

### Abstract

Oxygen consumption in juvenile *Chelon labrosus* is positively and significantly correlated with body weight and temperature, and after feeding remains above routine for 8 to 15 hours, depending on temperature.

### Resumen

El consumo de oxígeno en juveniles de *Chelon labrosus* se correlaciona positiva y significativamente con el peso corporal y con la temperatura, y tras la alimentación se mantiene por encima del de rutina entre 8 y 15 horas, dependiendo de la temperatura.

### Introducción.

Los mugílidos en general y *Chelon labrosus*, en particular poseen una serie de atributos que los posicionan como excelentes candidatos para impulsar la acuicultura europea hacia un modelo más sostenible, especialmente en el contexto actual de cambio climático. Entre estas cualidades destacan su tolerancia a amplios rangos de temperatura y salinidad, así como su plasticidad trófica comportándose como omnívoros/herbívoros. Como organismos poiquiloterms, eurihalinos y osmorreguladores, el metabolismo de los peces está fuertemente influenciado por el medio ambiente, siendo de gran interés conocer la magnitud de esta interacción para optimizar las condiciones de cultivo. La tasa metabólica de un pez depende además de la temperatura de otros factores como son el peso, la ingesta y el comportamiento, y es usualmente estimada a partir del consumo de oxígeno (CO) en diferentes momentos de actividad del pez, es decir, durante la alimentación, en reposo, actividad, etc. El CO proporciona datos valiosos sobre el coste energético asociado a distintos comportamientos, como la natación o la búsqueda de alimento, siendo un parámetro de particular interés para optimizar el cultivo de nuevas especies, ya que permite regular caudales y renovación de agua en sistemas de cultivo tanto en abierto como en RAS, salvaguardar su bienestar y maximizar la producción.

En este trabajo presentamos resultados de CO en juveniles de *C. labrosus* obtenidos mediante respirometría, para conocer la influencia de dos variables clave como son el peso corporal y la temperatura del agua. Se desarrollan modelos matemáticos y simulaciones para estimar el comportamiento del CO en función de estas variables.

### Material y Métodos.

Las medidas de CO se realizaron con lotes de juveniles con pesos medios comprendidos entre 2 y 85 g y temperaturas entre 13 y 23 °C. Para ejemplares < 15 g se utilizó un dispositivo experimental en recirculación con tanques cilíndricos de 6 L (10-20 peces por tanque) con control de temperatura. El CO individual ( $O_{2ini} - O_{2fin} / \text{tiempo} / n^{\circ} \text{individuos} = \text{mg } O_2 \text{ h}^{-1}$ ) se midió como la diferencia de la concentración de oxígeno disuelto (medido con oxímetro OxyGuard) en períodos de 15-30 minutos en que se mantenía cortada la renovación de agua en los tanques (la duración del periodo sin renovación se determinaba previamente para asegurarnos que la saturación de  $O_2$  nunca bajase del 50 %), a intervalos de una hora durante 30 horas, entre las 8am del día 1 y las 2pm del día 2, con dos tomas de alimentación a saciedad a las 11am y 4 pm del día 1. Para ejemplares de peso > 15 g el CO individual se midió como la diferencia entre la concentración de  $O_2$  disuelto a la entrada y a la salida de tanques de 200 L (60-200 ejemplares por tanque), midiéndose también el caudal cada 4 horas ( $(O_{2ent} - O_{2sal}) \cdot Q \text{ (l min}^{-1}) \cdot 60 / n^{\circ} \text{individuos} = \text{mg } O_2 \text{ h}^{-1}$ ). En ambos sistemas de respirometría, para minimizar el intercambio gaseoso con la atmósfera, la lámina de agua de los tanques se cubría con una plancha de plástico flotante.

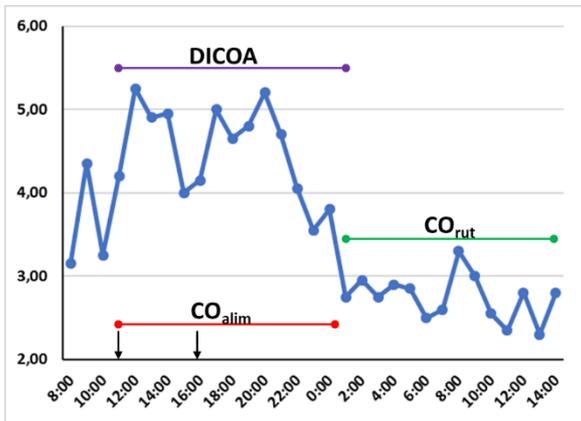
Con los datos de CO se determinan los períodos correspondientes al metabolismo relacionado con el proceso de alimentación/digestión ( $CO_{alim}$ ) y al metabolismo de rutina ( $CO_{rut}$ ), y se calcula el CO medio ( $CO_{med}$ ). Se registra el tiempo transcurrido entre el suministro de alimento y la vuelta al estado de reposo (DICOA), y hasta alcanzar el pico máximo de CO (TPCOA). Para determinar si existe relación entre las variables dependientes ( $CO_{alim}$ ,  $CO_{rut}$ ,  $CO_{med}$ ; DICOA y TPCOA) y las independientes (Peso y Temperatura) se lleva a cabo el test de correlación parcial. Seguidamente, mediante regresión lineal simple/múltiple se busca la mejor ecuación que ajuste los datos de las variables dependientes y aquellas variables independientes con correlación significativa.

