

Biología reproductiva del Salmón atlántico en los ríos ibéricos

• C. GARCÍA DE LEANIZ, A. SERDIO, S. CONSUEGRA,
P. CABALLERO & J. ÁLVAREZ •



RESUMEN

Hemos estudiado los siguientes aspectos de la biología reproductiva del salmón atlántico en los ríos ibéricos: momento de desove, tamaño de los reproductores, coeficiente de sexos y fecundidad de las hembras, además del tamaño y coloración de los huevos en algunas poblaciones. El momento de desove resultó ser muy variable, pudiendo extenderse desde mediados de Noviembre hasta comienzos de Febrero, si bien el momento de mayor actividad reproductora tiene lugar normalmente en Diciembre. El coeficiente de sexos de los reproductores está generalmente sesgado a favor de los machos, que presentan por término medio una menor edad de mar y un menor tamaño que las hembras. Aunque la fecundidad de las hembras varía considerablemente entre ejemplares, las hembras añales presentan proporcionalmente una mayor fecundidad que las hembras de varios inviernos de mar. El tamaño de los huevos varía así mismo entre clases de edad, así como entre poblaciones. Comparado con poblaciones de salmón atlántico más boreales, las poblaciones ibéricas tienden a presentar una mayor fecundidad relativa y un menor tamaño de huevo, tal y como predice la teoría para poblaciones en hábitats extremos y marginales, donde gobernadas por procesos demográficos "r". Dichas diferencias en estrategias reproductivas tienen probablemente una componente genética y resultan posiblemente adaptativas.

ABSTRACT

We have examined the following aspects of the reproductive biology of Atlantic salmon in Iberian rivers: timing of spawning, body size, sex ratio and female fecundity. Egg size and ova colouration were also examined in some populations. Spawning was found to vary considerably, extending from mid November until early February, though the peak of spawning activity typically took place in December. The sex ratio of spawners was usually biased in favour of males, which had on average a younger sea age and a smaller body size than females. Female fecundity varied conside-

rably between individuals, but was found to be proportionately higher in female grilse than in multi-seawinter females. Egg size was also found to differ between age classes, as well as between populations. Compared to more northerly populations, Iberian Atlantic salmon tend to show a greater relative fecundity and a smaller egg size, as predicted by theory for populations inhabiting extreme, marginal habitats governed by r-demographic processes. Such differences in reproductive strategies have probably a genetic basis and are likely to be adaptive.



Introducción

Aunque los reproductores de salmón atlántico puede entrar en los ríos desde el mar en cualquier mes del año, la reproducción o freza sólo tiene lugar en los meses de otoño y comienzos del invierno (Mills, 1989), supuestamente para que la emergencia de los alevines desde las camas de freza coincida con la mayor disponibilidad de alimento en la primavera. Sin embargo, para que los alevines eclosionen en la primavera, las hembras deben desovar en un período que variará en función de la temperatura del agua: cuánto más baja sea la temperatura más tiempo tardarán los alevines en desarrollarse y más temprano deberá ser por tanto el momento de desove.

En poblaciones boreales, el momento de la reproducción parece depender de la temperatura del agua (Heggerget, 1988), tal y como predice la teoría, lo que hace pensar que podrían existir adaptaciones locales y que la variación temporal en el momento del desove pudiera ser adaptativa (Fleming, 1996). Sin embargo, no existe apenas información sobre el momento de desove de las poblaciones ibéricas, aquellas que en principio deberían desovar más tarde al habitar los ríos con mayor temperatura, y cuyo estudio permitiría contrastar algunas predicciones sobre estrategias óptimas reproductivas. Tampoco se conoce bien la influencia de la latitud en el tamaño medio de los reproductores en las poblaciones más meridionales, ni si existen diferencias importantes en fecundidad o tamaño de los huevos, parámetros todos ellos que parecen variar entre poblaciones y que en salmónidos son objeto de la selección natural (Fleming, 1998). Únicamente en el caso de los ríos Narcea (Nicieza & Braña, 1995) y Ulla (Caballero *et al.*, 2001) encontramos alguna información al respecto.

