

**BIOGEOGRAFÍA**  
**UNA CIENCIA PARA LA**  
**CONSERVACIÓN DEL MEDIO**



**Editores:**

**P. Giménez, J.A. Marco, E. Matarredona, A. Padilla y A. Sánchez**



**BIOGEOGRAFÍA**  
**UNA CIENCIA PARA LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO**

**(VI CONGRESO ESPAÑOL DE BIOGEOGRAFÍA  
ALICANTE, 2010)**

Editores

Pablo Giménez, Juan Antonio Marco, Enrique Matarredona  
Ascensión Padilla, Ángel Sánchez

Los estudios incluidos en este libro han sido debidamente examinados y valorados por pares de evaluadores externos con el fin de garantizar la calidad científica de los mismos.

**Comité científico evaluador:**

María Eugenia Arozena. Universidad de La Laguna (Tenerife)  
Andreu Bonet. Universidad de Alicante  
Casildo Ferreras. Universidad Complutense de Madrid  
Eduardo Galante. Universidad de Alicante  
Emilio Laguna. Generalitat Valenciana  
Guillermo Meaza. Universidad del País Vasco  
Carlos Morla. Escuela de Montes de Madrid  
José M<sup>a</sup> Panareda. Universitat de Barcelona  
Emma Pérez-Chacón. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria  
Josep Pintó. Universitat de Girona  
Alfredo Ramón. Universidad de Alicante  
Alfonso Ramos. Universidad de Alicante  
Raimundo Real. Universidad de Málaga  
José M. Rubio. Universidad de Sevilla

**Entidades patrocinadoras:**

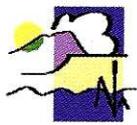


Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

Dpto. Análisis Geográfico Regional y Geografía Física  
Facultad de Filosofía y Letras  
Instituto Interuniversitario de Geografía  
Vicerrectorado de Extensión Universitaria



Asociación de Geógrafos Españoles



GRUPO DE  
GEOGRAFÍA FÍSICA

Asociación de Geógrafos Españoles



COLEGIO DE GEÓGRAFOS  
COMUNITAT VALENCIANA

**Colaboran:**



**CIMAR**  
Centro de Investigación Marina de  
Santa Pola

Edición:

© Los autores: los propios responsables de cada comunicación

ISBN:

978-84-933457-1-6

Depósito Legal:

MU 1316-2010

Maquetación e impresión:

COMPOBELL, S.L.

La insuficiente protección de la Red Natura 2000 en Galicia: peligros e impactos sobre el medio .....	181
<i>Cabalar Fuentes, M.</i>	
Evolución interanual de la comunidad de aves limícolas en el Azud de Riobos (Salamanca) y su papel indicador de la degradación ambiental del humedal.....	191
<i>Ceballos Barbancho, A.</i>	
Trabajos de restitución de flora rara, endémica o amenazada de la Comunidad Valenciana .....	201
<i>Ferrer, P.; Ferrando, I.; Albert, F.J.; Escribá, M.C.; Navarro, A.; Oltra, J.E.; Pérez Botella, J.; Pérez Rovira, P. y Laguna, E.</i>	
Sobre las especies en peligro de la ictiofauna fluvial española y su problemática	211
<i>Ferreras Chasco, C.</i>	
Calentamiento global y conservación del salmón atlántico. El caso del Asón (Cantabria) .....	221
<i>García Codron, J.C.; Pacheco Ibars, S.; Rasilla Álvarez, D.F.</i>	
Aplicación del método FI/FA al bosque de ribera del Arroyo La Madre (Cuenca del Guadaira. Sevilla).....	233
<i>Gómez Montblanch, D.C.; Meaza Rodríguez, G. y Cámara Artigas, R.</i>	
Biogeografía aplicada en la ordenación territorial: análisis de la integración de corredores faunísticos entre espacios naturales en los planes subregionales del País Vasco.....	245
<i>Gurrutxaga San Vicente, M. y Lozano Valencia, P.J.</i>	
La Reserva Natural El Regajal – Mar de Ontígola (Madrid, España). Valoración de su avifauna .....	253
<i>Hermosilla González, A.B., Redondo García, M.M. y Cernuda Rodríguez, J.M.</i>	
La red valenciana de microrreservas de flora: Síntesis de 20 años de experiencia	265
<i>Laguna, E.; Ballester G.; Deltoro V.I.; Fabregat C.; Fos, S.; Olivares A.; Oltra, J.E.; Pérez Botella, J.; Pérez Rovira P.; Serra L.</i>	
Áreas clave para la conservación de la biodiversidad en la Comunidad Valenciana. Análisis de carencias en la Red de Espacios Naturales Protegidos .....	273
<i>Lara, J.; Belda, E.J.; Donat, M.P.; Estruch, V.; Martí, J. y Sánchez-Serrano, R.S.</i>	
Valoración paisajística, ambiental, social y económica de los espacios Red Natura 2000 del País Vasco: el ejemplo de Gárate-Santa Bárbara (Guipúzcoa)	283
<i>Lozano Valencia, P.J. y Cadiñanos Aguirre, J.A.</i>	

