por tanto la presión selectiva hacia la anticipación de la fecha de entrada se atenuaría, y finalmente desaparecería, en la medida en que existiese solapamiento con individuos de edad-tamaño sensiblemente mayores. Las pautas de movimiento de los reproductores dentro del río, las fases prolongadas de estacionamiento en las proximidades de las áreas de reproducción y la recuperación de las posiciones iniciales de los salmones desplazados (HAWKINS y SMITH, 1986; HEGGBERGET *et al.*, 1988) son compatibles con la hipótesis de ocupación y defensa o interceptación de las zonas óptimas de freza. Naturalmente, esto no excluye que existan procesos de optimización en otros caracteres o componentes de la inversión reproductora o que sobre algunos de ellos estos procesos operen simultáneamente con estrategias frecuencia dependientes (MYERS, 1986; GROSS, 1987; HOLTBY y HEALEY, 1986).

FIGURA 2.11. Variación del número de salmones de uno (en negro; a la derecha) y dos años de mar (trama; izquierda) pescados en sucesivas semanas contadas desde el principio del año hasta el final del período legal de pesca.

FIGURE 2.11. Variation of the number of one- (solid black; on the right side) and two-sea-year salmon (striped; left) angled in successive weeks from the start of the year till the end of the legal fishing period.

4. ALGUNAS CORRELACIONES E INTERRELACIONES DE LAS SERIES DE CAPTURAS

Con la sola excepción del río Esva, cuya evolución singular se ha analizado en el apartado anterior, las series interanuales de capturas en los restantes ríos asturianos están correlacionadas positiva y significativamente (Tabla 2.7), lo cual sugiere la existencia de algún factor sincronizador común superpuesto a los ciclos internos de cada población. El hecho de que los coeficientes más elevados correspondan a pares de ríos vecinos (p. ej., Cares-Sella, Eo-Esva, con el Narcea en posición intermedia) habla en favor de la influencia de factores ambientales locales, tal vez de tipo climático e hidrográfico. NICIEZA *et al.* (1990) han señalado que la sincronización entre estos ríos

resulta aún más marcada si se comparan las capturas desglosadas por clases de edad de mar. SCARNECCHIA *et al.* (1989 a, b, 1991) encuentran igualmente niveles de correlación altos y generalizados entre ríos de Islandia en las capturas anuales de salmones de un invierno de mar (1SW). Las pautas de variación interanual de la frecuencia relativa de años dentro de cada «cohorte de esguinado» están también fuertemente sincronizadas entre ríos, con la excepción del Eo, en que la proporción de años es más baja y la serie de datos disponibles más corta que en los restantes ríos (Tabla 2.7). La sincronización entre poblaciones cuyas características y manejo no son idénticos apunta hacia la existencia de algún factor regulador externo, ya sea de tipo ambiental o de explotación de los stocks en el medio marino. Por otra parte, el cambio en la proporción de años aparece en los ríos asturianos como un fenómeno de irrupción brusca (a partir de las cohortes de esguinado de 1982 ó 1983) y no regularmente creciente o estable en niveles altos (hay años/ríos en que de nuevo se reduce manifiestamente: Narcea, Sella y Cares en 1984; Esva en 1989), lo que parece excluir la posibilidad de que se esté consolidando una modificación progresiva de la composición genética de las poblaciones; además, el hecho de que haya aumentado en los últimos años el número absoluto de años, y no sólo su proporción en las capturas en los ríos, excluye la posibilidad de que únicamente exista una extracción diferencial de los salmones multi-invierno antes del retorno a los ríos de origen. SCARNECCHIA (1991) ha descrito un fenómeno similar en ríos islandeses y sugiere que la temperatura del agua en el mar en la primavera de esguinado de cada cohorte, correlacionada positivamente en dicho estudio con la proporción de años, pueda ser el principal factor explicativo de las variaciones en la relación 1SW/MSW.

TABLA 2.7.

