

## ARTÍCULO ORIGINAL

### CONSUMO DE OXÍGENO Y PESO CORPORAL EN JUVENILES DE *Mugil cephalus* "lisa" EN CONDICIONES DE LABORATORIO

### OXYGEN CONSUMPTION AND BODY WEIGHT IN JUVENILES OF *Mugil cephalus* "lisa" IN LABORATORY CONDITIONS

Maribel Torres Saldaña & Félix Huaranga Moreno\*

Laboratorio de Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo-Perú.  
rhuaran@gmail.com\*

#### RESUMEN

Se estimaron los niveles de consumo de oxígeno en juveniles de *Mugil cephalus* "lisa" en relación a su peso corporal, así como los valores del ritmo respiratorio en condiciones de laboratorio; para la cual se utilizó la metodología para bioensayos fisiológicos para determinar consumo de oxígeno y ritmo respiratorio, a una temperatura de 22°C, manteniéndose los peces en ayuno durante 24 horas. Los resultados para consumo de oxígeno se representan mediante la ecuación de regresión,  $0.54 X + 96.37$ , siendo el coeficiente de correlación de 0.97 mientras que el ritmo respiratorio, se incrementó progresivamente desde 12 a 20 horas y luego inicia su descenso hasta llegar a un valor mínimo a las 36 horas. Se concluye, que el consumo de oxígeno ( $\mu\text{l/g/h}$ ) está en relación directa al peso corporal y la actividad rítmica respiratoria es unimodal y determinada por el fotoperiodo, no guardando una relativa dependencia térmica atribuida a la búsqueda del alimento.

**Palabras claves:** Consumo, oxígeno, ritmo respiratorio, *Mugil cephalus*.

#### ABSTRACT

Oxygen consumption levels in *Mugil cephalus* young were estimated in relation to their body weight, as well as respiratory rate values in laboratory conditions; for which the methodology for physiological bioassays was used to determine oxygen consumption and respiratory rate, at a temperature of 22 ° C, keeping the fish fasting for 24 hours. The results for oxygen consumption are represented by the regression equation,  $0.54 X + 96.37$ , being the correlation coefficient of 0.97 while the respiratory rate, progressively increased from 12 to 20 hours and then begins its descent until reaching a value minimum at 36 hours. It is concluded that oxygen consumption ( $\mu\text{l} / \text{g} / \text{h}$ ) is directly related to body weight and respiratory rhythmic activity is unimodal and determined by the photoperiod, not keeping a relative thermal dependence attributed to the search for food.

**Keywords:** Consumption, oxygen, respiratory rate, *Mugil cephalus*.

**Recibido:** 25 Agosto 2017.

**Aceptado:** 20 Noviembre 2017.

**Publicado online:** 30 Diciembre 2017.

#### INTRODUCCIÓN

Los peces como crustáceos y otros seres acuáticos requieren de una determinada concentración de oxígeno para cumplir con sus funciones de alimentación, crecimiento y reproducción, más aun cuando se los cultiva en estanques artificiales en los cuales el volumen de agua es un factor determinante, y por lo tanto el oxígeno también; en caso contrario se produce el deterioro del estanque (FAO, 2010; McKinney, 1998; Iwama *et al.*, 1997).

Se ha determinado que la concentración de oxígeno requerido por los animales acuáticos poiquiloterms, como los crustáceos y peces, no es uniforme, sino que varía en función a la temperatura, ingestión de alimentos, grado de actividad motora y tamaño corporal de los especímenes (Cervero et al., 2006; Cook, et al., 2000). En este sentido, el consumo de oxígeno ha sido objeto de estudio por numerosos investigadores y en diversas especies acuáticas, tal como los estudios de Fry citado por Brett, (1962) considera tres tipos de metabolismo según el grado de actividad del organismo: “estándar”, al cual lo define como el menor costo de energía en la que todos los órganos se encuentran en una actividad mínima; “activo”, el que constituye la máxima tasa con el más alto nivel de actividad continua y de “rutina” que es el promedio del consumo de oxígeno en la actividad moderada, en otras palabras, el consumo continuo durante la actividad libre en un acuario sellado (Hoar, 1978).