## **Calentamiento global y conservación del salmón atlántico. El caso del Asón (Cantabria)**

García Codron, J.C.\*; Pacheco Ibars, S. y Rasilla Álvarez, D.F.  
*Dpto. de Geografía, Urbanismo y Ord. del Territorio, Universidad de Cantabria*  
\*Autor de contacto: garciaj@unican.es

**Resumen:** Muy abundante hasta época reciente, el salmón es hoy una especie gravemente amenazada en todos los ríos cantábricos. Las causas de su declive son múltiples aunque suele considerarse que las más importantes son la alteración de sus hábitats fluviales, la creación de obstáculos que impiden la migración y el exceso de capturas. En los ríos cantábricos, que coinciden con el límite meridional de su área de distribución, el aumento de temperatura de las aguas podría constituir un problema adicional en las próximas décadas ya que, de prolongarse las tendencias actuales, se superarían umbrales críticos para la reproducción y el normal desarrollo de los juveniles durante un gran número de días al año aumentando las tasas de mortalidad y la probabilidad de que se produzcan inviernos sin reproducción. Estas tendencias, analizadas en el río Asón (Cantabria), no pueden combatirse a escala local y podrían hacer inútiles los costosos esfuerzos que se están realizando para garantizar la conservación de la especie en el Norte de España.

**Palabras clave:** salmón, calentamiento, conservación, Cantabria, Asón.

**Abstract:** Very common until recently, salmon is now a critically endangered species in all cantabrian rivers. This decline is due to the coincidence of several causes but the alteration of river habitats, the creation of barriers to migration and overfishing are commonly considered as the most significant. In the cantabrian rivers, which coincide with the southern limit of its distribution area, increased water temperatures could be an additional problem in the next decades. If current trends continue, critical thresholds for normal reproduction and juvenile development can be overcome for a significant number of days per year increasing mortality rates and the probability of occurrence of winters without reproduction. These trends, analyzed in the River Ason (Cantabria), can not be corrected locally and could make ineffective the current efforts to ensure the conservation of the species in northern Spain.

**Key words:** salmon, global warming, conservation, Cantabria, Asón, Spain.

## 1. INTRODUCCIÓN: SITUACIÓN ACTUAL DEL SALMÓN ATLÁNTICO

El salmón atlántico (*Salmo salar* L.) es una de las especies más representativas de la ictiofauna europea. Bastante longevo y capaz de alcanzar 1,5 metros de longitud y 45 kg de peso en condiciones ideales, se trata de un pez anádromo que se cría en el área de cabecera de un río, desarrolla gran parte de su vida en aguas oceánicas y vuelve al mismo río en el que nació, al que permanece fiel, en cada uno de sus ciclos reproductores realizando para ello costosos desplazamientos periódicos de varios miles de kilómetros (McDowall, 1988; Klemetsen *et al.*, 2003).

El salmón es una especie estenoterma de aguas frías cuya área de distribución actual abarca la mayor parte del Atlántico Norte, desde la Península de Kola, en el Ártico, hasta los estuarios del Hudson (EEUU) y del Miño. Puede considerarse por tanto que el límite meridional de su área de distribución, que coincide con los ríos cantábricos y gallegos, está determinado por razones principalmente climáticas.