Matrices de correlación entre ríos (coeficientes de Pearson) de las series anuales de capturas de salmón (bajo la diagonal) y de las frecuencias relativas de salmones de un invierno de mar entre los individuos que proceden de un mismo año de esguinado (relación ISW/MSW: sobre la diagonal). Los datos utilizados en el primer caso son las capturas totales por año y río en el período 1953-1992 (N=40), salvo en los pares en que interfiere el río Esva, cuyo registro se inicia en 1959 (N=34); en el segundo caso se utilizaron las proporciones de años por cohortes de esguinado desde la de 1973 hasta la de 1989 (N=17), excepto para el río Eo, en que la serie común con otros ríos se inicia en 1980 (N=10).

Among-river correlation matrixes (Pearson's coefficients) for series of annual catches of Atlantic salmon (below diagonal), and for the ratio of one-versus multi-sea-winter (ISW/MSW ratio) salmon among individuals coming from the same smoltin year (above diagonal). Data for the first set are total angling catches of every river and year in the period from 1953 to 1992 (N=40), except for the pairs involving the river Esva, for which data set starts in 1959 (N=34); for the second set, we have used proportions of one-sea-winter salmon within smolting cohorts from 1973 to 1989 (N=17), except for the river Eo, whose common data set with the other rivers starts in 1980 (N=10).

	EO	ESVA	NARCEA	SELLA	CARES
EO	1.000	0.412	0.576	0.389	0.548
ESVA	0.679***	1.000	0.743***	0.887***	0.849***
NARCEA	0.626***	0.216	1.000	0.853***	0.841***
SELLA	0.219	-0.180	0.371*	1.000	0.929***
CARES	0.227	-0.140	0.410**	0.731***	1.000

Al confrontar las capturas desglosadas según clases de edad de mar (período 1974-1992) aparecen en algunos casos correlaciones positivas significativas entre los cálculos de capturas de los salmones de sucesivas clases de edad en campañas consecutivas entre los salmones que han pasado más de un invierno en el mar (correlación entre capturas de salmones de dos inviernos de mar en el año x y de tres inviernos de mar en el año $x + 1$; significativas para los siguientes ríos: Narcea, $r = 0,756$, $p < 0,0001$; Sella, $r = 0,659$, $p < 0,005$; Cares, $r = 0,743$, $p < 0,001$). También se han detectado en ocasiones correlaciones significativas entre capturas de años y salmones de dos inviernos de mar para el mismo año de pesca (Eo, $r = 0,675$; Esva, $r = 0,485$; $p < 0,05$ en ambos casos), pero no entre años capturados en una estación de pesca y salmones de dos inviernos de mar en la siguiente o de tres inviernos de mar dos años más tarde, aunque este tipo de correlación ha sido repetidamente constatado tanto en otras poblaciones de Salmón Atlántico (SCARNECCHIA, 1984; BIELAK y POWER, 1986), como en salmones del Pacífico (PETERMAN, 1982). Evidentemente, esta aparente anomalía de los ríos cantábricos puede estar reflejando principalmente las importantes variaciones ocurridas en los últimos años en la frecuencia relativa de los salmones de un invierno de mar dentro de las cohortes de esguinado.

Hemos intentado valorar el efecto de las capturas en años previos (como indicadores del potencial reproductor) y de

