



Palabras clave: Metabolismo, Consumo de oxígeno, *Pimelodus albicans*.  
Key words: Metabolism, Oxygen consumption, *Pimelodus albicans*.

# Consumo de oxígeno en *Pimelodus albicans* (Pisces, Pimelodidae) en relación con la masa corporal y la temperatura

Marcela Cecilia Montagna\* y María Julieta  
Parma de Croux\*\*

\* Facultad de Humanidades y Ciencias.  
Universidad Nacional del Litoral. UNL.  
Paraje El Pozo. 3000-Santa Fe.

\*\* Instituto Nacional de Limnología (INALI-  
CONICET). José Macía 1933. 3016 Santo  
Tomé (Santa Fe) Tel. 0342-4740723  
e-mail:inali@arnet.com.ar

## RESUMEN

Se estimó el metabolismo de rutina en juveniles de *Pimelodus albicans* y se analizaron las variaciones en el consumo de oxígeno en función de la temperatura y tamaño de los peces. Se empleó un equipo respirométrico para mantener constante las temperaturas experimentales seleccionadas. Se procesaron 45 ejemplares con pesos entre 4,1 y 89,0 g, siendo utilizados 15 para cada temperatura. Se calculó el "índice metabólico" (mg O<sub>2</sub>/h) y la "intensidad metabólica" (mg O<sub>2</sub>/gh). Se aplicó una regresión doble logarítmica para comprobar la dependencia del índice como de la intensidad metabólica sobre el peso de los peces. Los parámetros de dicha ecuación mostraron una marcada correlación de estas variables con la temperatura. Se comprobó una relación directa entre el índice metabólico y el peso, con valores del coeficiente *b* de 0,542, 0,540 y 0,641 para 15°, 20° y 30° C, respectivamente mientras que la intensidad metabólica mantuvo una relación inversa con el peso. Los valores de la constante *a* aumentaron en forma apreciable en relación a la temperatura. El Q<sub>10</sub> demostró un mayor incremento en el consumo de oxígeno para el rango de 15°-20° C, con respecto al de 20°-30° C.

## ABSTRACT

Oxygen consumption of *Pimelodus albicans* (Pisces, Pimelodidae) in relation to weight and temperature.

In this work was to estimated the routine metabolism in juvenile *Pimelodus albicans* and analysed the variation in the oxygen consumption rate in function of the temperature and the size of the fishes. The oxygen consumption determinations were carried out in a respirometer study equipment at constant experimental temperatures of 15°, 20° and 30° C. They were employed 45 juveniles ranging in size from 4.1 to 89.0 g, using 15 for each temperature. The "metabolic rate" (mg O<sub>2</sub>/h) and the "intensity of metabolism" (mg O<sub>2</sub>/gh) were estimated. The quantitative dependence of metabolic rate and intensity of metabolism rate on body weight was well expressed by a multiplicative equation, for each temperature. The parameters of the equation reflected a high correlation with temperatures. The results showed that the metabolic rate maintained a direct relation to the weight, with values of the coefficient *b* of 0.542, 0.540 and 0.641 at 15°, 20° and 30° C, respectively, and the intensity of metabolism maintained an inverse relation. The values of the constant *a* increased with the increment of the temperature. The Q<sub>10</sub> was greater for temperature range of 15°-20° C, than 20°-30° C.



## INTRODUCCION

La medición de la respiración y el ritmo respiratorio en los peces, usualmente proporcionan información de su respuesta a las condiciones del ambiente, como así también, sobre el estado fisiológico y el empleo de la energía proporcionada a través del oxígeno para el cumplimiento de funciones vitales. Los datos respirométricos son importantes en la construcción de modelos bioenergéticos, que pueden ser luego utilizados para estimar la capacidad de crecimiento y reproducción de una especie determinada (Fry, 1957; Doudoroff & Shumway, 1970; Ware, 1982).

Se define el índice metabólico como la capacidad de los peces para tomar oxígeno bajo la influencia de varios factores externos. Es así como esta medida, generalmente expresada en miligramos de oxígeno, aumenta con el tamaño corporal y usualmente varía con el transcurso del día, la estación del año y con cambios en la temperatura o actividad de los peces (Fry, 1957).