Muy abundante hasta época reciente, la población mundial de salmones está sufriendo un declive generalizado que se ha situado a la especie al borde de la extinción en numerosas regiones y su progresiva inclusión en listas rojas de especies amenazadas.

En los ríos españoles, el número de salmones no ha dejado de disminuir a lo largo de las últimas décadas y el pez ha desaparecido de numerosas cuencas. A pesar de contar con planes de recuperación apoyados en programas de cría en cautividad y de diversas medidas legales de protección, Cantabria no escapa a esta tendencia general ya que, de las siete poblaciones presentes en sus ríos hasta época reciente, tres (Agüera, Miera y Saja-Besaya) se consideran extintas (Ex), dos (Asón y Pas-Pisueña) se encuentran en Peligro Crítico (CR) y las otras dos (Nansa y Deva) se encuentran en peligro (EN). En conjunto, se estima que sobre los 833 km de cauce históricamente accesibles a los salmones, sólo 133 son frecuentados hoy por ellos (García de Leániz *et al.*, 2002).

Las razones de este declive son múltiples y, dada la compleja ecología de la especie, desigualmente conocidas. No obstante, entre las más importantes se citan las siguientes:

- Exceso de capturas tanto en forma de pesquería comercial, en alta mar, como de pesca deportiva en los ríos.
- Transformación de los ríos con alteración del hábitat y destrucción de los frezaderos (Croze, 2008). En los ríos del Norte de España se ha estimado que, como promedio, los salmones deben superar 0,46 obstáculos artificiales por km de cauce (García de Leániz, 2008).
- Deriva genética causada por «re poblaciones» con individuos de otras áreas, interacciones competitivas o hibridación con otras especies (Ayllón *et al.*, 2004).

- Cambios en los patrones migratorios y alimentarios y reducción de las tasas de supervivencia como consecuencia de modificaciones en la temperatura superficial del mar (Juanes *et al.*, 2004; Beaugrand y Reid, 2003).

El climático podría ser uno de los factores de perturbación más graves ya que el salmón es un organismo ectotermo cuyo metabolismo y desarrollo fisiológico dependen de la temperatura (Angilletta *et al.*, 2002; Jonsson *et al.*, 2001) habiéndose demostrado que las fluctuaciones termométricas determinan las tasas de supervivencia de la especie durante su permanencia en el mar (Friedland *et al.*, 2000; Croze, 2008). De ahí la idea, comúnmente asumida, de que el calentamiento reciente de la superficie oceánica ha sido, con toda probabilidad, uno de los factores que más han contribuido a la reducción de la población de salmones en el Atlántico (Friedland *et al.*, 2003).

Durante las etapas de vida fluvial el salmón es igualmente exigente respecto a las temperaturas que influyen en su capacidad para nadar o alimentarse, pueden impedir la reproducción o, incluso, resultar letales a partir de ciertos valores. Sin embargo, el impacto del cambio climático en la viabilidad de las poblaciones salmoneras de las «regiones límite» es mal conocido (INRA, 2005) a pesar de que el calentamiento amenaza con originar condiciones desfavorables que harían inútiles todos los esfuerzos realizados hasta el momento para la conservación de la especie en dichas regiones.

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

La presente comunicación parte de la hipótesis de que el calentamiento puede resultar determinante para el mantenimiento de las poblaciones naturales de salmón en los ríos cantábricos y persigue estimar la frecuencia de superación de umbrales críticos de temperatura en la situación actual y en los supuestos de un incremento lineal de las temperaturas de 0,5°C, 1°C y 1,5°C. Estos valores son arbitrarios aunque están dentro del rango de subida de temperaturas previsto para el año 2050 (IPCC, 2007) sin tener en cuenta los fenómenos de retroalimentación positiva que podrían producir la reducción de caudal o la disminución de la cubierta nival.

Para la realización del trabajo se han utilizado las series quinceminutarias de temperatura del agua correspondientes a la estación Q105 (Asón-Ampuero) del Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas (red SAICA) proporcionadas por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico. La elección de la estación se justifica por su representatividad e idónea localización en el curso bajo del Asón, un río salmonero con aguas de buena calidad y régimen poco alterado que dispone de una de las mejores series de datos de la Comunidad Autónoma. Pese a ello, no se han utilizado más que los registros del perio-

do 2000-2008, el más fiable, ya que los anteriores son muy incompletos y de calidad irregular y, dentro de este periodo, se ha prescindido de datos dudosos o manifiestamente erróneos, que resultan fáciles de detectar.