las repoblaciones sobre algunas características de las capturas en un año determinado: captura total, captura desprovista de la tendencia histórica (residuos de la regresión de la serie de capturas sobre el tiempo), y relación entre el número de años y el de salmones de más de un invierno de mar. El método de análisis utilizado ha sido la regresión múltiple (modelo «stepwise»; nivel de entrada: $p = 0.05$) y las variables predictoras ensayadas son las capturas (desglosadas por edades de mar) en los años que incluyen los reproductores que han contribuido al reclutamiento de los individuos que entran en cada año de pesca, considerando su edad total (río + mar); también se incluyen las repoblaciones en los años previos adecuados según las edades dominantes de las capturas (1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 1.3), considerando que las sueltas se han realizado habitualmente con alevines en su primer año de vida (0+). Los principales resultados de este análisis, limitado al intervalo para el que es posible atribuir la edad a todos los salmones pescados (1974-1992), se resumen en la Tabla 2.8. En conjunto, la capacidad predictora de capturas previas y repoblaciones es baja, ya que únicamente entran en el modelo algunas de las variables independientes consideradas para la captura total en el Cares y para los residuos de las capturas en este mismo río y en el Esva. En ambos ríos se repite como predictora significativa de los residuos de capturas totales la captura de salmones de dos años de edad de mar cuatro años antes (C2,t-4), variable a la que cabe atribuir un fuerte peso sobre el reclutamiento, ya que no sólo encaja con ciclos numéricamente dominantes (sería la generación parental para los retornos de edad 2.1 y 1.2), sino que implica a una edad con una alta fecundidad potencial, tanto por el tamaño de los individuos como por el predominio de hembras. Las repoblaciones no intervienen apenas como predictores de los niveles de capturas, ya sean totales absolutos o residuos; únicamente entran significativamente en la regresión en el caso del río Cares, dando cuenta, junto con la variable C1,t-3, del 53% de la varianza en la captura total. El hecho de que los residuos sobre la tendencia histórica no mantengan la misma vinculación hace pensar en que no se trate de una relación causal, sino de una covariación accidental.

TABLA 2.8.

Variables predictoras con los efectos significativos sobre las capturas y la proporción de años en el período 1974-1992, coeficientes de determinación y niveles de significación asociados en las regresiones múltiples (modelo "stepwise").

Predictor variables (identified in the text) having significant effects on angling catches (total and residuals from de regression of catches in years) and grilse proportion (ISW/MSW ratio), determination coefficients and associated significance levels for multiple regressions (stepwise model).

	RIOS									
	EO		ESVA		NARCEA		SELLA		CARES	
Variable dependiente	R ²	p	R ²	p	R ²	p	R ²	p	R ²	p
Captura Total	-	-	-	-	-	-	-	-	0.53	0.006
Variables	Ninguna		Ninguna		Ninguna		Ninguna		R.t-4	Cl.t-3
Residuo Captura	-	-	0.29	0.036	-	-	-	-	0.49	0.005
Variables	Ninguna		C2.t-4		Ninguna		Ninguna		C2.t-4	
Relación ISW/MSW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Variables	Ninguna		Ninguna		Ninguna		Ninguna		Ninguna	

En estudios comparativos sobre ríos canadienses e islandeses se han encontrado relaciones positivas entre la longitud y caudal de los ríos y la edad y tamaño medios de los salmones reproductores (SCHAFFER y ELSON, 1975; POWER, 1981; SCARNECCHIA, 1983). PREVOST (1987) ha descrito también para los ríos franceses una relación positiva global entre la talla media de los salmones, dentro de cada clase de edad, y el caudal de los ríos en que se reproducen. A pesar de que la relativa uniformidad de la longitud y caudal de los ríos cantábricos no favorece este tipo de aproximación, VAUCLIN (1990) ha mostrado que, para los stocks asturianos, la talla y el peso medios de los individuos de cada clase de edad de mar tienden a ser mayores en los ríos más caudalosos. Esta correspondencia ha sido promovida, evidentemente, por el hecho de que los peces de mayor edad y tamaño tienen mayor facilidad para remontar ríos caudalosos o con obstáculos importantes y para alcanzar los frezaderos situados en las zonas altas de ríos largos (SCHAFFER y ELSON, 1975); esta vinculación aporta una nueva evidencia de que la edad y tamaño de maduración componen un carácter particularmente complejo, de determinismo múltiple, sobre el que intervienen procesos de optimización frente a condiciones ambientales (caudal y longitud del río, por ejemplo), selección de fecundidad (ver Capítulo 7) y procesos de selección intrapoblacional frecuencia-

dependientes (ver Apartado anterior).

