

Estrés osmóticos en *Chelon labrosus* (Risso, 1827).

Manuel J. Marrero Hernández.

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, España. E-mail: manuel.marrero104@estudiantes.ulpgc.es

RESUMEN

Chelon labrosus no muestra cambios importantes en el nivel de estrés (medido como incremento en la tasa respiratoria por unidad de tiempo), cuando se le somete a cambios en la densidad del agua entre 1021 y 1033 g/l. No obstante, se observa un cambio significativo en el nivel de estrés cuando la densidad del medio alcanza los 1040 g/l.

Palabras clave: *Chelon labrosus*, salinidad, eurihalinos, estrés.

ABSTRACT

Chelon labrosus showed significant changes in the level of stress (measured as the increase in respiratory rate per unit time) when water density reached 1040 g/l. However, no changes were detected for water densities between 1021 to 1033 g/l.

Keywords: *Chelon labrosus*, salinity, eurihaline, stress.

INTRODUCCIÓN

La cualidad que define a los peces eurihalinos es su capacidad de poder vivir en distintas salinidades ambientales (Evans, 1993). Muchos de estos peces salvan cada día situaciones de cambios bruscos de la salinidad, principalmente en zonas de estuarios e intermareal. Esto lo consiguen gracias a dos estrategias osmorreguladoras diferentes que utilizan para mantener la homeostasis en su medio interno: a) una regulación hipoosmótica en los animales adaptados a un ambiente hiperosmótico que contrarresta la ganancia pasiva de iones y la pérdida osmótica del agua, y b) una regulación hiperosmótica en los animales adaptados a un ambiente hipoosmótico que contrarresta la entrada pasiva de agua y la pérdida de iones hacia el ambiente. Ambas modalidades de osmorregulación son posibles gracias a diferentes órganos osmorreguladores (branquias, riñón, tubo digestivo, etc.), cuya actividad se encuentra controlada por un elevado número de hormonas hipofisarias (prolactina, hormona del crecimiento, etc.) y extrahipofisarias (cortisol, hormonas tiroideas, etc.) (Evans, 1993).

Es claro que los cambios en la salinidad afectan al metabolismo y sus efectos se reflejan en diferentes aspectos de su biología y comportamiento (Jobling, 1995; Evans y Claiborne, 2006). Así, Laiz-Carrión *et al.* (2005) han descrito que los juveniles de *Sparus auratus* crecen mejor en las salinidades intermedias (12 ‰), cercanas al punto isoosmótico del medio interno de esta especie, en comparación

con el agua del mar (38 ‰) o el agua salobre (6 ‰). Por el contrario, Arjona *et al.* (2006) plantean que los juveniles inmaduros de *Solea senegalensis* crecen de forma similar en salinidades de 25 ‰ y 39 ‰, mientras que en la salinidad cercana al punto isoosmótico (15 ‰) crecen menos. De esta forma, la salinidad óptima de cultivo, aparentemente, va a depender de la especie estudiada, aunque la mayoría de los estudios reflejan un mayor crecimiento en las salinidades intermedias (cercanas al punto isoosmótico) (Bouef y Payan, 2001).

El objetivo de este trabajo es determinar si los cambios en la salinidad del agua producen un incremento significativo en el estrés de *Chelon labrosus* (medido en la tasa de respiración y su comportamiento), tal y como parecen indicar los niveles de cortisol encontrados por Arjona *et al.* (2005) en *Solea senegalensis*.

MATERIAL Y MÉTODO.

Para el desarrollo del experimento se utilizaron 6 juveniles de *Chelon labrosus*, de talla similar, capturados en la zona intermareal de la isla de Gran Canaria (Islas Canarias, España). Los peces fueron mantenidos en un acuario de 25 litros durante un mes y medio para su aclimatación.

El experimento fue realizado en cubetas de 6 litros de capacidad. Cada cubeta fue llenada con 4,5 litros, para evitar el escape de los peces por salto, con agua de mar de diferentes densidades (1040g/l,

1033g/l, 1030g/l, 1024g/l y 1021g/l) y a una temperatura que osciló entre 21 y 22 °C. Una cubeta fue utilizada como control y mantenida a 1030g/l de densidad e idéntica temperatura.

Según UNESCO (1981), la densidad del agua de mar a 35‰ de salinidad (media oceánica) se corresponde con una densidad de 1026,7g/l. Aunque la salinidad varía generalmente entre 33 y 37‰, hay casos que se salen de este rango como el Mar Rojo (40‰) o el Báltico (6‰). Esta media oceánica está tomada para una temperatura en torno a los 20 °C. Pero, por ejemplo ésta oscila de 1028,19 g/l a -2°C, 1028,11 a 0°C, 1.027,78 a 4°C, etc.

El experimento se realizó introduciendo un pez en la cubeta de mayor densidad y dejándolo durante 5 minutos para su habituación antes de proceder a medir la frecuencia de movimientos operculares durante 10 segundos. Posteriormente, el pez era sacado e introducido en otra cubeta con menor densidad y se procedía de la misma forma. El cambio establecido fue siguiendo una secuencia decreciente desde 1040g/l hasta 1021g/l. El proceso fue repetido con 5 peces, de modo que el número total de medidas obtenidas fue de 25, cinco por cada nivel de densidad utilizado. De igual modo, se tomaron 5 medidas del número de movimientos operculares en el pez control durante el mismo intervalo de tiempo.