En este trabajo hemos examinado algunos parámetros de la biología reproductiva del salmón atlántico en seis ríos ibéricos (Bidasoa, Asón, Pas, Nansa, Deva y Ulla), cuyas características se muestran en la Tabla 1, y los hemos comparado con otras poblaciones europeas. Para el cálculo de la fecundidad media, tamaño medio de los huevos y momento de desove hemos excluido del análisis aquellos ejemplares adul-

Tabla 1.- Características de los ríos salmoneros objeto del estudio.

Río	Orden fluvial	Extensión cuenca (km ²)	Densidad de drenaje (km/km ²)	Longitud fluvial utilizada por el salmón (km)
Bidasoa	6	684	0.65	34
Asón	4	563	0.29	35
Pas	4	626	0.53	51
Nansa	4	408	0.64	13
Deva	5	687	0.66	31
Ulla	6	2692	0.81	81

tos a los que les faltaba la aleta adiposa al tratarse éstos de salmones de repoblación criados en piscifactorías y que podrían diferir en su biología reproductiva de los ejemplares silvestres (Jonsson et al., 1996). Así mismo, para algunas hembras de los ríos Ulla y Bidasoa donde no se disponía de peso de los huevos éste ha sido estimado a partir de su diámetro según la regresión $P = 48.14D - 158.44$ ($R^2 = 0.79$), siendo P el peso de los huevos en mg y D su diámetro en mm.

Resultados

Tamaño y estructura de edad de los reproductores

El tamaño medio de los reproductores (incluyendo en este caso tanto los ejemplares silvestres como aquellos que procedían de la repoblación de juveniles) oscila de media entre 67 cm para el río Bidasoa hasta 72 cm para el río Ulla (Tabla 2), si bien existe bastante variabilidad interanual. En todos los casos, los reproductores son siempre más pequeños que los ejemplares capturados durante la temporada de pesca. La incidencia de añales entre los reproductores difiere entre ríos, variando entre el 85% por término medio para el río Bidasoa, que es el río que presenta los reproductores de menor tamaño, hasta el 30% para el Ulla, que es el río que presenta los reproductores más grandes y de mayor edad. La variabilidad interanual en la incidencia de añales, sin embargo, es también bastante alta (Tabla 2).

Coficiente de sexos

El coeficiente de sexos (machos/hembras) entre los reproductores muestreados se encuentra frecuentemente sesgado a favor de los machos (Tabla 2), si bien existen variaciones significativas entre años, dependiendo fundamentalmente de la incidencia de añales que suelen ser machos. En general los machos son casi siempre más pequeños que las hembras al tener normalmente menor edad de mar.

Tabla 2.- Características de los reproductores de salmón atlántico en las seis poblaciones ibéricas estudiadas durante el período 1990-2000. Los rangos de los valores medios anuales se muestran en paréntesis

Río	Tamaño muestra (N)	Longitud furcal media (cm)	Incidencia media de añales (%)	Coefficiente medio de sexos (M/H)
Bidasoa	2984	66.9 (63-69)	84.6 (70-98)	1.30 (0.61-2.17)
Asón	217	69.4 (66-74)	47.4 (18-72)	0.77 (0.21-1.54)
Pas	201	70.0 (65-76)	53.8 (31-71)	1.50 (0.96-2.40)
Nansa	907	67.8 (66-70)	67.2 (50-83)	2.27 (1.52-3.71)
Deva	211	68.4 (63-74)	59.9 (16-100)	2.57 (1.20-5.00)
Ulla	315	72.2 (65-76)	30.3 (9-72)	0.82 (0.41-2.64)

Fecundidad

La fecundidad absoluta (nº huevos) de las hembras de salmón en las poblaciones ibéricas aumenta con la longitud furcal, mostrando una relación lineal positiva después de la transformación logarítmica (Figura 1), tal y como se observa en otras poblaciones (Shearer, 1992).

Si estandarizamos la fecundidad por el tamaño medio de las hembras para poder comparar los valores de fecundidad entre poblaciones, observamos que algunas

Figura 1.- Relación entre el tamaño de las hembras de salmón (longitud furcal) y su fecundidad absoluta (Nº huevos) después de su transformación logarítmica.