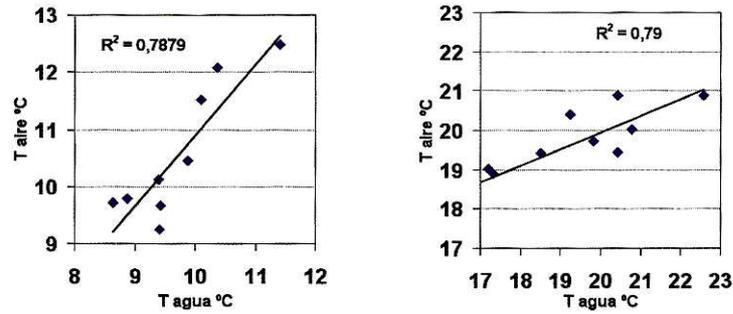


FIGURA 1. Correlación entre las temperaturas medias del agua del Asón y del aire en Santander-Parayas (der. verano -JJA-, izd. invierno -DEF). Periodo 2000-2008.

El río Asón presenta un régimen pluvio nival con un periodo de aguas altas en invierno y primavera y otro de estiaje en verano y otoño agudizado por la pérdida de gran parte del agua disponible a causa de la infiltración cárstica en la cuenca.

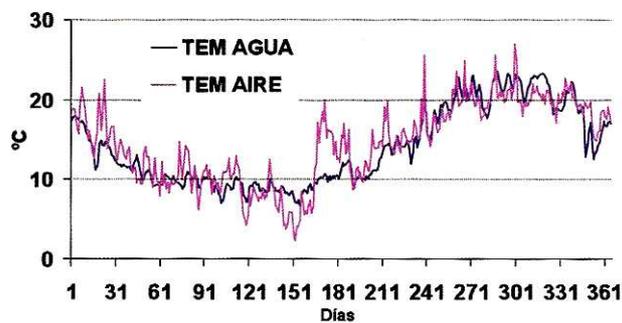


FIGURA 2. Evolución de la temperatura media diaria del agua en el río Asón y del aire en el observatorio de Santander-Parayas durante el año hidrológico 2004.

Las temperaturas medias anuales del agua y del aire presentan una buena correlación a escala estacional y mensual. Sin embargo, a escala diaria las diferencias se acentúan ya que en el río los cambios de temperatura se producen de manera muy lenta amortiguando los sobresaltos, o incluso desdibujando los ciclos cotidianos, que se registran en la atmósfera. De este modo, durante el

periodo considerado, la oscilación media diaria de la temperatura del río no superó 1,5° mientras que la anual, fue de 9,8°C, muy próxima a la de la atmósfera.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Valores críticos en el momento de la reproducción

La reproducción del salmón se produce en otoño o invierno dependiendo de las latitudes. En los ríos cantábricos, relativamente cálidos para la especie, tiene lugar entre noviembre y enero, con un máximo de actividad en diciembre (García de Leániz *et al.*, 2002). En el momento del desove la temperatura debe situarse entre 4 y 10°C no debiendo, en ningún caso, superar 11,5°C (INRA, 2005) ya que máximas diarias superiores al citado valor generan un stress fisiológico que inhibe la puesta. Cada vez que esto ocurre, el periodo útil para la reproducción se reduce en la misma proporción ya que la maduración de los huevos no se interrumpe y, tras la ovulación, la freza no puede demorarse más de 8 a 10 días. Superado ese plazo, la hembra no puede reproducirse ese año.

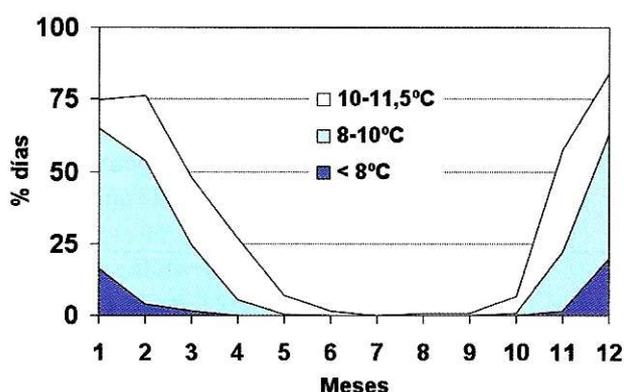


FIGURA 3. Frecuencia de días con diferentes umbrales de temperatura del agua.

