

puesto un renovado énfasis en la noción de «bricolage genético». Sin embargo, ninguna de estas incorporaciones auténticamente científicas se asemejan al acientífico «diseño inteligente», ni —como se apunta desde las páginas de noticias científicas del periódico de información general con mayor difusión en España— entran en flagrante contradicción con la «ortodoxia» darwinista. ¡Ojo con el periodismo supuestamente científico!<sup>2</sup>

Una científica fuera de toda duda, la bióloga Lynn Margulis aprovechó su paso por Madrid en la segunda quincena de marzo para presentar su visión de la naturaleza ante un auditorio abarrotado. No dejó pasar la oportunidad de posicionarse claramente contra el diseño inteligente. En una entrevista hecha con motivo de su conferencia, Margulis apunta a la necesidad de deslindar los dominios de la ciencia y de las creencias: *Sin duda, se puede explicar a los niños lo que significan las creencias del cristianismo, incluido el concepto del creacionismo, o del budismo. Lo que no se puede es decir que tales*

*ideas pertenecen al ámbito de la Ciencia. A lo largo de la Historia, se ha intentado presentar algunos dogmas como si fueran hechos científicos, pero al final la Ciencia siempre ha salido ganando, porque está basada en hechos y pruebas reales. (...) Cualquiera persona puede tener creencias religiosas, pero desde el momento que diga que esas ideas tienen algo que ver con la Ciencia, esto me parece muy grave. Un científico puede ser creyente, pero cuando entra en el laboratorio tiene que ser consciente de que su fe religiosa no puede condicionar su trabajo. Conozco a evolucionistas creyentes, como Ken Miller, un católico practicante, que detestan a los creacionistas por el uso indebido que hacen de sus creencias religiosas, al presentarlas como si fueran hechos científicos. (...) La evolución es un hecho tan demostrado como la ley de la gravedad o la forma esférica de la Tierra y, por tanto, es algo fundamental para el conocimiento de la naturaleza que nos rodea, y de lo que somos.*

## **EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LOS TELEÓSTEOS: LA DORADA, UN EJEMPLO PRÁCTICO**

**Luis Vargas-Chacoff\*, Francisco Jesús Arjona\*, Ignacio Ruiz-Jarabo#, María del Pilar Martín del Río y Juan Miguel Mancera**

*\* Becarios predoctorales, # alumno de Tercer Ciclo del Programa de Doctorado «Ciencias del Mar» (Universidad de Cádiz), y Profesores Titulares del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz.*

### **Teleósteos y temperatura**

Los teleósteos son animales ectotermos y poiquilotermos, de modo que un cambio de la temperatura ambiental afecta a casi todos los procesos fisiológicos de los mismos. Por ejemplo, un aumento de la temperatura determina directamente la tasa de procesos enzimáticos e interacciones entre receptores y ligandos [Hazle y Carpenter, *J. Comp. Physiol.* **155B**: 597-602 (1985)]. Ante cambios en la temperatura ambiental, y si no pueden desplazarse a un nuevo ambiente con una nueva temperatura, los estos animales tardan alrededor de 4 días en aclimatarse a las nuevas condiciones térmicas. Los teleósteos usan diversos mecanismos para adaptarse a las nuevas temperaturas ambientales, como por ejemplo: a) la expresión de algunas enzimas aumenta cuando los animales se exponen a bajas temperaturas, como es el caso de la expresión de la glucosa-6-fosfato

deshidrogenasa en el pez gato (*Ictalurus punctatus*) [Seddon, *Comp. Biochem. Physiol. Part A* **118**: 813-820 (1997)]; b) las isoenzimas con diferente termoestabilidad pueden expresarse a diferentes temperaturas, como es el caso de las isoenzimas de la malato deshidrogenasa mitocondrial en las carpas [Kurokawa y Nakano, *Comp. Biochem. Physiol. Part B* **99**: 911-915 (1991)]; y c) la fluidez de las membranas, dada por la proporción de ácidos grasos poliinsaturados, se ajusta a los ambientes con cambios de temperatura [Logue, De Vries, Fodor, Cossins. *J. Exp. Biol.* **203**: 2105-2115 (2000)].