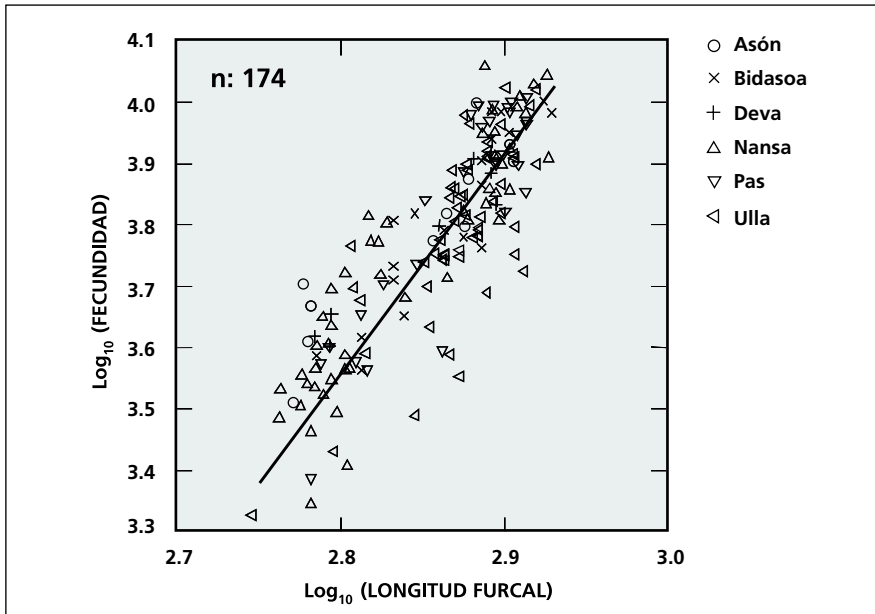
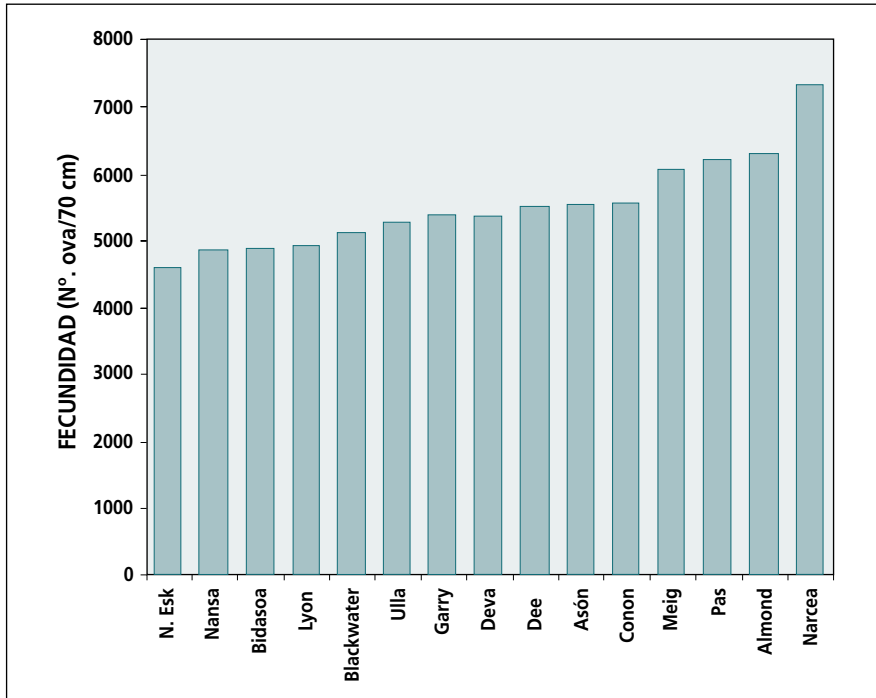


Figura 2.- Fecundidades estandarizadas (Nº huevos para una hembra de 70 cm) en las seis poblaciones ibéricas estudiadas y en otras poblaciones de referencia (Pope et al., 1961; Thorpe et al., 1984; Mills, 1989; Shearer, 1992; Nicieza & Braña, 1995). La diferencia específica entre la población más fecunda (Narcea) y la menos fecunda (North Esk) es considerable y alcanza el 59%.