Sin embargo, Hoar (1978) considera que muchas de las medidas del metabolismo estándar, son de hecho medidas del metabolismo de rutina, por lo difícil que es obtener una actividad cero, hecho que daría lugar a la existencia de dos tipos de metabolismo, el estándar o de rutina y el activo. Asimismo, Wallace (1973, 1972), realizando experiencias con *Carcinus maenas* “cangrejo marino” de las costas de Escocia, encontró que el consumo de oxígeno promedio fue de 22,5 mg O<sub>2</sub>/kg/h; mientras que Díaz (1976) quien trabajó con *Carcinus mediterraneus* determinó que el consumo de oxígeno para esta especie, es a una concentración de 25,4 mg O<sub>2</sub>/kg/h; a la vez que, Brett y Groves (1979), al realizar una investigación sobre consumo de oxígeno con la especie *Dentex dentex*, obtuvieron una ecuación que permite estimar el consumo de oxígeno de rutina de esta especie para pesos corporales comprendidos entre 117 y 745 g, y temperaturas de 13,9 a 28,1°C. Por el contrario, Waller (1992) trabajando con *Scophthalmus maximus* y Maclsaac et al. (1997) en *Pleuronectes ferrugineus* y *Pleuronectes americanus*, observaron que el consumo de oxígeno aumenta hasta un valor máximo, para luego decaer cuando se supera el rango de temperatura óptimo para la especie; por lo tanto, sus datos se ajustaron a una ecuación parabólica. En el mismo contexto, Marais (1978), utilizando como especie experimental a *Liza richardsoni*, con temperaturas entre 28 y 30°C, determinó que la variación generaba un fuerte incremento en el consumo de oxígeno, atribuyéndose dicho comportamiento a los movimientos fortuitos del pez por encontrarse cerca de su temperatura letal de 32 °C.

Asimismo, los valores de consumo de oxígeno de *Oreochromis niloticus* en movimiento, muestran que el consumo es superior al que presentan peces sedentarios como los pleuronectiformes (Duthie, 1982; Wood et al., 1979), con valores de consumo de oxígeno por debajo de 100 mg O<sub>2</sub>/kg/h, pero inferior al que muestran los grandes nadadores pelágicos, como los corifenidos, con valores de 358 a 726 mg O<sub>2</sub>/kg/h (Benetti & Kraul, 1995).

Las investigaciones sobre el particular en nuestro país son escasos, mencionándose los realizados por Icochea (1986) quien utilizando como especie experimental a *Criphiops caementarius* “camarón de río” a una temperatura de 22°C, donde se observó que el consumo de oxígeno es proporcional al peso corporal y que la actividad rítmica respiratoria es unimodal.