BIBLIOGRAFÍA

- Baglinière, J. L. (1985): «La détermination de l'age par scalimétrie chez le saumon atlantique (*Salmo salar*) dans son aire de répartition méridionale: utilisation pratique et difficultés de la méthode». *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 298: 69-105.
- Baglinière, J. L.; Nicieza, A. G.; Braña, F., y Prevost, E. (1991): «Vérification des critères utilisés pour déterminer les positions des bandes hivernales sur la partie marine des écailles de Saumon atlantique (*Salmo salar* L.) adulte en France et en Espagne». *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 323: 160-168.
- Bielak, A. T., y Power, G. (1986): «Changes in mean weight, sea-age composition, and catch-per-unit-effort of Atlantic salmon (*Salmo salar*) angled in the Godbout River, Quebec, 1859-1983». *Can.J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 281-287.
- Bielak, A. T., y Power, G. (1988): «Catch records. Facts or myths?», pp. 235-255, en D. Mills y D. Piggins (eds.), *Atlantic salmon: planning for the future*. Croom Helm, Londres.
- Browne, J., (1986): «The data available for analysis en the Irish salmon stock», pp. 84-90, en D. Jenkins y W. M. Shearer (eds.), *The status of the Atlantic salmon in Scotland*, ITE Symposium n°. 15, Institute of Terrestrial Ecology, Abbots Ripton.
- Casero, A. (1987): *Ríos salmoneros de Asturias*, pp. 139-179. ALSA, Oviedo.
- Chadwick, E. M. P. (1985): «Fundamental research problems in the management of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Atlantic Canada». *J. Fish Biol.*, 27 (suppl. A): 9-25.
- Chadwick, E. M. P., y Randall, R. G. (1986): «A stock-recruitment relationship for Atlantic salmon in the Miramichi River, New Brunswick». *North American Journal of Fisheries Management*, 6: 200-203.
- Dalda, J., y Serantes, M. R. (1974): «El Salmón Atlántico en aguas ibéricas. Estudio ecológico y biométrico». *Trabajos Compostelanos de Biología*, 4: 177-214.
- Dempson, J. B.; Myers, R. A., y Reddin, D. G. (1986): «Age at first maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Influences of the marine environment», en D. J. Meerburg (ed.), *Salmonid age at maturity*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 89: 79-89.
- Dunkley, D. A. (1986): «Changes in the timing and biology of salmon runs», pp. 20-27, en D. Jenkins y W. M. Shearer (eds.), *The status of Atlantic salmon in Scotland*. ITE symposium n°. 15, Institute of Terrestrial Ecology, Abbots Ripton.
- García De Leániz, C.; Hawkins, T.; Hay, D., y Martínez, J. J. (1987): *The Atlantic salmon in Spain*. Atlantic Salmon Trust, Moulin, Pitlochry.
- García De Leániz, C., y Martínez, J. J. (1988): «The Atlantic salmon in the rivers of Spain with particular reference to Cantabria», pp. 179-209, en D. Mills y D. Piggins (eds.), *Atlantic salmon: planning for the future*» Croom Helm, Londres.
- García De Leániz, C.; Caballero, P.; Valero, E.; Martínez, J. J., y Hawkins, A. D. (1992): «Historical changes in some Spanish red and line salmon, *Salmo salar* L., fisheries: why are large multi-seawinter fish becoming scarcer?», *J. Fish Biol.*, 41 (suppl. B): 179.
- Gardner, M. L. G. (1976): «A review of factors which may influence the sea-age and maturation of Atlantic salmon *Salmo salar* L.», *J. Fish Biol.*, 9: 289-327.
- Garrido, R. (1992): *El salmón del río Ea. Características de la población, crecimiento y edad de maduración*. Seminario de Investigación de Doctorado, Dpto. BOS, Universidad de Oviedo.