Durante los últimos años se han realizado numerosos estudios para estimar el consumo de oxígeno mediante la determinación del metabolismo de rutina por ser considerada como la mejor aproximación de lo que sucede en la naturaleza, ya que representa los costos metabólicos asociados con procesos diarios y actividades de la vida normal (Brett y Groves, 1979; Cech, 1990; Matthews, 1998, entre otros).

Con relación a especies neotropicales, los antecedentes incluyen a especies como: *Bryconamericus iheringi* (Freyre *et al.* 1980); *Basilichthys bonariensis* = *Odontesthes bonariensis* (pejerrey) (Freyre *et al.* 1981); *Apareiodon affinis* (virolito) (Parma de Croux y Lorenzatti, 1981a); *Pimelodus maculatus* (bagre amarillo) (Parma de Croux y Lorenzatti, 1981b); *Prochilodus lineatus* (sábalo) (Parma de Croux, 1983a); *Hoplias malabaricus malabaricus* (tararira) (Parma de Croux, 1983b); *Leporinus obtusidens* (boga) (Parma de Croux, 1993) y *Salminus maxillosus* (dorado) (Parma de Croux, 1997).

El moncholo (*P. albicans*, Pisces, Pimelodidae) es un pez de piel desnuda, perteneciente al grupo de los bagres frecuentadores de fondo (Ringuelet, 1975). Se distribuye ampliamente en toda la cuenca paranaplatense, habiéndose registrado en los ríos Paraguay, Uruguay (tramo medio e inferior), Paraná (tramo medio e inferior) y Río de La Plata (Ringuelet *et al.* 1967). Prefiere fondos fangosos y con vegetación a las aguas abiertas y corrientosas, y es de régimen omnívoro. Es motivo de capturas con redes de

arrastre y espinal durante todo el año (Bonetto *et al.* 1963; Oldani y Oliveros, 1984) y constituye un producto de valor en la economía pesquera nacional. No existen estudios que abarquen aspectos de su fisiología respiratoria y estimaciones de consumo de oxígeno.

En función de los antecedentes existentes, los objetivos del trabajo fueron estimar el metabolismo de rutina en juveniles de *P. albicans* en condiciones de laboratorio, bajo un estado de actividad espontánea y ausencia de estímulos externos y analizar las variaciones en la tasa de consumo de oxígeno en función de la temperatura y el tamaño de los peces.

## MATERIAL Y METODOS

Para el desarrollo de las experiencias se utilizaron 45 ejemplares juveniles, capturados con red de arrastre a la costa, en el río Colastiné (provincia de Santa Fe). Fueron transportados vivos al laboratorio y mantenidos en tinas de 180 l de capacidad, con oxigenación permanente a temperatura ambiente. Fueron alimentados diariamente con un balanceado conteniendo 42% de proteínas, hasta el día previo a los ensayos.

Las determinaciones de consumo de oxígeno se realizaron utilizando un equipo para estudios respirométricos que fuera descripto por Parma de Croux (1987).

Las determinaciones de contenido de oxígeno se efectuaron con un oxímetro YSI (Yellow Spring Instruments) Modelo 57 con sensor de temperatura, calibrado antes de cada determinación. El sensor de oxígeno es un electrodo del tipo Clark, compuesto por un ánodo de plata y cátodo de oro, cubiertos por una solución electrolítica.

La homogeneización del agua dentro del respirómetro se logró por medio de un agitador que generó una corriente orientada hacia la membrana del electrodo.

El equipo descripto puede ser categorizado como de tipo estático (Schreck y Moyle, 1990), pues no existe circulación permanente de agua. El volumen total de la cámara respirométrica se renovó totalmente luego de cada determinación de oxígeno.

El oxígeno consumido fue estimado en función de su concentración, el volumen del respirómetro y el período de tiempo considerado.

Se realizaron 45 determinaciones, 15 para cada temperatura seleccionada: 15°, 20° y 30° C. La duración de cada experiencia fue de 3 hs para 15° y 20° C y 2 hs para 30° C efectuándose registros cada hora. Un solo ejemplar fue empleado en cada



determinación.