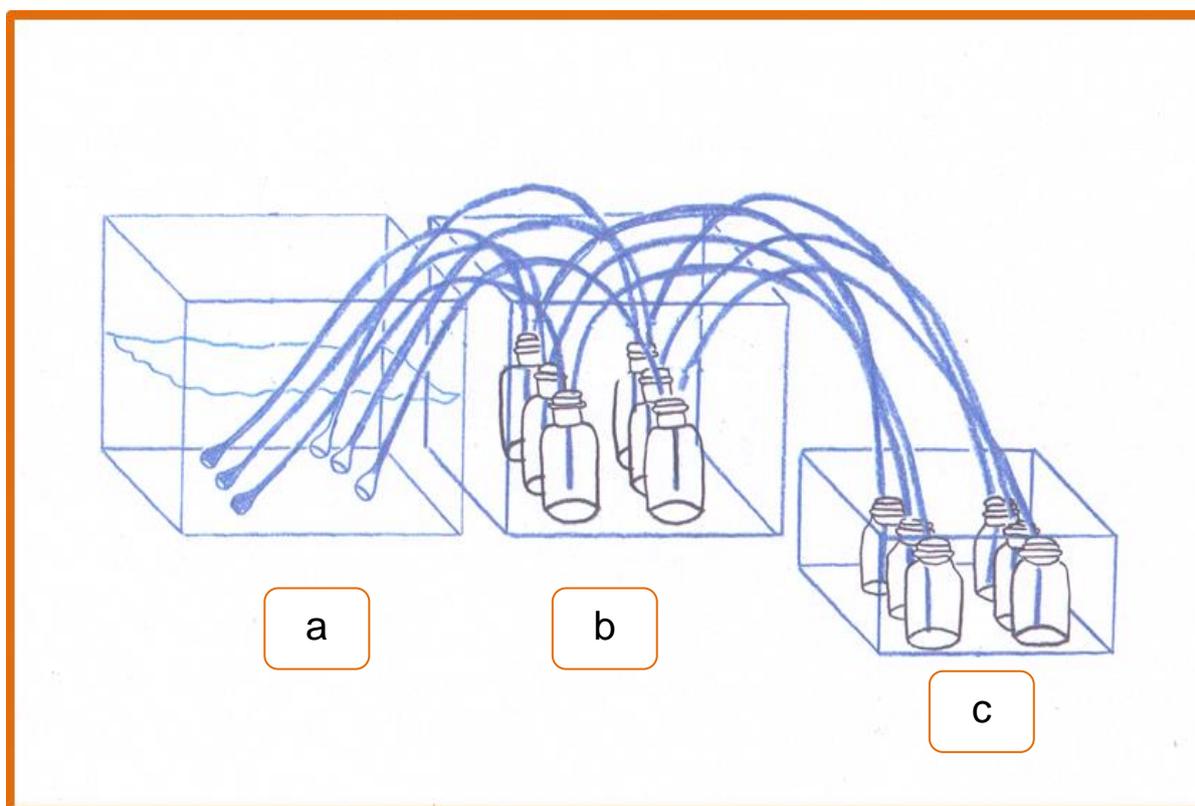
No encontrándose en nuestro medio investigaciones sobre consumo de oxígeno y ritmo respiratorio en organismos acuáticos, especialmente peces y en nuestro litoral como es el caso de la especie *M. cephalus* “lisa”, la que se caracteriza por su disponibilidad y ser fuente de alimento de muchos pobladores de nuestro país, además debido a su importancia comercial es cultivada en sistemas acuícolas; por lo que es de interés la realización de bioensayos fisiológicos referidos al consumo de oxígeno y ritmo respiratorio que nos permitirá inferenciar resultados hacia otras especies de peces; esto nos motivó estimar los niveles de consumo de oxígeno en relación al peso corporal de *M. cephalus*, así como determinar su ritmo respiratorio en condiciones de laboratorio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### MATERIAL BIOLÓGICO

El material biológico estuvo constituido por 77 ejemplares juveniles de *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) "lisa" obtenidos en el intermareal arenoso de puerto Salaverry (prov. Trujillo, región La Libertad, Perú), ubicado a 8° 13' 27" de Latitud Sur y a 78° 59' 52" de longitud Oeste. Los ejemplares fueron capturados con una red de malla anchovetera y trasladados en baldes a la unidad de acuarios del laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, en donde fueron acondicionados con un sistema de aireación continua y aclimatados durante 15 días, tratando de darle las mismas condiciones que en su ambiente natural y complementado con alimento balanceado para peces (Tetramyn), hasta dos días antes de realizar la experiencia.

Asimismo, el peso húmedo individual de los ejemplares juveniles fue determinado en una balanza analítica PS (Quick Guide), sin diferenciación de sexo, separándose seis peces para ser utilizados en la determinación del ritmo respiratorio, cuyos pesos oscilaban entre 1,33 y 2,47 g, los restantes fueron sometidos a la cámara respirométrica para determinar su consumo de oxígeno, cuyos pesos se encontraban entre 0,6 y 3,6 g. En la Fig. 1 se muestra la cámara respirométrica utilizada, sistema similar al usado por Díaz (1976) con algunas modificaciones, las dimensiones de los acuarios utilizados fueron de 59 x 40 x 30 cm que servían para la distribución del agua a los frascos respirométricos.



**Fig. 1.** Cámara respirométrica para determinar el consumo de oxígeno y ritmo respiratorio en juveniles de *M. cephalus* "Lisa". a) acuario con circulación de agua b) acuario con agua a temperatura constante para termostatar c) botellas para recoger la muestra. (Adaptado de Díaz, 1976).