- Gross, M. R. (1987): «Evolution of diadromy in fishes». *Amer. Fish. Soc. Sympos.*, 1: 14-25.
- Gudjonsson, T. (1988): «Exploitation of salmon in Iceland», pp. 162-178, en D. Mills y D. Piggins (eds.), *Atlantic salmon: planning for the future*. Croom Helm, Londres.
- Hansen, L. P. (1988): «Status of exploitation of Atlantic salmon in Norway», pp. 143-161, en D. Mills y D. Piggins (eds.), *Atlantic salmon: planning for the future*. Croom Helm, Londres.
- Hansen, L. P. (1990): «Exploitation of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) from the River Drammenselv, SE Norway». *Fisheries Research*, 10:125-135.
- Harris, G. S. (1988): «The status of exploitation of salmon in England and Wales», pp. 69-90, en D. Mills y D. Piggins (eds.), *Atlantic salmon: planning for the future*. Croom Helm, Londres.
- Hawkins, A. D., y Smith, G. W. (1986): «Radio tracking observations en Atlantic salmon *Salmo salar* L. ascending the Aberdeenshire Dee». *Scottish Fisheries Research Report*, 36: 1-24.
- Healey, M. C. (1986): «Optimum size and age at maturity in Pacific salmon and effects of size-selective fisheries», pp. 39-52, en D. J. Meerburg (ed.) *Salmonid age at maturity*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 89.
- Hegciberget, T. G.; Hansen, L. P., y Næsje, T. F. (1988): «Within-river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*)». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45: 1691-1698.
- Jensen, J. M. (1990): «Atlantic salmon at Greenland». *Fisheries Research*, 10:29-52.
- Holtby, L. B., y Healey, M. C. (1986): «Selection for adult size in female Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*)». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 1946-1959.
- Jensen, A. J.; Heggberget, T. G., y Johnsen, B. O. (1986): «Up stream migration of adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the River Vefsna, northern Norway». *J. Fish Biol.*, 29: 459-465.
- Jonsson, N.; Jonsson, B., y Hansen, L. P. (1990): «Partial segregation in the timing of migration of Atlantic salmon of different ages». *Anim. Behav.*, 40: 313-321.
- Jusue Mendicouague, P. De (1953): *Las regalías salmoneras. Noticia histórica sobre la pesca del salmón en Cantabria*. Santander.
- Larios y Sánchez De Piña, P. (1930): *Ríos salmoneros de Asturias* (Memoria presentada a la Diputación de Oviedo en septiembre de 1927). Madrid.
- Laughton, R. (1989): «The movements of adult salmon within the River Spey». *Scottish Fisheries Research Report*, 41: 1-19.
- Metcalf, N. B., y Thorpe, J. (1990): «Determinants of geographical variation in the age of seaward-migrating salmon, *Salmo salar*». *J. Anim. Ecol.*, 59: 135-145.
- Mills, D. (1986): «The biology of Scottish salmon», pp. 10- 19, en D. Jenkins y W. M. Shearer (eds.), *The status of Atlantic salmon in Scotland*. ITE Symposium n°. 15, Institute of Terrestrial Ecology, Abbots Ripton.
- Mills, D. (1989): *Ecology and management of Atlantic salmon*. Chapman and Hall, Londres.
- Myers, R. A. (1986): «Game theory and the evolution of Atlantic salmon (*Salmo salar*) age at maturation», en D. J. Meerburg (ed.), *Salmonid age at maturity*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 89: 53-61.
- Nicieza, A. G.; Toledo, M. M., y Braña, F. (1990): «Capturas de Salmón Atlántico (*Salmo salar* L.) en los ríos asturianos en el período 1953-1989. Variaciones de abundancia y estructura de edades de mar». *Biodatos Básicos (supl. Rev. Biol. Ulliv. Oviedo)*, vol. 4: 1-91.