Los peces fueron aclimatados a la temperatura seleccionada en forma gradual (2° C cada 2 horas) durante 24 horas antes de iniciar las determinaciones. A su término fueron medidos y pesados.

Se expresó como *índice metabólico* el consumo de oxígeno por unidad de tiempo y por individuo (mg O<sub>2</sub>/h) e *intensidad de metabolismo* el consumo por unidades de tiempo y de peso del pez (mg O<sub>2</sub>/g h) (Lipskaya, 1974; Parma de Croux y Lorenzatti, 1981). El grado de dependencia del índice y la intensidad de metabolismo con el peso de los peces, se expresaron mediante una relación de tipo alométrica descrita como:

$$Y = a X^b$$

o:

$$\log_e Y = \log_e a + b \log_e X \text{ siendo:}$$

Y = consumo de oxígeno en mg O<sub>2</sub>

X = peso en gramos (g); a y b: constantes.

El coeficiente oxicalorífico utilizado para convertir los miligramos de oxígeno consumido en calorías de energía utilizada o liberada fue de 3,42 cal/ mg de

oxígeno consumido (Davis y Warren, 1968).

Con el propósito de evaluar el efecto de la temperatura sobre el consumo de oxígeno de los peces o índice metabólico se calculó el coeficiente Q<sub>10</sub>, cuya ecuación define el incremento en el valor de dicho proceso fisiológico por cada 10° C de temperatura (Brett y Groves, 1979; Jobling, 1994). Siendo, por lo tanto:

$$Q_{10} = \frac{\text{incremento del valor de la demanda de O}_2}{\text{incremento de } 10^\circ \text{ C}}$$

## RESULTADOS

Para la estimación del metabolismo de rutina se procesaron 45 ejemplares juveniles, cuyos pesos oscilaron entre 4,1 y 89,0 g con una longitud estándar de 57 a 172 mm; se utilizaron aleatoriamente 15 ejemplares para cada temperatura (Cuadros 1, 2 y 3). Durante las experiencias, el oxígeno inicial osciló entre 7,10 y 10,00 mg/l a 15° C, 5,50 y 9,20 ppm a 20° C y 4,00 y 7,70 ppm a 30° C. El pH se mantuvo, en todos los casos, entre 8,3 y 8,7.

Los valores del índice metabólico demostraron su relación con el peso ya que el incremento de los

**Cuadro 1**

Datos experimentales de consumo de oxígeno obtenidos en *Pimelodus albicans* para 15° C.

Nº	longitud estándar (mm)	peso (g)	pH	O <sub>2</sub> inicial (ppm)	O <sub>2</sub> % saturación	índice metabólico (mg O <sub>2</sub> /h)	intensidad metabólica (mg O <sub>2</sub> /g/h)	energía utilizada (cal/h)
1	62	4,9	8,6	8,9	87	1,32	0,270	4,514
2	86	7,3	8,4	8,1	79	1,08	0,148	3,694
3	90	11,6	8,6	9,5	93	2,05	0,177	7,011
4	96	15,5	8,4	8,6	84	2,53	0,163	8,653
5	105	20,9	8,4	7,8	76	1,56	0,080	5,335
6	106	22,1	8,4	7,1	70	2,65	0,120	9,063
7	107	24,1	8,5	10,0	98	2,65	0,110	9,063
8	110	27,0	8,6	8,3	81	2,53	0,094	8,653
9	115	31,0	8,4	8,1	79	2,65	0,080	9,063
10	117	31,8	8,6	9,2	90	3,85	0,121	13,167
11	146	45,0	8,4	7,2	71	3,37	0,070	11,525
12	148	48,2	8,4	7,7	75	4,21	0,090	14,398
13	151	53,0	8,4	7,8	76	5,05	0,095	17,271
14	159	71,7	8,4	7,5	74	3,73	0,060	12,757
15	172	89,0	8,4	7,6	75	6,14	0,070	20,999



**Cuadro 2**

Datos experimentales de consumo de oxígeno obtenidos en *Pimelodus albicans* para 20° C.