## MEDICIÓN DEL CONSUMO DE OXÍGENO.

Para la instalación de los sistemas experimentales (botellas de 2 800 ml) se utilizó agua obtenida de la zona intermareal de puerto Salaverry, la cual previamente fue filtrada para prevenir el ingreso de partículas de materia orgánica que pudiese contener y afectar la experiencia. Un día antes, los animales fueron colocados en los respirómetros, en grupos de cinco, para su adaptación. A una hora determinada del día siguiente se realizó la primera toma de datos del contenido de oxígeno del agua alimentadora y al cabo de 10 horas se tomó las últimas muestras. El oxígeno disuelto se determinó mediante el método de Winkler modificado por Alsterberg, para agua marina (Fukushima, 1982). Para evitar la influencia del ambiente sobre la cantidad de oxígeno en el agua alimentadora, el acuario fue tapado con tela plástica de color negro.

Los datos de  $\frac{VO_2}{W}$  (respiración por peso específico se expresa en  $\mu\text{l/g/h}$ ) se obtuvieron relacionando el consumo de oxígeno con los pesos. En el eje de las ordenadas se ploteó el consumo de oxígeno  $\mu\text{l/g/h}$  y en las abscisas el peso húmedo (Icochea, 1986).

La ecuación de regresión utilizada corresponde a la siguiente fórmula:

$$\frac{VO_2}{W} = a \cdot W^{(b-1)}$$

En donde:

$VO_2$  = consumo de oxígeno en  $\mu\text{l/h}$

$w$  = peso en gramos de los ejemplares (peso húmedo)

$a$  = intercepción en el eje Y o nivel del metabolismo.

$b$  = pendiente de la recta de regresión o exponente del peso.

## EVALUACIÓN DEL RITMO RESPIRATORIO.

Para el estudio del ritmo respiratorio se utilizó la misma cámara con seis ejemplares, cubriéndose en el día los lados del acuario con planchas de tecnopor y en las noches, totalmente, para que los peces alteren y modifiquen su actividad respiratoria (Díaz, 1976).

Aproximadamente a las cinco horas de haber sido introducidos los ejemplares en los respirómetros se inició el muestreo del agua utilizando un oxímetro, el cual se realizaba cada cuatro horas durante día y medio, tiempo que duró la experiencia, y con los datos obtenidos se construyó la curva de la actividad rítmica promedio.

La determinación del consumo de oxígeno como del ritmo respiratorio se hicieron a una temperatura de  $21.5 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.5$ . La identificación de la especie se realizó mediante la clave de peces teleósteos de Jordán y Everman (1965).

## RESULTADOS

En Tabla 1 y Fig. 2, se observan los resultados del consumo de oxígeno en ejemplares juveniles de *Mugil cephalus* "lisa" sometidos a experimentación, en donde el valor de la pendiente para la línea de regresión fué de 0.54 y con un valor del coeficiente de correlación de 0.97; asimismo, los valores para la ecuación de regresión entre el  $VO_2$  y el  $W$  fue de  $0.54 X + 96.37$ , los cuales pueden expresarse por la siguiente función  $VO_2/W = 96.37 W^{0.54}$ .