A partir de los datos utilizados, durante los meses de noviembre, diciembre y enero el número de días en los que la temperatura máxima del agua es igual o inferior a 11,5°C (y, por tanto, el periodo de tiempo favorables a la freza) es

- 85,5% del total en la actualidad
- 76,9% en el supuesto de un calentamiento lineal de 0,5°C
- 63,8% en el supuesto de un calentamiento lineal de 1°C
- 48,2% en el supuesto de un calentamiento lineal de 1,5°C

Por otra parte, la probabilidad de que las temperaturas máximas del agua superen 11,5°C durante diez días seguidos (y, por tanto, de que una hembra no pueda reproducirse durante ese invierno) es de

- 2,8% en la actualidad
- 6,3% en el supuesto de un calentamiento lineal de 0,5°C
- 8,7% en el supuesto de un calentamiento lineal de 1°C
- 19,4% en el supuesto de un calentamiento lineal de 1,5°C

Este incremento del número de días en los que la reproducción no es posible resulta preocupante ya que, de acuerdo con diversas observaciones, se está produciendo un progresivo incremento porcentual del número de individuos reproductores que han pasado un único periodo en el mar y, por tanto, un refuerzo del carácter semelparo de la especie ligado a la reducción de los individuos que logran volver al río por segunda o tercera vez (Croze, 2008). En los ríos del Sudoeste de Francia, estos últimos podrían no representar más del 1% del total (Baglinière y Porcher, 1994). En tales condiciones, un aumento de la temperatura del agua podría dar lugar a inviernos sin reproducción lo que, caso de repetirse tres años seguidos, podría, en la práctica, producir la extinción de la especie en un río.

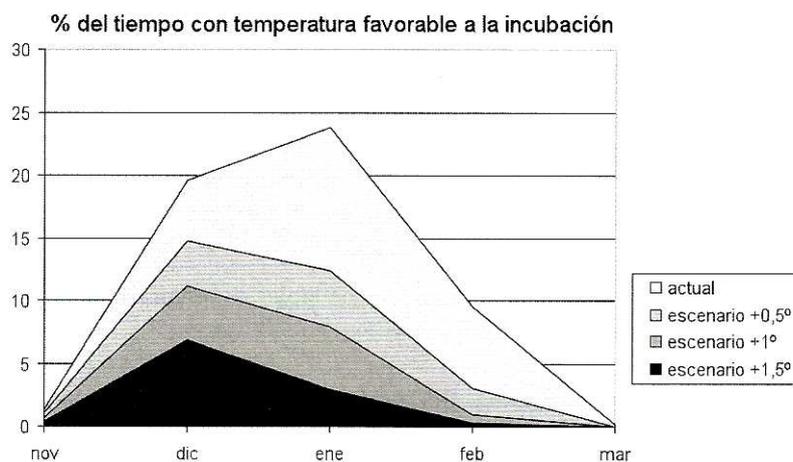


FIGURA 4. Porcentaje del tiempo con temperaturas favorables a la incubación en la actualidad y bajo distintos escenarios de calentamiento.

Tras la puesta, los huevos permanecen enterrados entre la arena y grava del río hasta el inicio de la primavera. Durante este tiempo la temperatura del agua,

sin ser estrictamente determinante, sigue ejerciendo una notable influencia en el éxito reproductor del salmón ya que condiciona tanto el tiempo necesario para la eclosión, el porcentaje de éxito y la mortalidad durante las primeras semanas de vida. De este modo, antes del nacimiento de los alevines temperaturas superiores a 8°C se consideran desfavorables (Danie *et al.* 1984) aunque aguas muy frías, por debajo de 4°C, producen a su vez un aumento significativo de la mortalidad (Peterson *et al.*, 1977).