N°	longitud estándar (mm)	peso (g)	pH	O <sub>2</sub> inicial (ppm)	O <sub>2</sub> % saturación	índice metabólico (mg O <sub>2</sub> /h)	intensidad metabólica (mg O <sub>2</sub> /g/h)	energía utilizada (cal/h)
1	57	4,1	8,4	6,8	74	1,92	0,469	6,566
2	60	5,1	8,4	6,7	73	3,12	0,613	10,670
3	72	7,2	8,3	6,9	75	2,17	0,301	7,421
4	86	7,3	8,6	8,0	87	2,53	0,347	8,653
5	90	11,6	8,6	8,3	90	4,33	0,373	14,809
6	82	12,0	8,3	8,2	89	2,41	0,201	8,242
7	96	15,5	8,5	7,9	85	4,45	0,287	15,219
8	107	21,0	8,3	6,8	73	4,87	0,232	16,655
9	107	24,1	8,5	9,2	100	6,26	0,260	21,409
10	110	27,0	8,6	8,0	87	5,17	0,192	17,681
11	117	31,8	8,6	9,2	100	8,06	0,254	27,565
12	130	38,3	8,4	5,6	61	6,26	0,163	21,409
13	145	47,0	8,4	6,6	72	7,58	0,162	25,924
14	155	66,0	8,6	5,5	60	8,30	0,126	28,386
15	160	72,0	8,4	6,8	74	9,21	0,128	31,498

**Cuadro 3**

Datos experimentales de consumo de oxígeno obtenidos en *Pimelodus albicans* para 30° C.

N°	longitud estándar (mm)	peso (g)	pH	O <sub>2</sub> inicial (ppm)	O <sub>2</sub> % saturación	índice metabólico (mg O <sub>2</sub> /h)	intensidad metabólica (mg O <sub>2</sub> /g/h)	energía utilizada (cal/h)
1	72	7,2	8,7	6,8	88	4,33	0,602	14,809
2	86	7,3	8,4	6,8	88	5,23	0,717	17,887
3	90	11,6	8,6	7,7	100	6,32	0,545	21,614
4	82	12,0	8,7	6,6	86	3,79	0,316	12,962
5	96	15,5	8,4	5,4	69	5,78	0,373	19,768
6	109	21,3	8,4	6,3	82	9,75	0,458	33,345
7	111	23,0	8,4	6,2	81	7,04	0,306	24,077
8	107	24,1	8,5	6,9	90	9,93	0,412	33,961
9	110	27,0	8,6	4,0	52	11,55	0,428	39,501
10	117	31,8	8,6	7,2	94	13,72	0,431	46,922
11	141	43,0	8,4	6,1	79	15,52	0,361	53,078
12	143	45,0	8,5	5,7	74	12,65	0,281	43,263
13	154	61,0	8,4	5,9	77	15,20	0,249	51,984
14	156	65,0	8,5	6,0	78	18,77	0,289	64,193
15	162	75,0	8,4	4,4	57	16,60	0,221	56,772

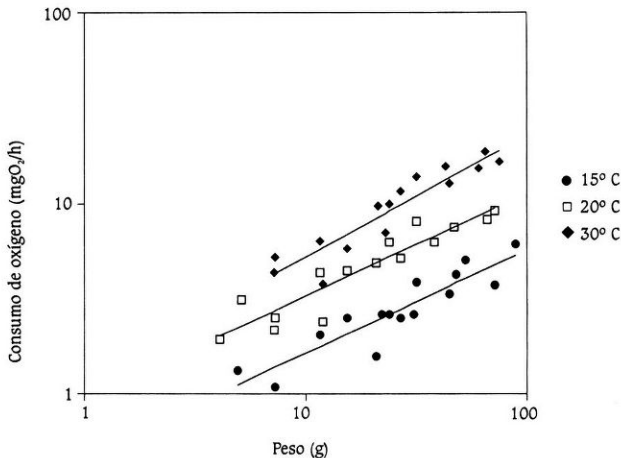


Figura 1

Índice metabólico en relación con el peso en *Pimelodus albicans* a 15, 20 y 30° C.

requerimientos de oxígeno se vio asociado con el aumento de la biomasa en las tres temperaturas ensayadas. A 15° C los valores extremos obtenidos fueron de 1,32 y 6,14 mg O<sub>2</sub>/h para 4,9 y 89,0 g de peso, respectivamente; en tanto que a 20° C los

valores fueron de 1,92 y 9,21 mg O<sub>2</sub>/h para 4,1 y 72,0 g y a 30° C de 4,33 y 16,60 mg O<sub>2</sub>/h para 7,2 y 75,0 g, respectivamente (Cuadros 1, 2 y 3).