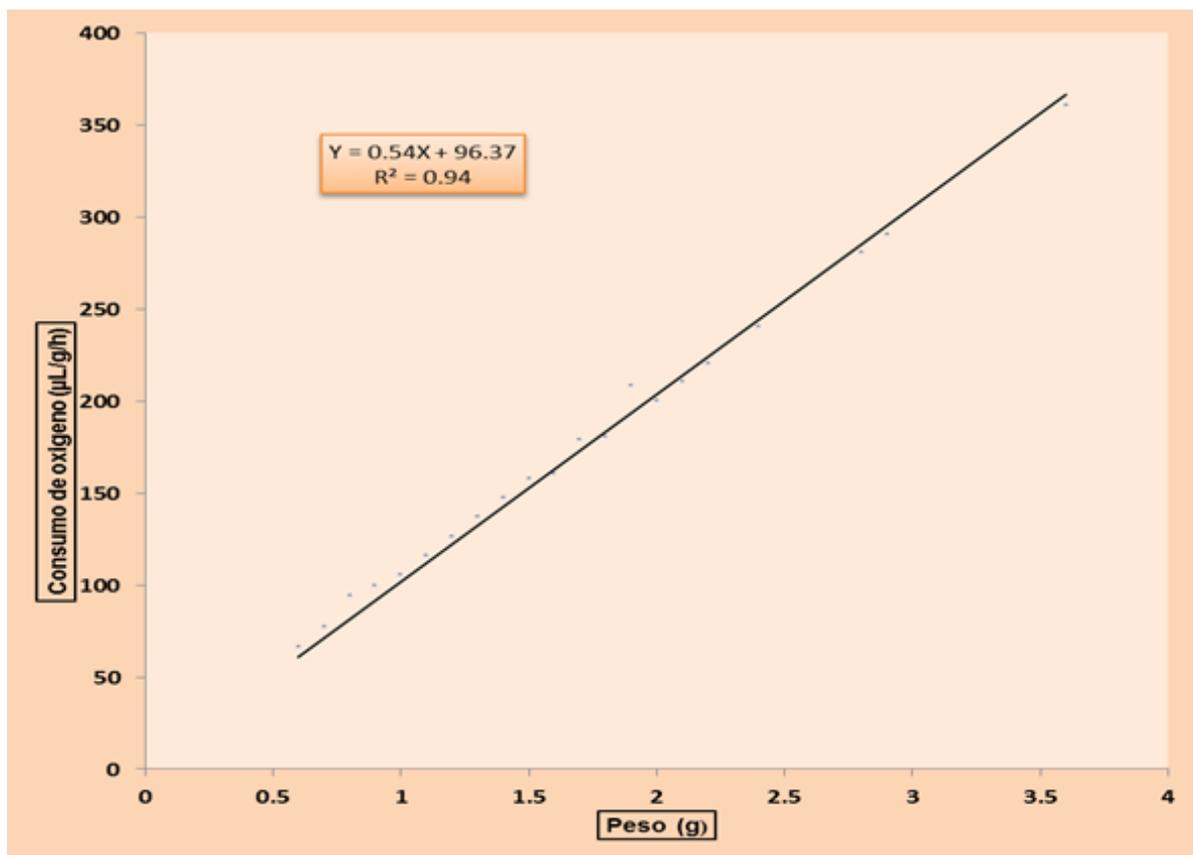
En relación al ritmo respiratorio, con los valores obtenidos (Tabla 2) de la experimentación con los seis individuos en observación durante 36 horas consecutivas, se trazó una curva de actividad rítmica (Fig. 3), la cual muestra la modalidad diaria de la respiración.

Asimismo, se puede observar que el ritmo respiratorio en juveniles de *M. cephalus* "lisa" se incrementa progresivamente a partir de las 12 horas de experimentación, manteniéndose hasta las 20 horas luego de la cual se inicia su descenso hasta llegar a un mínimo valor aproximadamente a las 36 horas.

Se observó también que los ejemplares durante el periodo diurno permanecían escondidos muy quietamente, salvo cuando eran perturbados por ruidos o presencia de personas, lo contrario ocurría al anochecer, en que estos se desplazaban rápidamente de un lugar a otro en busca de alimento.

**Tabla 1:** Promedio del consumo de oxígeno ( $\mu\text{l/g/h}$ ) a  $21.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5$  en juveniles de *M. cephalus* "lisa" en relación al peso, en condiciones experimentales de laboratorio.

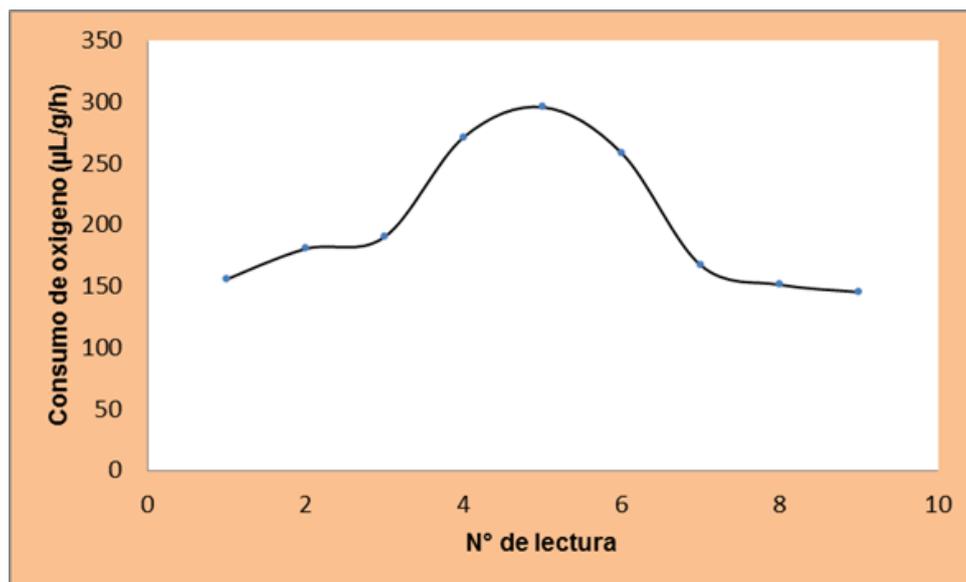
Peso (g)	N° Especímenes	$\bar{x}$ de consumo de oxígeno ( $\mu\text{l/g/h}$ )
0,6	1	66,0
0,7	1	77,0
0,8	2	138,0
0,9	3	297,0
1,0	2	215,0
1,1	2	236,5
1,2	4	510,0
1,3	4	526,5
1,4	5	651,0
1,5	2	232,5
1,6	2	320,0
1,7	2	263,5
1,8	2	180,0
1,9	2	303,0
2,0	1	200,0
2,1	1	210,0
2,2	1	220,0
2,4	1	240,0
2,8	2	560,0
2,9	1	290,0
3,6	1	360,0