### Resultados y Discusión

En la Figura 1 se representan los registros de CO individual de una de las respirometrías, señalándose los períodos considerados para el cálculo de  $CO_{alim}$ ,  $CO_{rut}$ ,  $CO_{med}$ , DICOA y TPCOA. Se obtuvo correlación significativa entre  $CO_{alim}$ ,  $CO_{rut}$  y  $CO_{med}$  con el peso y la temperatura, y entre DICOA con la temperatura (Tabla 1). El TPCOA no se correlaciona ni con el peso ni con la temperatura.

**Tabla 1:** Resultado del análisis de correlación parcial. En negrita: diferencias significativas.

	$CO_{alim}$		$CO_{med}$		$CO_{rut}$		DICOA		TPCOA	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
<b>PESO</b>	0,6192	<b>0,0009</b>	0,6279	<b>0,0007</b>	0,6322	<b>0,0007</b>	0,0295	0,8901	-0,1742	0,4063
<b>TEMP</b>	0,5328	<b>0,0061</b>	0,5209	<b>0,0075</b>	0,4457	<b>0,0255</b>	0,7631	<b>0,0001</b>	0,1778	0,3974



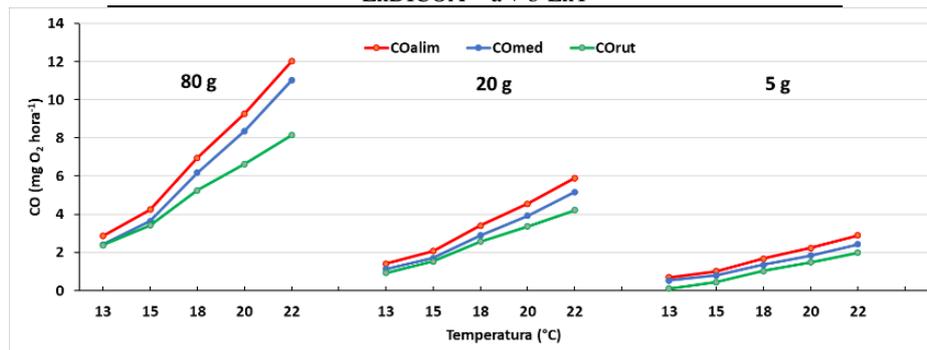
**Figura 1:** Representación de una de las mediciones de CO para un ejemplar de 2 g a 22,8 °C.

En la Tabla 2 se muestran los resultados del análisis de regresión y las ecuaciones resultantes con mejor ajuste. La Figura 2 muestra la simulación de los  $CO_{alim}$ ,  $CO_{rut}$  y  $CO_{med}$  con las ecuaciones obtenidas para tres pesos dentro de los rangos de peso y temperatura estudiados. Los resultados indican que  $CO_{alim}$ ,  $CO_{rut}$  y  $CO_{med}$  aumentan conforme se incrementa la temperatura y el peso, tal como sugiere Trancart et al. (2016). El aumento de la temperatura supone un aumento significativo del DICOA, que se alcanza alrededor de 8 y 15 horas después de la primera alimentación a 13 y 22 °C respectivamente. Los coeficientes del peso de los  $CO_x$  se encuentran en el rango típico para la mayoría de especies: 0,4-1 (Jobling, 1982). De haber manejado rangos de peso y temperatura más amplios es probable que estos coeficientes hubiesen sido superiores.

**Tabla 2:** Resultados de los análisis de regresión y ecuaciones obtenidas con mejor ajuste.

	a	b	c	e.t.e.	R <sup>2</sup> aj	ANOVA P
$CO_{alim}$	-8,1782	0,5193	2,7218	0,2780	0,7146	0,0001
$CO_{med}$	-8,9208	0,546	2,8885	0,2782	0,7043	0,0001
$CO_{rut}$	-5,4048	0,4042	1,8913	0,2059	0,6963	0,0001
	a	b		e.t.e.	R <sup>2</sup>	ANOVA P
<b>DICOA</b>	-1.7162	1.4221		0.1832	0.6829	0.0001

$LnCO_x = a + b \cdot LnP + c \cdot LnT$   
 $LnDICOA = a + b \cdot LnT$



**Figura 2:** Simulaciones del  $CO_x$  con las ecuaciones seleccionadas para pesos y temperaturas dentro de los rangos estudiados.

Los resultados obtenidos muestran la notable influencia que tienen el peso y la temperatura sobre el CO. Continuamos adquiriendo datos aumentando los rangos de ambas variables para elaborar un modelo que se adapte a condiciones de cría más amplias.

### Bibliografía

Jobling, M. (1982). J. Fish Biol. 20: 501-516.  
Trancart, T. et al. (2016). Est. Coast. Shelf Sci. 173: 9-15.

### Agradecimientos

Este estudio es parte del Plan Complementario de Ciencias Marinas ThinkInAzul, financiado por el Gobierno de España con fondos NextGenerationEU (PRTR-C17.II) y el Gobierno de Cantabria.