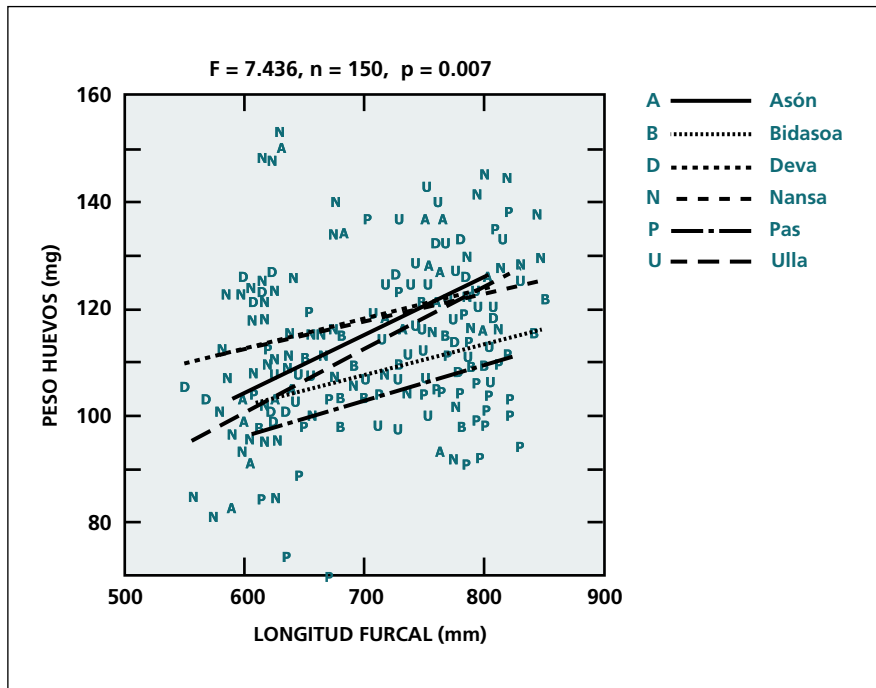


poblaciones ibéricas (Narcea, Pas) se encuentran entre las de mayor fecundidad relativa de Europa, mientras que otras (Nansa, Bidasoa) presentan valores muy bajos (Figura 2). Así, mientras que una hembra de 70 cm produce por término medio más de 6000 huevos en el Pas, e incluso más de 7000 huevos en el Narcea (Nicieza & Braña, 1995), la misma hembra en el Nansa o el Bidasoa no alcanzaría los 5000 huevos de media. Dichas diferencias en fecundidad relativa podrían depender en parte del tamaño medio de los huevos, ya que a igual tamaño de la hembra un aumento en fecundidad sólo puede obtenerse a costa de una disminución en el tamaño medio de los huevos.

Tamaño de los huevos

El tamaño de los huevos (expresado como peso húmedo en mg) aumenta con el tamaño de las hembras, al igual que sucede con la fecundidad. Sin embargo, la relación entre tamaño de las hembras y tamaño de los huevos no es constante sino que varía entre poblaciones (Figura 3). Los huevos de mayor tamaño son los de las

Figura 3.- Relación entre la longitud furcal de las hembras de salmón y el tamaño medio de sus huevos para las seis poblaciones estudiadas. La relación varía significativamente entre ríos. Las hembras del Nansa y del Deva son las que muestran los huevos de mayor tamaño mientras que los del Pas y el Bidasoa son los más pequeños.



hembras del Deva y el Ulla, mientras que los más pequeños los encontramos en las hembras del Pas y el Bidasoa (Figura 4). Dentro de una misma población, sin embargo, la variabilidad entre hembras es elevada

Fecha de desove y estrategias reproductivas

En las poblaciones ibéricas estudiadas las hembras comienzan a desovar a finales de Noviembre y finalizan a principios de Febrero, lo que representa un intervalo de 80 días entre los reproductores más tempranos y los más tardíos (Figura 5). A nivel de poblaciones, existe un mes de diferencia entre la fecha media de desove de las poblaciones más tempranas (Asón y Bidasoa), la mitad de cuyas hembras ya han desovado para el 10 de Diciembre, y la población más tardía (Pas), la mitad de cuyas hembras desovarán a partir del 11 de Enero (Figura 6).