**Fig 2.** Recta de regresión que relaciona el peso y el consumo de oxígeno en juveniles de *M. cephalus* “lisa” en condiciones de laboratorio.

**Tabla 2.** Promedio del ritmo respiratorio ( $\mu\text{L/g/h}$ ), tomado cada cuatro horas de experimentación, realizado a seis individuos

N° de lectura	Repeticiones	$\bar{x}$ del consumo de oxígeno ( $\mu\text{L/g/h}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )
1	3	155,83	25.9
2	3	180,59	25.7
3	3	190,25	25.9
4	3	271,46	25.8
5	3	295,87	26.2
6	3	258,47	26.1
7	3	167,22	26.0
8	3	151,35	26.0
9	3	145,43	27.8



**Fig 3.** Curva que explica la variación del ritmo respiratorio en juveniles de *Mugil cephalus* "lisa", relacionando el tiempo y el consumo de oxígeno (µl/g/h), durante 36 horas consecutivas en condiciones de laboratorio.

## DISCUSIÓN

Se observa que el valor mínimo obtenido para el consumo de oxígeno fué de 66 µl/g/h para un espécimen de 0,6 g, mientras que el valor máximo de 360 µl/g/h pertenece a uno de 3,6 g, lo cual está indicando la existencia de una proporción directa entre el consumo de oxígeno y el peso corporal, hecho que concuerda con los resultados obtenidos por King, (1996) quien trabajó con *Tilapia zillia* y *Tilapia mariae* y Patti *et al.* (2001) para *Oreocromis* sp.

Con respecto a los valores de la recta de regresión encontrada en la presente investigación difieren significativamente de los encontrados por Días (1976) ( $Y = -0,7474X + 3,0049$ ) para *carcinus mediterraneus*, Wallace (1972) para *carcinus maenas* ( $Y = -0,7487X + 2,4134$ ) y Icochea (1986) ( $Y = -0,49 + 313,9$ ) para *Criphiops caementarius*. Esta diferencia probablemente se debe a que dichos investigadores emplearon mayor número de individuos como en el primer caso o ejemplares con un rango más amplio de peso lo que permite obtener resultados más precisos. Por otro lado, la diferencia podría estar dada también por la disparidad de la muestra en cuanto al peso, y en algún modo podría afectar también el error humano. Asimismo, Hoar (1978) recomienda hacer las determinaciones con mayor número de individuos para cada rango de pesos.

Otra de las causas, podría ser la temperatura a la cual se trabajó, que difería en aproximadamente 1.5 °C con respecto a la de Días (1976) cuyos resultados están referidos a 20°C, conociéndose que el metabolismo es influenciado por este factor climático, debido que a altas temperaturas la afinidad entre la hemoglobina y el oxígeno disminuye, haciendo más difícil la transferencia entre el oxígeno y la sangre (Hoar, 1978; Wohlschlang *et al.*, 1968; Brett, 1962; Florkin, 1960; Wolvekamp & Waterman, 1960).