Desde el punto de vista osmorregulador, la temperatura ambiental afecta a diversos procesos osmorreguladores y modifica la actividad Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>-ATPásica así como la concentración de los iones (sodio y cloro) en el plasma. En la carpa, las altas temperaturas incrementan la actividad de la bomba Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>-ATPasa, mientras que

<sup>2</sup> En un artículo publicado en dicho periódico en la segunda quincena de abril se empieza con un título falaz («Se busca un nuevo Darwin»), se continúa confundiendo una revisión científica sobre el estado actual del conocimiento acerca del papel de las redes reguladoras génicas en la evolución de los patrones corporales animales publicada en *Science* con una nueva hipótesis sobre evolución, y se termina afirmando que la «nueva hipótesis» contradice el darwinismo que se enseña en las universidades y se divulga en *best sellers* científicos. En este lamentable modelo de desinformación se llega a afirmar que la ortodoxia darwinista se *acepta como una verdad revelada por los intelectuales y científicos de otras áreas*, cuando las «verdades reveladas» no caben en el dominio de la ciencia.

a bajas temperaturas dicha bomba está inhibida y, por ende, la expresión de la misma aumenta [Metz, Van den Burg, Wandelaar Bonga, Flik, *J. Exp. Biol.* **206**: 2273-2280 (2003)].

#### **La dorada**

*Sparus auratus* L. es un teleosteo marino perteneciente a la Clase de los Actinopterygios, Orden de los Perciformes, Familia de los Espáridos. Se distribuye por todo el Mediterráneo, así como por las costas orientales del Atlántico [Bauchet y Hureau, *Whitehead P.J.P., Bauchot M. L., Hureau J. C., Nielsen J., y Tortonese E., Eds*, pp.906 (1986)]. Se localiza en pequeños grupos, en praderas y lechos arenosos, aunque su distribución en distintos hábitat depende de la etapa del ciclo reproductor en la que se encuentren. Se localiza principalmente en zonas costeras, aunque puede penetrar en lagunas saladas o salobres comunicadas con el mar, desembocaduras y deltas de ríos, y en esteros [Arias, *Inv Pesq.* **40**: 201-222 (1976); Suau y López, *Inv. Pesq.* **40**: 169-199 (1976)]. La dorada es una especie euriterma y eurihalina, es decir, que puede soportar o tolerar un amplio margen de temperatura y de salinidad.

En España, la dorada es el teleosteo marino cuyo cultivo ha tenido mayor éxito en los últimos años. Su producción cultivada ha pasado de 127 Tn en 1985 a más de 9800 Tn en 2001, superando a las capturas por pesca [FAO 1999]. En nuestro país, las poblaciones salvajes de esta especie se encuentran muy mermadas debido a la intensa pesca a la que ha sido sometida [FAO 1999]. Según el Libro blanco de la acuicultura en España (1999), el 56% de la producción se realiza en jaulas, mientras que el 35% se realiza en antiguas salinas y el 9% restante en tanques de tierra. El 50% de la producción de dorada se lleva a cabo en el sur de la península, fundamentalmente en Andalucía.

#### **La dorada y el síndrome de invierno**

En invierno, cuando las temperaturas fluctúan por debajo de los 13 °C, las doradas cesan de comer y, si lo hacen, es menor al 0,1% de peso corporal, (en comparación de los 4 o 5% de peso corporal que ingieren durante los periodos más cálidos) [Tort, Padrós, Rotlland, Crespo, *Fish and Shellfish Immunol.* **8**: 37-47 (1998)]. Bajo estas condiciones se manifiesta el llamado «síndrome de invierno» y el porcentaje de mortalidad puede llegar a valores cercanos al 10%. El síndrome de invierno se caracteriza por una inmunosupresión y la consiguiente falta de resistencia a ciertos agentes patógenos como bacterias o virus. Además, se observan algunos síntomas tales como la natación de lado, aletargamiento y baja reacción a impulsos externos. Por otro lado, también se han descrito algunas lesiones internas tales como: necrosis en las fibras musculares, atrofia del páncreas exocrino, palidez y fibrilización del hígado, degeneración de las grasas en los hepatocitos, y un tubo digestivo distendido que contiene un líquido claro que indica una menor capacidad de absorción de nutrientes [Padrós, Crespo, Sala, Sánchez, Blasco, Fernández,