En el río Asón, durante el periodo analizado, el valor inferior no se alcanza por lo que éste no parece ser un factor condicionante (y, con más razón, no debería serlo en caso de calentamiento). Sin embargo, el umbral de los 8°C podría resultar más relevante ya que las temperaturas invernales son próximas o superiores a ese valor durante la mayor parte del tiempo. Caso de producirse un calentamiento acorde con los escenarios utilizados en el presente trabajo, la temperatura de las aguas podría llegar a resultar desfavorable a la incubación de manera prácticamente permanente. Además, la temporada más propicia tendería a acortarse y a adelantarse contribuyendo a restringir las posibilidades reproductivas de la especie.

### 3.2. Valores críticos estivales

El desarrollo de los juveniles requiere más o menos tiempo dependiendo del clima por lo que, dependiendo de las regiones, su permanencia en el río varía de uno a ocho años (Klemetsen *et al.*, 2003). En los ríos de Cantabria la maduración es relativamente rápida y suele producirse en una sola temporada siendo muy raros los «esguines» que realizan su migración hacia el mar después del segundo año (García de Leániz *et al.*, 2002).

Durante los meses cálidos las temperaturas óptimas para el crecimiento de los juveniles se sitúan entre 15 y 19°C (Croze, 2008). Las temperaturas altas favorecen el crecimiento y determinan la velocidad y la fuerza con la que nada el salmón aunque reducen las tasas de oxígeno disuelto del agua y, superados determinados umbrales, pueden resultar peligrosas para el pez.

Los umbrales de tolerancia de los juveniles a las altas temperaturas son bastante elevados: se han citado resistencias de una semana por encima de 27,8°C; 1000 minutos por encima de 29,5°C; 100 minutos por encima de 31,1 ó 10 minutos a 32,9°C (Elliot, 1991) valores muy superiores a los registrados en el Asón durante el periodo de referencia y que, en condiciones normales de caudal, no deberían alcanzarse en los escenarios previstos. Sin embargo, el límite máximo para la alimentación se sitúa en 22,5°C (Danie *et al.* 1984), valor que durante el mes de julio se supera en el 11,3% de los registros en la actualidad pero que podría sobrepasarse el 29,3% del tiempo en caso de una subida de las temperaturas de 1,5°C.

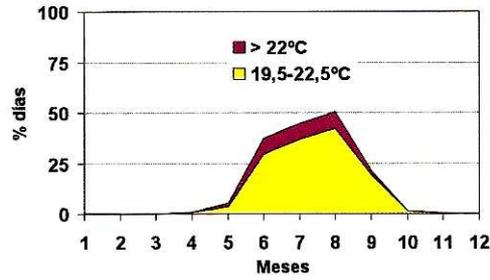


FIGURA 5. Frecuencia de días con diferentes umbrales de temperatura del agua.

La resistencia de los adultos a las altas temperaturas es peor conocida pero se estima que los límites de tolerancia deben rebajarse 2 ó 3°C respecto a los de los juveniles (Dill *et al.*, 2002). Si se aceptan esos valores, las temperaturas estivales de las aguas del Asón pueden considerarse problemáticas ya que podrían permitir alcanzar valores letales para los adultos prácticamente todos los veranos en caso de una subida de temperaturas como la que se está barajando.

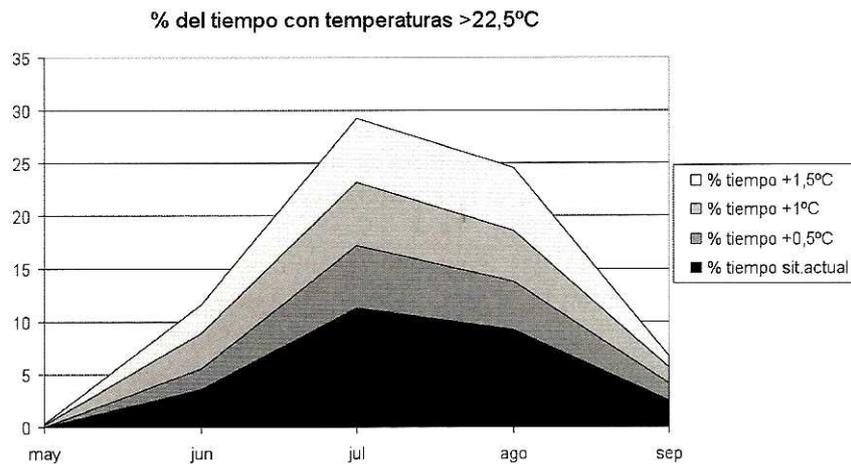


FIGURA 6. Porcentaje del tiempo con temperaturas desfavorables a la alimentación en la actualidad y bajo distintos escenarios de calentamiento.