En cuanto al factor de correlación, éste se encuentra dentro el rango normal (0,45-1,00), pudiéndose considerar que el valor estaría influenciado por el peso corporal ya que mayormente se trata de individuos juveniles y por lo tanto su frecuencia respiratoria es

menor; más aún, este coeficiente de correlación nos está indicando que existe una relación directa entre el consumo de oxígeno de acuerdo al peso del individuo como lo señalan Wohlschlag *et al.*, 1968; Viacava & Llanos, 1978; Hoar, 1978; King, 1996; Patti *et al.*, 2011.

Con respecto al coeficiente de regresión (b), Hoar (1968) indica que puede fluctuar entre 0,67 y 0,75 para un gran número de animales y de todos los tamaños, sin embargo, Prosser y Brown (1968) señalaron que el valor mínimo es de 0,45 y menor a 1. El valor registrado en este trabajo es menor (0.53) a los límites considerados por Hoar, Prosser y Brown????, el cual puede estar influenciado por el hecho de haberse utilizado especímenes juveniles, así como también puede variar de acuerdo a la especie y a la influencia de los factores ambientales aun tratándose de la misma especie y dentro del mismo rango de peso (Wohlschlag *et al.*, 1968; Brett, 1962).

Observando la curva del ritmo respiratorio obtenido para *M. cephalus* "lisa" se puede notar que es diferente a la encontrada por Dias (1976) para *Carcinus mediterraneus* donde esta es bimodal presentando dos máximos, uno mayor para el periodo nocturno y otro de mejor amplitud que se presenta al medio día, mientras que la trazada por Icochea (1987) trabajando con *Cryphiops caementarius* fue unimodal, resultado que es similar al encontrado para *M. cephalus* "lisa". La diferencia en el carácter modal podría deberse al hecho que son especies diferentes y que habitan medios diferentes; así, por ejemplo, *Carcinus mediterraneus* es una especie marina sujeta a la acción de las mareas como lo indica Dias (1976), hecho que puede influenciar en el ritmo respiratorio, ya que su amplitud tiene un periodo máximo y mínimo que varía cada 6 horas. En el caso de *M. cephalus* "lisa" es una especie que vive en el mar sobre todo en fondos arenosos a pocas profundidades y con un comportamiento catádromo (Riede, 2004), donde los juveniles habitan en aguas costeras, sobre todo cerca de estuarios y lagunas, mientras que los adultos forman cardúmenes y a menudo penetran en los ríos (Harrison, 1995).

Por otro lado, se coincide con Díaz (1976) en cuanto a que el ritmo respiratorio está influenciado por el fotoperiodo, siendo independiente de la temperatura, lo cual también se observa en *M. cephalus* "lisa". La temperatura es un factor ambiental cuyas fluctuaciones provocan cambios en el metabolismo respiratorio (Hoar, 1978; Wallace, 1973; Brett, 1962; Brown, 1960; Florkin, 1960); sin embargo, en la presente investigación la curva de ritmicidad respiratoria no muestra estar influenciada por este hecho ya que su variación fue mínima ( $\pm 0.5$  °C).

## CONCLUSIONES

El consumo de oxígeno ( $\mu\text{l/g/h}$ ) está en relación directa al peso corporal en juveniles de *Mugil cephalus* "lisa".

La actividad rítmica respiratoria es unimodal y determinada por el fotoperiodo, alcanzando su máximo valor alrededor de las 20 horas, no guardando una relativa dependencia térmica atribuyéndose a la búsqueda de alimento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brett, J.** 1962. Some considerations in the study of respiratory metabolism in fish, particularly salmon, J. Fish. Res. Bd. Canada. 19(6): 1025-1035.
- Brett, J. & T. Groves.** 1979. Physiological energetics. En: Fish Physiology. W.S. Hoar y J.D. Randall. Academic Press, New York. 279-352.
- Benetti, R. & S. Kraul.** 1995. The standar metabolic rate of dolphin fish. Journal of Fish Biology, Canada. 46(6): 987-996.