RESULTADOS

Con el incremento de densidad del agua el número de movimientos del opérculo para ventilar las branquias aumentó de

forma significativa (Kruskal-Wallis Anova, $H=11,94$; $P=0,017$; Fig. 1). No obstante, no existen diferencias significativas en la tasa de respiración mostrada a densidades inferiores a 1040 g/l, mientras que el aumento de la respiración fundamentalmente ocurre cuando el agua adquiere la mayor densidad (χ^2 observado vs esperado =30.86; $P<0.003$).

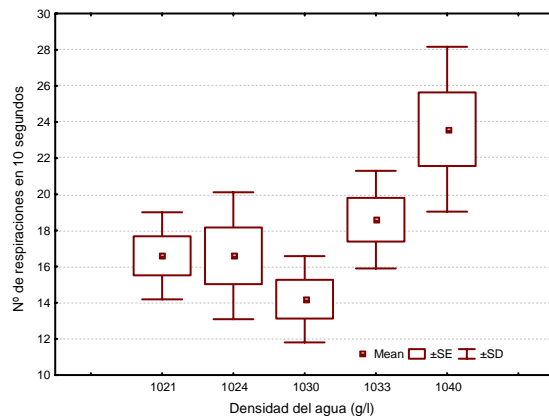


Figura 1. Número de movimientos operculares realizados por *Chelon labrosus*, en 10 segundos, en aguas con diferentes densidades

Además, no se observaron diferencias entre el nivel de estrés de los peces en el acuario control y los sometido a la misma densidad en los tanques de experimentación, indicando que el estrés medido no estuvo condicionado por la manipulación. Por otro lado, existe una clara componente individual en el estrés desarrollado, ya que a una misma densidad los peces mostraban diferencias significativas entre ellos (Kruskal-Wallis Anova, $H=9,95$; $P=0,04$).

DISCUSIÓN

El estrés puede ser definido como una situación en la cual el equilibrio dinámico de un organismo

(estado homeostático) es modificado como consecuencia de la acción de un estímulo intrínseco o extrínseco al animal, denominado agente estresante. De este modo, el animal responde mediante una serie de reacciones de comportamiento y/o fisiológicas con el objeto de compensar y/o adaptarse a la nueva situación. En esta respuesta, se activa tanto el eje hipotálamo-simpático-cromafín como el eje hipotálamo-hipofisario-interrenal (Chrousos y Gold, 1992).

Desde un punto de vista fisiológico, una activación puntual del sistema de estrés es beneficiosa para el animal, pues le permite recuperar la homeostasis de su medio interno, alterada por un agente estresante. Sin embargo, si la situación de estrés se convierte en crónica la respuesta al estrés puede perder su valor adaptativo y originar problemas. Así, la situación continuada de estrés originaría problemas en los procesos de osmorregulación, crecimiento, reproductivos e inmunitarios. Estos problemas se reflejarían a nivel de organismo, población y comunidad.

El organismo responde a una situación de estrés con el llamado síndrome de adaptación general, que presenta, según sea la duración del agente estresante, distintas etapas: a) reacción de alarma inicial, b) fase de resistencia, y c) fase de agotamiento (Cannon, 1929; Adams, 1990; Schreck, 1990).

a) Reacción de alarma inicial: en los primeros momentos el animal reacciona con un incremento de la liberación de catecolaminas en el tejido adrenal cromafín y de noradrenalina en los terminales nerviosos simpáticos. Estas

sustancias presentan un amplio rango de funciones fisiológicas que se reflejan en: (i) actividad motora, ritmo cardiaco, flujo sanguíneo hacia los órganos fisiológicamente más activos (cerebro, corazón y músculo esquelético); (ii) flujo sanguíneo hacia las branquias y estímulo de la captación/transporte de oxígeno; y (iii) tasa metabólica basal, metabolismo intermedio de modo que se aumenta la glucosa plasmática a partir del glucógeno del hígado (glucogenolisis) y la síntesis de nueva glucosa a partir de ácidos grasos libres en tejido adiposo (lipólisis y glucogénesis).

b) Fase de resistencia: si la situación de estrés continúa, el animal terminaría por adaptarse a la nueva situación y los niveles de catecolaminas volverían a sus valores normales. Durante esta fase se liberan corticoides adrenales (en teleósteos el cortisol es el más importante), cuyas acciones son más lentas que las acciones iniciales de las catecolaminas, y permiten mantener la fase de resistencia del síndrome de adaptación general. Además, tanto el cortisol como la ACTH hipofisaria estimulan la síntesis de catecolaminas a nivel del tejido cromafín, con lo cual se pueden mantener valores de catecolaminas superiores a los basales durante esta fase de resistencia. Sin embargo, mientras que en mamíferos los papeles fisiológicos de los corticoides adrenales están perfectamente delimitados entre glucocorticoides (cortisol) con función metabólica y mineralcorticoides (aldosterona) con papel osmorregulador, no es así en peces donde el cortisol funciona como glucocorticoide y mineralcorticoide. Las acciones fisiológicas del cortisol

son variadas, originando a nivel metabólico un aumento de las reservas energéticas del animal en plasma (hiperglucemia).

c) Fase de agotamiento: si la situación de estrés se mantiene el organismo entra en la fase de agotamiento. Los altos niveles de cortisol mantenidos durante un largo periodo, así como la activación del metabolismo para superar la situación de estrés, interfieren con otros procesos fisiológicos del animal (crecimiento, reproducción, sistema inmunitario, etc.) y originan situaciones letales.