El aumento de la temperatura del agua presenta, por tanto, efectos contrapuestos. Por un lado, favorece el crecimiento de los juveniles y acorta la edad en la que éstos alcanzan su madurez sexual e inician su migración (Aprahamian *et al.*, 2008). Por otro, incrementa la frecuencia de situaciones desfavorables, peligrosas en caso de prolongarse en exceso, durante los meses más calurosos del año y podría resultar particularmente peligrosa a los individuos adultos.

Lamentablemente no se cuenta con la información adecuada para hacer un balance de las perturbaciones inducidas por el incremento estival de las temperaturas del agua a la escala de la cuenca de trabajo.

#### **4. DISCUSIÓN: EFECTOS DEL INCREMENTO DE LAS TEMPERATURAS**

El calentamiento de las aguas de los ríos va a generar condiciones más desfavorables para la reproducción del salmón atlántico en condiciones naturales así como una mayor probabilidad de que durante determinados años ésta resulte imposible. El crecimiento de los juveniles podría verse favorecido por el alargamiento de las estaciones intermedias y el aumento de los recursos tróficos disponibles. Sin embargo, las temperaturas estivales serán excesivamente altas muchos veranos acarreando condiciones desfavorables para la alimentación- metabolismo de los juveniles o incluso, condiciones límite para la supervivencia de los adultos.

Salvando diferencias de matiz, los resultados obtenidos en el río Asón son extrapolables al resto de los ríos salmoneros de Cantabria ya que sus regímenes térmicos son muy parecidos y las diferencias de temperatura, a similar altitud, muy reducidas.

Los inconvenientes producidos por la subida de las temperaturas resultan alarmantes si se tiene en cuenta el aumento de las tasas de mortalidad en alta mar que, entre otras circunstancias, implican una escasa edad de los individuos reproductores y que muy pocas hembras sean capaces de retornar al río más de una vez para reproducirse. En estas condiciones, la repetición de dos o tres inviernos consecutivos con temperaturas anormalmente altas y, por tanto, sin posibilidad de reproducción, podría acarrear la extinción de la especie.

La eliminación de obstáculos, una mejor reglamentación y control de la explotación deportiva o comercial de la especie y la cría en cautividad contribuyen sin duda a que los salmones sigan existiendo en nuestros ríos y resultan medidas imprescindibles en la actualidad. Sin embargo, dado que el calentamiento es un fenómeno planetario que no puede evitarse con medidas a escala local, el futuro de la especie en los ríos del Norte peninsular parece gravemente amenazado.

**Agradecimientos:** A la Confederación Hidrográfica del Cantábrico por la cesión de los datos del Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas (red SAICA), base del presente trabajo.

#### **REFERENCIAS**

- ANGILLETTA, M.J.; NIEWIAROWSKI, P.H.; NAVAS, C.A. (2002): «The evolution of thermal physiology in ectotherms», en *Journal of Thermal Biology*, nº 27, pp. 249-268.
- APRAHAMIAN, M.W.; DAVIDSON, I.C.; COVE, R.J. (2008): «Life history changes in atlantic salmon from the River Dee, Wales», en *Hydrobiologia*, nº 602, pp. 61-78.