- Nicieza, A. G.; Braña, F., y Toledo, M. M. (1991): «Development of length-bimodality and smolting in wild stocks of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., under different growth conditions». *J. Fish Biol.*, 38: 509-523.
- Nicieza, A. G., y Braña, F. (1993): «Compensatory growth and optimum size in one-year-old smolts of Atlantic salmon (*Salmo salar*)», en R. J. Gibson y R. E. Cutting (eds.), *Production of juvenile Atlantic salmon in natural waters. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 118: 225-237.
- Parker, G. A. (1985): «Population consequences of evolutionary stable strategies», pp. 33-58, en R. M. Sibly y R. H. Smith (eds.), *Behavioural ecology. Ecological consequences of adaptive behaviour*. Blackwell, Oxford.
- Pérez Barbería, J. (1991): *Capturas por pesca deportiva de Salmón Atlántico (Salmo salar L.) en el río Esva (período 1975-1990): Interpretación de la variación espaciotemporal y modelo predictivo*. Seminario de Investigación de Doctorado, Dpto. B.O.S., Universidad de Oviedo.
- Peterman, R. M. (1982): «Model of salmon age structure and its use in preseason forecasting and studies of marine survival». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39: 1444-1452.
- Porter, T. R.; Healey, M. C.; O'connell, M. F.; Baum, E. T.; Bielak, A. T., y Cote, Y. (1986): «Implications of varying the sea age at maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) on yield to the fisheries», en D. J. Meerburg (ed.), *Salmonid age at maturity. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 89: 110-117.
- Potts, W. T. W. y Malloch, A. J. C. (1991): «River flow, Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) movement and red catch in the Aberdeenshire Dee». *J. Fish Biol.*, 39: 755-764.
- Power, G. (1981): «Stock characteristics and catches of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Quebec, and Newfoundland and Labrador in relation to environmental variables». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 1601-1611.
- Prevost, E. (1987): *Les populations of Salmon atlantique (Salmo salar L.) en France: description, relation avec les caractéristiques des rivières et essai de discrimination*. Tesis doctoral, Universidad de Rennes.
- Prevost, E.; Vauclin, V.; Baglinière, J. L.; Braña, F., y Nicieza, A. G. (1991): «Application d'une méthode de détermination externe du sexe chez le Saumon Atlantique (*Salmo salar* L.) dans les rivières des Asturies (Espagne)». *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 323: 149-159.
- Prouzet, P. (1984): «Caractéristiques du stock de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) capturés à la ligne sur l'Aulne (rivière de Bretagne-nord) durant la période 1973-1981». *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 46: 285-298.
- Prouzet, P. (1990): «Stock characteristics of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in France: a review» *Aquat. Living Resour.*, 3: 85-97.
- Prouzet, P., y Jezequel, M. (1983): «Caractéristiques des populations de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) captures a la ligne sur l'Elorn (rivière de Bretagne nord) durant la période 1974-1981». *Bull. Fr. Piscic.*, 289: 94-111.
- Prouzet, P., y Dumas, J. (1988): «Measurement of Atlantic salmon spawning escapement», pp. 325-344, en D. Mills y D. Piggins (eds.), *Atlantic salmon: planning for the future*. Croom Helm, Londres.
- Randall, R. G. (1989): «Effect of sea-age on the reproductive potential of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in eastern Canada». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 2210-2218.
- Randall, R. G.; Thorpe, J. E.; Gibson, R. J., y Reddin, D. G. (1986): «Biological factors affecting age at maturity in Atlantic salmon (*Salmo salar*)», pp. 90-96, en D. J. Meerburg (ed.), *Salmonid age at maturity. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 89.
- Ricker, W. E. (1981): «Changes in the average size and the average age of Pacific salmon». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 1636-1656.