Comparado con otras poblaciones europeas más boreales, el desove en los ríos ibéricos se realiza más tarde, lo cual sugiere que existe una clina latitudinal, rela-

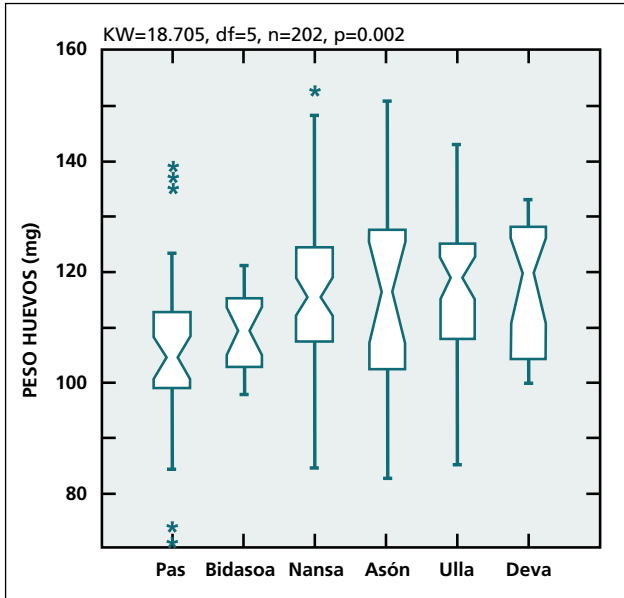


Figura 4.- Variabilidad en el peso medio de los huevos de 202 hembras de salmón en seis poblaciones ibéricas. Los gráficos de cajas muestran la mediana (punto de escotadura), así como la distribución del 50% de los valores (caja), del primer y tercer cuartil (línea vertical) y de los valores más extremos (asteriscos). El tamaño de los huevos difiere significativamente entre las poblaciones; los huevos más grandes son los del Deva y el Ulla y los más pequeños los del Pas y el Bidasoa.

Figura 5.- Variabilidad en el momento del desove (expresado como días transcurridos desde el 1 de Noviembre) en seis poblaciones ibéricas de salmón Atlántico. Los gráficos de cajas muestran la mediana (punto de escotadura), así como la distribución del 50% de los valores (caja), del primer y tercer cuartil (línea vertical) y de los valores más extremos (asteriscos). El momento de desove difiere significativamente entre las poblaciones estudiadas, siendo la población del Asón la más temprana y la población del Pas la más tardía.