- AYLLON, F.; DAVAINÉ, P.; BEALL, E.; MARTÍNEZ, J.L.; GARCÍA-VÁZQUEZ, E. (2004): «Bottlenecks and genetic changes in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) stocks introduced in the Subantarctic Kerguelen islands» en *Aquaculture* n° 237 1-4, pp. 103-116.
- BAGLINIERE, J.L.; PORCHER, J.P. (1994): «Caractéristiques des stocks de reproducteurs et comportement lors de la migration génésique» en Guéguen, J.C.; Prouzet, P. (eds.), *Le saumon atlantique*. IFREMER, Plouzané, pp. 101-122.
- BEAUGRAND, G.; REID, P.C. (2003): «Long-term changes in phytoplankton, zooplankton and salmon related to climate», en *Global Change Biology*, n° 9, pp. 801-817.
- CROZE, O. (2008): *Impact des seuils et barrages sur la migration anadrome du saumon atlantique (Salmo salar L.): caractérisation et modélisation des processus de franchissement*. Thèse, Université de Toulouse, 316 pp.
- DANIE, D.S.; TRIAL, J.G.; Stanley, J.G. (1984): *Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fish and invertebrates (North Atlantic)*. Atlantic salmon. University of Maine-U.S. Fish and Wildlife Service, FWS/OBS-82/11. 22 pp. (citado en Croze, O.).
- DILL, R.; FAY, C.; GALLAGHER, M.; KIRCHEIS, D.; MIERZYKOWSKI, S.; WHITING, M.; HAINES, T. (2002): *Water quality issues as potential limiting factors affecting juvenile Atlantic salmon life stages in Maine rivers*. Report to Maine Atlantic Salmon Technical Advisory Committee by the Committee on Water Quality. Atlantic Salmon Commission. Bangor, ME. 28 pp. (citado en Croze, O.).
- ELLIOT, J. (1991): «Tolerance and resistance to thermal stress in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*» en *Freshwater Biology*, n° 25, pp. 61-70.
- FRIEDLAND, K.D.; HANSEN, L.P.; DUNKLEY, D.A.; MACLEAN, J.C. (2000): «Linkage between ocean climate, post-smolt growth, and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the North Sea area» en *ICES Journal of Marine Science*, n° 57, pp. 419-429.
- FRIEDLAND, K.D.; REDDIN, D.G.; MCMENEMY, J.R.; DRINKWATER, K.F. (2003): «Multidecadal trends in North American Atlantic salmon (*Salmo salar*) stocks and climate trends relevant to juvenile survival» en *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, n° 60, pp. 563-583.
- GARCÍA DE LEÁNIZ, C. (2008): «Weir removal in salmonid streams: implications, challenges and practicalities», en *Hydrobiologia*, n° 609, pp. 83-96.
- GARCÍA DE LEÁNIZ, C.; SERDIO, Á.; CONSUEGRA, S. (2002): «Biología y conservación del salmón atlántico en Cantabria» en *Locustella*, n° 1, pp. 25-34.
- INRA, (2005): *Le climat change, le saumon peut-il s'adapter?* Fiche de presse, 14/03/05, en [http://www.inra.fr/presse/le\\_climat\\_change\\_le\\_saumon\\_peut\\_il\\_s\\_adapter](http://www.inra.fr/presse/le_climat_change_le_saumon_peut_il_s_adapter).
- IPCC, (2007): *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 pp.

- JONSSON, B.; FORSETH, T.; JENSEN, A.J.; NÆSJE, T.F. (2001): «Thermal performance of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L.» en *Functional Ecology*, n° 15, pp. 701-711.
- JUANES, F.; GEPHARD, S.; BELAND, K.F. (2004): «Long-term changes in migration timing of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*) at the southern edge of the species distribution, 1», en *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, n° 61, pp. 2.392-2.400.
- KLEMETSEN, A.; AMUNDSEN, P.A.; DEMPSON, J.B.; JONSSON, B.; JONSSON, N.; O'CONNELL, M.F.; MORTENSEN, E. (2003): «Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories» en *Ecology of Freshwater Fish*, n° 12, pp. 1-59.
- McDOWALL, R.M. (1988): *Diadromy in fishes - Migration between freshwater and marine environments*. Croom Helm. London, 307 pp.
- PETERSON, R.H.; SPINNEY, H.C.E.; SREEDHARAN, A. (1977): «Development of Atlantic salmon (*Salmo salar*) eggs and alevins under varied temperature regimes», en *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, n° 34, pp. 31-43.

ISBN 978-84-933457-1-6



Asociación de Geógrafos Españoles  
Grupo de Geografía Física



MEDSPAII

Dpto. Análisis Geográfico Regional  
y Geografía Física  
Instituto de Investigación CIBIO  
Instituto Interuniversitario de Geografía



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Relaciones Internacionales  
y Cooperación Internacional

Facultad de Filosofía y Letras