- Riddell, B. E. (1986): «Assessment of selective fishing on the age at maturity in Atlantic salmon (*Salmo salar*): A genetic perspective», pp. 102-109, en D. J. Meerburg (ed.), *Salmonid age at maturity*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 89.
- Riley, S. C.; Bielak, A. T., y Power, G. (1984): «The Atlantic salmon stock of the Grand Watshishou River (Québec). A historical perspective». *Naturaliste can. (Revue Ecol. Syst.)*, 111: 219-228.
- Río, J. del (1945): «Pesca deportiva en los ríos de Asturias», pp. 229-240, en *El Salmón y su pesca en España*. Dirección General de Turismo, Madrid.
- Ritter, J. A. (1975): «Relationships of smolt size and age with age at first maturity in Atlantic salmon». *Can. Technical Report Series No. MAR/T- 75-5*.
- Ryan, P. M. (1986): «Prediction of angler success in an Atlantic salmon, *Salmo salar*, fishery two fishing seasons in advance». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 2531-2534.
- Sáñez Recuart, A. (1795): *Diccionario histórico de los artes de la pesca nacional. Tomo V* (Reed. facsim. Secretaría General de Pesca Marítima. Madrid, 1988).
- Saunders, R. L. (1986): «The scientific and management implications of age and size at sexual maturity in Atlantic salmon (*Salmo salar*)», en D. J. Meerburg (ed.), *Salmonid age at maturity*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 89: 3-6.
- Saunders, R. L.; Henderson, E. B.; Glebe, B., y Loudenslager, E. J. (1983): «Evidence of a major environmental component in determination of the grilse: large salmon ratio in Atlantic salmon (*Salmo salar*)». *Aquaculture*, 33: 107-118.
- Scarnecchia, D. L. (1983): «Age at sexual maturity in Icelandic stocks of Atlantic salmon (*Salmo salar*)». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 1456-1468.
- Scarnecchia, D. L. (1984): «Forecasting yield of two-sea-winter Atlantic salmon (*Salmo salar*) from Icelandic rivers». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 41: 1234-1240.
- Scarnecchia, D. L.; Isaksson, A., y White, S. E. (1989a): «Effects of oceanic variations and the West Greenland fisheries en age at maturity of Icelandic West coast stocks of Atlantic salmon (*Salmo salar*)». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 16-27.
- Scarnecchia, D. L.; Isaksson, A., y White, S. E. (1989b): «New and revised catch forecast for two-sea-winter Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Iceland rivers». *J. Appl. Ichthyol.*, 5: 101- 110.
- Scarnecchia, D. L.; Isaksson, A., y White, S. E. (1991): «Effects of the Faroese longline fishery, other oceanic fisheries and oceanic variations en age at maturity of Icelandic north-coast stocks of Atlantic salmon (*Salmo salar*)». *Fisheries Research*, 10: 207-228.
- Schaffer, W. M., y Elson, P. F. (1975): «The adaptative significance of variations in lile history among local populations of Atlantic salmon in North America». *Ecology*, 56: 577-590.
- Shearer, W. M. (1988): «Relating catch records to stocks», pp. 256-274, en D. Mills y D. Piggins (eds.), *Atlantic salinon: planning for the future*. Croom Helm, Londres.
- Shearer, W. M. (1990): «The Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) of the North Esk with particular reference to the relationship between both river and sea age and time of return to home waters». *Fisheries Research*, 10: 93-123.
- Shearer, W. M. (1992): *Atlantic salmon scale reading guidelines*. ICES Cooperative research report. N°. 188.
- Smith, G. W. y Laughton, R. (1993): «The relationship between red catches and the distribution of adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) during the initial phase of riverine migration». *The ecological basis for river management* (p. 37, Abstract). University of Leicester.

Thorpe, J. E. (1987): «Environmental regulation of growth patterns in juvenile Atlantic salmon», pp. 463-474, en R. C. Summerfelt y G. E. Hall (eds.), *Age and growth of fish*, Iowa State University Press, Ames.

Vauclin, V. (1990): *Le saumon atlantique (Salmo salar) dans la province des Asturies (Espagne). Eléments de description des populations et de détermination du sexe*. Mem. ENSA, Universidad de Rennes.