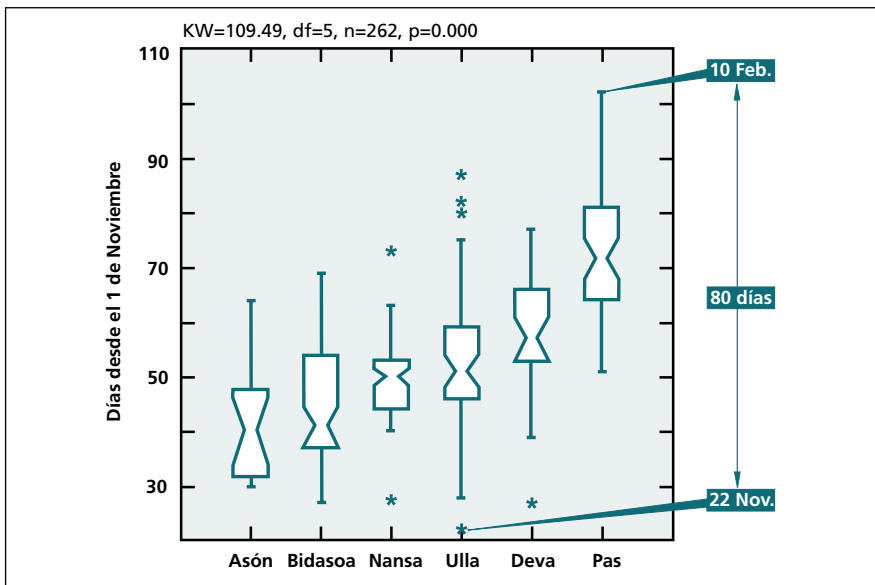
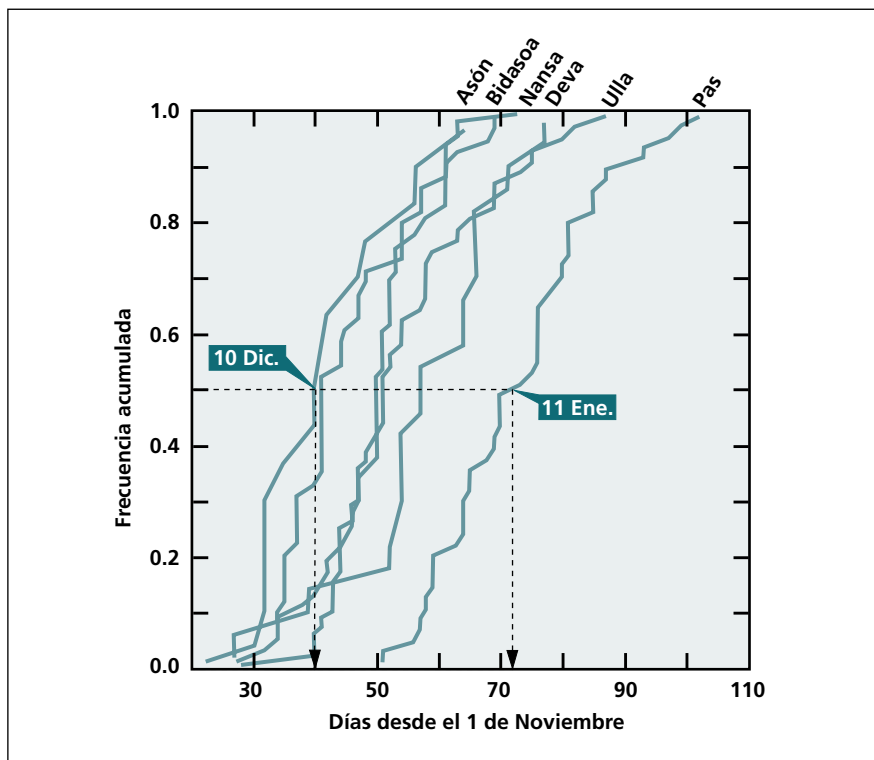


Figura 6.- Distribución acumulada de la fecha de primer desove (expresado como días transcurridos desde el 1 de Noviembre) de 262 hembras de salmón de seis poblaciones ibéricas, estabuladas en las piscifactorías de Arredondo (Asón, Pas, Nansa, Deva), Carballedo (Ulla) y Mugaire (Bidasoa). Las fechas recuadradas muestran el momento de desove del 50% de las hembras en la población más temprana (Asón, 10 Diciembre) y en la población más tardía (Pas, 11 Enero).