En este sentido, la toma de medidas del estrés durante un período de adaptación menor a 15 minutos, es altamente improbable que, en las condiciones dadas, los ejemplares de *Chelon labrosus* hayan llegado a la fase de agotamiento. Incluso, al no haber diferencias significativas en el estrés mostrado a las diferentes densidades expuestas, excepto la de 1040g/l, no se puede llegar a determinar en qué fase estarían o si han llegado siquiera a la fase de alarma inicial. Es de suponer que si hubiesen llegado a esta fase, debería haber cambios importantes en el número de respiraciones. Es más, las diferencias observadas en la tasa de respiración a densidades inferiores a 1033g/l con respecto a la de 1040g/l, pueden ser debidas a problemas de manipulación, aunque esto no se constató.

Por otro lado, y según Wendelaar-Bonga (1997), las respuestas de estrés en los animales son de tres tipos: (i) Primaria, que consiste en un incremento en los niveles de catecolaminas y corticosteroides adrenales en plasma; (ii)

Secundaria, con un aumento del consumo de oxígeno, actividad cardiaca, hiperglucemia, perturbaciones del balance hidromineral, etc.; y (iii) Terciaria, que se extiende al nivel de organismo y población, a través de una inhibición del crecimiento, problemas en la reproducción, perturbación del sistema inmune y disminución de la tolerancia a nuevas situaciones de estrés.

En este sentido, en el caso de *Chelon labrosus*, sólo se ha observado una respuesta secundaria, mostrada en el incremento del número de respiraciones por unidad de tiempo (mayor consumo de oxígeno) a partir de 1040 g/l, como posible respuesta a modificaciones fisiológicas. No obstante, es necesario recalcar que al igual que en el resto de peces teleósteos eurihalinos (Arjona, 2006), *C. labrosus* se adapta bien a los cambios de salinidad del agua y en el rango de variación al que se ha sometido a estos peces (1021-1040g/l) no muestran cambios importantes en su comportamiento y nivel de estrés.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams S.M. (ed.) 1990. *Biological Indicators of Stress in Fish*, American Fisheries Society Symposium 8, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland Fisheries Society. Bethesda, Maryland. 191pp.
- Arjona, F.J., M.P. Martín del Río, J.M. Mancera, I. Ruiz-Jarabo y L. Vargas-Chacoff. 2005. Estudio preliminar sobre la adaptación del lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858 a

ambientes de diferente salinidad. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 21(1-4):137-146.

Arjona, F.J., I. Ruiz-Jarabo, L. Vargas-Chacoff, M.P. Martín del Río y J.M. Mancera. 2006. Crecimiento frente a la salinidad en los peces teleósteos. *Encuentros en la Biología*, XIV (10):7-8.

Boeuf, G. y P. Payan. 2001. How should salinity influence fish growth? *Comp. Biochemistry and Physiology*, Part C, 130:411-423.

Cannon, W. B. 1929. *Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage: An Account of Recent Research into the Function of Emotional Excitement*, 2nd Ed. New York: Appleton.

Chrousos, G.P. y P.W. Gold. 1992. The concepts of stress and stress system disorders. Overview of physical and behavioral homeostasis. *Journal of the American Medical Association*, 268(2): 200.

Evans, D.H. (ed.). 1993. *The physiology of fishes*. CRC Press., Boca Raton, FL. 592 pp.

Evans D.H. y J.B. Claiborne. 2006. *The physiology of fishes*. 3rd edition. Taylor & Francis. 601 pp.

Jobling, M. 1995. *Environmental biology of fishes*. Fish and Fisheries Series, 16; Chapman & Hall. 475 pp.

Laiz-Carrión, R., S. Sanggiao-Alvarellos, J.M. Guzmán, M.P. Martín del Río, J.L. Soengas y J.M. Mancera. 2005. Growth performance of gilthead sea bream *Sparus aurata* in different osmotic conditions: Implications for osmoregulation and energy metabolism. *Aquaculture*, 250(3-4): 849-861.

Schreck, C.B. 1990. Physiological, bahavioral, and performance indicators of stress. *American Fisheries Society Symposium*, 8:29-37.

UNESCO. 1981. Background papers and supporting data on the International Equation of State of Seawater 1980. *Unesco technical papers in marine sciences*, 38. 194 pp.

Wendelaar-Bonga, S. 1997. The stress response in fish. *Physiological Review* 77, 3:591-625.