RESUMEN

En este Capítulo se pretende caracterizar la estructura de edad de algunas poblaciones cantábricas de Salmón Atlántico y analizar sus variaciones recientes o las que hayan podido experimentar los niveles generales de abundancia, a partir de la información proporcionada por las estadísticas de pesca y la lectura de escamas de más de 10.000 ejemplares capturados en ríos asturianos. La lectura de escamas revela que solamente hay seis combinaciones frecuentes de edad: uno o dos años de vida en el río hasta el esguinado y entre uno y tres inviernos en el mar antes de volver al río. Otras edades o combinaciones (tres años en el río, 4 inviernos ininterrumpidos en el mar) son sumamente infrecuentes. La edad de esguinado más frecuente es un año y la proporción de esguines de esa edad varía entre el 69% (río Esva, media interanual) y el 99% (río Narcea). La mayor parte de las escamas examinadas corresponden a salmones de dos inviernos de mar, pero también hay una proporción relativamente elevada de ejemplares de un invierno de mar, que tiende a ser creciente en los últimos años en algunos ríos (Cares, Narcea). Los salmones de tres años de mar sólo son claramente más numerosos que los añales en el río Eo. Como consecuencia de lo antedicho, la relación entre el número de salmones de un invierno de mar y el de salmones de dos o más inviernos de mar aumenta significativamente a lo largo del intervalo 1974-1992 en los ríos Esva, Narcea, Sella y Caros. La disección de ejemplares capturados en la temporada de pesca revela un acusado predominio de los machos entre los añales y de hembras entre los salmones de dos inviernos de mar. La presencia en las escamas de marcas de freza, que evidencian una remontada previa, es excepcional (0,5%) en todos los ríos excepto en el Eo; en este río la frecuencia de salmones con más de una remontada era moderadamente elevada en la década 1951-1960 (3,1%), pero se redujo significativamente en el período más reciente (0,65% en 1983-1991). Las capturas de pesca deportiva en el período 1953-1992 muestran en general una fuerte sincronización entre ríos, especialmente entre ríos contiguos, y una tendencia global decreciente, que resulta significativa para los ríos Sella y Cares.

SUMMARY

Characterisation of cantabric populations of Atlantic salmon and analysis of variation in catches and age structure.

We have attempted to assess variation in age structure and to analyse trends of variation in abundance of Cantabric stocks of Atlantic salmon, on the basis of catch data from the fishing season and scale analysis of over 10,000 fish angled in rivers of Asturias (northern Spain). Scale reading showed that there are only six frequent age combinations: one or two river years until smolting and from one to three winters at sea before returning to the river. There are a few more age combinations (e. g., three years in the river or four continuous winters at sea), but these are exceedingly rare. Most juvenile become one-year-old smolts, so the proportion of fish of that smolt age ranged from 69% (river Esva) to 99% (river Narcea). Most of the examined scales correspond to two sea-winter (2SW) salmon, but there is also a rather high proportion of one-sea-winter ones (1SW, grilse), that has to rise in some rivers (Cares, Narcea) in the last few years. Three-sea-winter salmon are only more numerous than grilse in the river Eo. As a consequence of the above statements, the ratio of 1SW to multi-sea-winter salmon significantly increased along the 1974-1992 period in the rivers Esva, Narcea, Sella and Cares. Dissections of specimens caught during the fishing season revealed a noticeable prevalence of males among 1SW salmon, whereas most of the 2SW fish were females. Spawning marks, meaning a previous run, are unusual (0,5%) with the only exception of the river Eo; in this river, the frequency of second-run salmon was rather high in the decade 1951-1960 (3,1%), but significantly decreased in more recent times (0,65% in 1983-1991). Annual catches of sport fishing in the period 1953-1992 showed a strong synchronisation among rivers, specially among neighbouring ones, in addition to an overall decreasing trend, statistically significant for the rivers Sella and Cares.