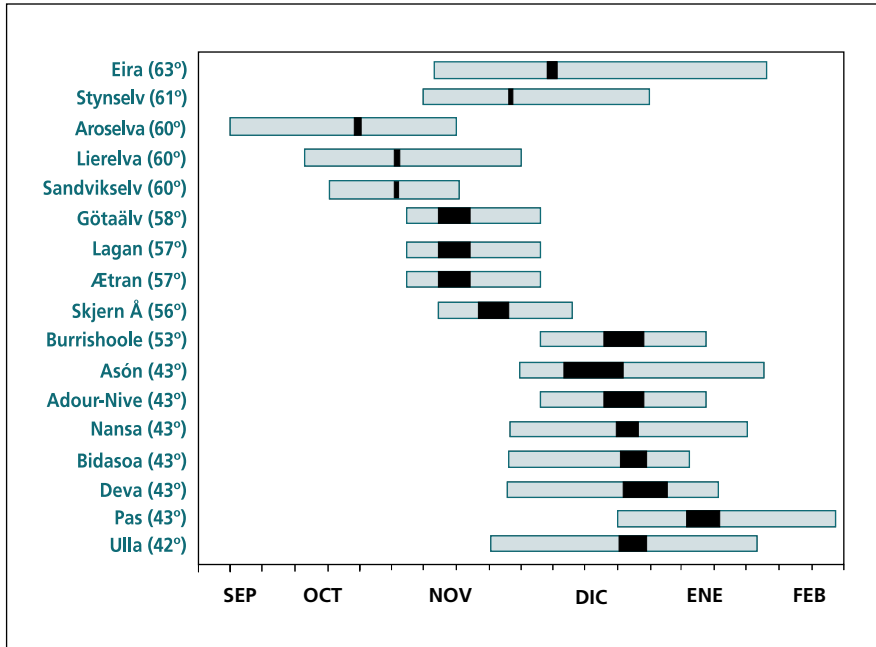


cionada con la temperatura y mantenida por la selección natural, que tiende a optimizar la supervivencia y eclosión de los alevines.

De manera general, podemos concluir que algunos rasgos de las estrategias reproductivas observadas en las poblaciones ibéricas de salmón atlántico, tales como un retraso en momento de desove y un aumento en la fecundidad a costa de un menor tamaño de huevo, podrían constituir adaptaciones locales en hábitats extremos y marginales, gobernados a menudo por procesos demográficos "r" .



Figura 7.- Variabilidad en el momento de desove del salmón atlántico en la Península Ibérica y en otras poblaciones de referencia (Heggberget et al., 1988; Schneider, 2001). Los diagramas muestran la variabilidad en el momento de reproducción así como el período de mayor actividad (en negro). En general se aprecia una cierta clina latitudinal que podría indicar la existencia de adaptaciones locales: las poblaciones más boreales tienden a desovar antes que las poblaciones meridionales.



Referencias

- CABALLERO, P., GARCÍA REGO, M., & GARCÍA DE LEÁNIZ, C. (2001). Estrategias migradoras y reproductivas del salmón atlántico y la trucha común en la cuenca del río Ulla (Galicia): implicaciones para la conservación de las poblaciones. En C. García de Leániz, A. Serdio y S. Consuegra (eds). *El Salmón, Joya de nuestros Ríos*. Consejería de Ganadería, Agricultura y Pesca. Santander: 155-171.
- FLEMING., I.A. (1997). Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. *Rev. Fish Biol. Fish.* **6**: 379-416.
- FLEMING, I. A. (1998). Pattern and variability in the breeding system of Atlantic salmon (*Salmo salar*), with comparisons to other salmonids. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **55**, 59-76.
- HEGGBERGET, T. G. (1988). Timing of spawning in Norwegian Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **45**, 845-849.

- HEGGBERGET, T. G., HAUKEBO, T., MORK, J., & STAHL, G. (1988). Temporal and spatial segregation of spawning in sympatric populations of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L. *Journal of Fish Biology* **33**, 347-356.
- JONSSON, N., JONSSON, B., & FLEMING, I. A. (1996). Does early growth cause a phenotypically plastic response in egg production of Atlantic salmon? *Functional Ecology* **10**, 89-96.
- MILLS, D. H. (1989). *Ecology and Management of Atlantic Salmon*. London: Chapman and Hall.
- NICIEZA, A. G. & BRAÑA, F. (1995). Estructura de la población reproductora, edad de maduración y principales parámetros reproductivos. In *Biología y Conservación del Salmón Atlántico (Salmo salar) en los Ríos de la región Cantábrica* (F. Braña, ed), pp. 147-162. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ICONA.
- POPE, J.A., MILLS, D.H. & SHEARER, W.M. (1961). The fecundity of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Freshw. Salm. Fish. Res. Scot.* **26**: 1-12.
- THORPE, J. E., MILES, M. S., & KEAY, D. S. (1984). Developmental rate, fecundity and egg size in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture* **43**, 289-305.
- SCHNEIDER, J. (2001). Restocking the Rhine: which non-native salmon stocks could be the better source ? In *El Salmón, Joya de Nuestros Ríos* (C. García de Leániz, A. Serdio, & S. Consuegra, eds), pp. 125-134. Santander: Consejería de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Montes y Conservación de la Naturaleza.
- SHEARER, W. M. (1992). *The Atlantic Salmon. Natural History, Exploitation and Future Management*. London: Fishing News Books.