Rotlland, Tort, *International Congress on the Biology of Fish, Baltimore, MD* (1998); Tort, Rotlland, Rovira, *Comp. Biochem. Physiol. Part A* **120**: 175-179 (1998); Contessi, Vatpatti, Gusmani, Bovo, Maltese, Mutinelli, Borghesan, Gennari, *Boll. Soc. Ital. Patol. Ittica.* **12**: 2-16 (2000)].

Algunos trabajos previos de otros autores se han centrado en la inducción del síndrome de invierno por una disminución de la temperatura ambiental, analizándose los aspectos histológicos e inmunológicos del mismo [Sala-Rabanal, Sánchez, Ibarz, Fernández-Borràs Blasco, Gallardo, *Fish Physiol. Biochem.* **29**: 105-115 (2003); Rotllant, Balm, Wendelaar-Bonga, Pérez-Sánchez, Tort, *Fish Physiol. Biochem.* **23**: 265-273 (2000)]. Sin embargo, los trabajos de cómo afectan las bajas temperaturas al sistema osmorregulador de la dorada son muy escasos. Así, sólo existe una referencia donde se indica que la concentración del sodio y el cloro aumentan debido a la aclimatación a las bajas temperaturas [Sala-Rabanal, Sánchez, Ibarz, Fernández-Borràs Blasco, Gallardo, *Fish Physiol. Biochem.* **29**: 105-115 (2003)]. De este modo, existe un desconocimiento de cómo afecta la temperatura a los parámetros bioquímicos y osmorreguladores en esta especie.

#### **Dorada y temperatura: efectos sobre la osmorregulación y el metabolismo**

Nuestro grupo de investigación está analizando las interrelaciones entre la temperatura ambiental y el metabolismo y la osmorregulación en la dorada. Así, se realizó un experimento donde se estudiaron los efectos de tres temperaturas (26 °C, 19 °C y 12 °C) en unos ejemplares adaptados al agua de mar. El objetivo de este trabajo fue analizar los efectos de la temperatura ambiental en la osmorregulación y el metabolismo.

En relación a la osmorregulación, se analizó la actividad  $\text{Na}^+, \text{K}^+$ -ATPásica branquial y renal, así como los valores de osmolaridad plasmática. La actividad  $\text{Na}^+, \text{K}^+$ -ATPásica branquial disminuyó en los grupos a 12 y 26 °C, y fue significativamente diferente entre los 3 grupos. La actividad  $\text{Na}^+, \text{K}^+$ -ATPásica renal presentó los valores más altos en los grupos con 12 y 26 °C, con diferencias significativas con respecto al grupo de 19 °C. La osmolalidad plasmática era menor en los ejemplares a 12 y 26 °C que en los ejemplares a 19 °C. En relación al metabolismo, se analizó la concentración de glucosa, lactato, proteínas y triglicéridos en la sangre. Los ejemplares mantenidos a una temperatura de 26 °C poseían concentraciones de glucosa y lactato significativamente mayores que los ejemplares aclimatados a las otras dos temperaturas. Las proteínas presentaron, respecto al grupo aclimatado a una temperatura de 19 °C, una disminución de concentración. La concentración de triglicéridos disminuyó significativamente en los ejemplares aclimatados a mayor temperatura respecto a los otros dos grupos de peces analizados.

En los ejemplares de dorada mantenidos a altas temperaturas, y al ser los teleosteos animales poiquilotermos, aumenta el metabolismo y la necesidad

de sustratos energéticos (como es el caso de la glucosa y el lactato). Por otra parte, en los ejemplares de dorada mantenidos a bajas temperaturas, donde se produce un descenso del consumo de alimentos, los valores de

triglicéridos aumentan, lo que indica una movilización de las grasas en situaciones de baja temperatura con el objeto de paliar la disminución del consumo alimenticio anteriormente indicada.

---