- Brown, F.** 1960. Physiological rhythms. The physiology of crustacea. Ed. T.H. Waterman. Academic Press. New York. 401-426.
- Cervero, J.; L. Martinez; G. Garcia.** 2006. Oxygen consumption and ventilatory frequency responses to gradual hypoxia in common *Dentex dentex*: Bases for suitable oxygen level estimations. *Aquaculture*. 256: 542-551.
- Cook, J.; A. Sutterlin & M. McNiven.** 2000. Effect of food deprivation on oxygen consumption and body composition of growth-enhanced transgenic atlantic salmon (*Salmosalar*). University of Prince. Canadá. 188: 33-45.
- Diaz, E.** 1976. Consumo de oxígeno y ritmo respiratorio del cangrejo *Carcinus mediterraneus* (Czerniavsky, 1884) del litoral rumano del Mar Negro. *Invest. Mar. N° 30 .Serie 8.Ciencias. La Habana-Cuba.* 30: 11 – 21.
- Duthie, G.** 1982. The respiratory metabolism of temperature-adapted flat fish at rest and during swimming activity and the use of anaerobic metabolism at moderate swimming speeds. *J. Exp. Biol.* New York. 97:359-73.
- FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma. 219.
- Florkin, M.** 1960. Ecology and metabolism. In: The physiology of crustacea. Waterman. Academic Press. New York. 395 – 404.
- Fukushima, M.** 1982. Métodos limnológicos. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 76-78.
- Harrison, I.** 1995. "Mugilidae. Lisas", Guia FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacifico Centro-Oriental. Roma. 1293-1298.
- Hoar, W.** 1978. Fisiología general y comparada. Omega. Barcelona. 268– 275.
- Icochea, E.** 1986. Consumo de oxígeno y ritmo respiratorio de camarón de río *Cryphiops caementarius*. *Molina.* 1- 16.
- Iwama, G.; A. Takemura & K. Takano.** 1997. Oxygen consumption rates of tilapia in fresh water, sea water, and hypersaline sea water. *Journal of Fish biology.* New York. 51: 886-94.
- Jordan, D. & B. Everman.** 1965. The fishes of Northand Middle America. *Bull. U.S. Nat. Mus. USA.* 271-313.
- King, R.** 1996. Length- weight relationships of Nigerian freshwater fishes. *Naga. Barcelona.* 19(3): 49-52.
- Maclsaac, P.; G. Goff & D. Speare.** 1997. Comparison of routine oxygen consumption rates of three species of pleuronectids at three temperatures. *J. Appl. Ichthyol. España.* 13: 171-176.
- McKinney, M.** 1998. Is marine biodiversity at less risk. Evidence and implications. *Diversity and Distributions. Mexico.* 4:3-8.
- Marais, J.** 1978. Routine oxygen consumption of *Mugil cephalus*, *Liza dumerili* and *Liza rcgradsoni* at different temperatures and salinities. *Mar. Biol. New York.* 50:9-16.
- Patti, J.; M. Esteve & J. Gaviria.** 2001. Consumo de oxígeno del híbrido de tilapia roja florida *oreochromis sp* en agua de mar, bajo condiciones de laboratorio. *Omega. Barcelona.* 223-225.
- Prosser, C. & F. Brown.** 1968. Fisiología comparada. 3º edición. Edit Interamericana. Mexico. 163 – 191.
- Riede, K.** 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Alemania. 329.
- Viacava, M. & J. Llanos.** 1978. Estudio del camarón en el Perú. *Bol. Inst. Mar Peru. Boletin. Callao.* 3(5): 177 – 178.
- Waller, U.** 1992. Factors influencing routine oxygen consumption in Turbot, *Scophthalmus maximus*. *J. Appl. Ichthyol. Mexico.* 8:62-71
- Wallace, J.** 1972. Activity and metabolic rate in the shore crab *Carcinus maenas* (L). *Comp. Biochim. Physiol. Paris.* 41 (A): 523-533.
- Wallace, J.** 1973. Activity and metabolic rate in the shore crab *Carcinus maenas* (L). *Mar. Biol. Paris.* 20: 277-281.
- Wohlschlag, D.; J. Cameron & J. Cech.** 1968. Seasonal changes in the respiratory metabolism of the pinfish. *contr. Mar. Sci. Univ. Tex. New York.* 13:89-104.
- Wolvekamp, H.; T. Waterman.** 1960. Respiration. The physiology of crustacean. Waterman. Academic Press. New York. 35-57.
- Wood, C.; B. Mahon & D. Donald.** 1979. Respiratory gas exchange in the resting starry flounder, *Platichthys stellatus*; a comparison with other teleost. *J. Exp. Biol. USA.* 167-79.