Esta relación directa entre el peso de los ejemplares y el índice metabólico se expresó a través de una

Cuadro 4

Parámetros de la ecuación exponencial relacionando el índice metabólico y el peso en *Pimelodus albicans*.

temperatura (° C)	rango de peso (g)	n	log. a	b	coefic. de correlación múltiple	coefic. de determinación R <sup>2</sup>	error típico	valores del índice calculados para 10 y 50 g de pez (mg O <sub>2</sub> /h)
15	4,9 - 89,0	15	-0,328	0,542	0,9077	0,8238	0,0916	1,64 - 3,91
20	4,1 - 72,0	15	-0,026	0,540	0,9328	0,8702	0,0852	3,27 - 7,80
30	7,2 - 75,0	15	0,077	0,641	0,9329	0,8703	0,0846	5,22 - 14,65



regresión doble logarítmica (Fig.1), cuyas fórmulas calculadas para cada temperatura fueron:

$$\begin{aligned} \text{Log}_e \text{ del índice metabólico} &= (-0,328) + 0,542 \cdot \log_e \text{ peso (15}^\circ\text{C)} \\ \text{Log}_e \text{ del índice metabólico} &= (-0,026) + 0,540 \cdot \log_e \text{ peso (20}^\circ\text{C)} \\ \text{Log}_e \text{ del índice metabólico} &= (0,077) + 0,641 \cdot \log_e \text{ peso (30}^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

Los parámetros de dicha ecuación exponencial mostraron una marcada correlación entre el logaritmo del índice metabólico (y) y el logaritmo del peso (x) en los tres niveles térmicos con valores de r: 0,908; 0,933 y 0,933 (significativos al nivel de 1%) para 15°, 20° y 30° C, respectivamente, lo que evidenció que la ecuación fue una clara descripción de la relación mencionada. Los demás resultados obtenidos del análisis estadístico se observan en el Cuadro 4.

El valor de la constante *b* señala el grado de dependencia del índice metabólico sobre el peso del pez, es decir, como se modifica el metabolismo a medida que los peces aumentan de tamaño. Los valores encontrados para cada temperatura son muy similares entre sí, especialmente aquellos hallados a 15° y 20° C (0,542 y 0,540, respectivamente) siendo mayor a 30° C (0,641). En cambio, la constante *a* varió en forma apreciable, reflejando las diferencias en los

gastos de energía con el aumento de la temperatura. El consumo de oxígeno o índice metabólico para 10 y 50 g de peso, calculados sobre la base de la ecuación exponencial se dan a conocer en el Cuadro 4.

La incidencia de la temperatura en los valores de consumo de oxígeno se estimó a través del cálculo del coeficiente *Q<sub>10</sub>* para un rango de 15° a 20° C y de 20° a 30° C observándose un incremento en los valores de consumo para el primer rango de 3,99 en los peces de 10g y 3,99 en los de 50g; y para el segundo rango de 1,60 y de 1,88, respectivamente (Cuadro 5).

La intensidad de metabolismo evidenció una relación inversa con la biomasa, los valores registrados en *P. albicans* disminuyeron con el aumento en peso en las tres temperaturas siendo mayor en los peces pequeños (Cuadros 1, 2 y 3).

La relación general entre la variable peso y los valores de intensidad metabólica se describió a través de la regresión doble logarítmica, observándose una relación inversa cuyas fórmulas calculadas fueron:

$$\begin{aligned} \text{Log}_e \text{ de la intensidad metabólica} &= (-0,342) + (-0,446) \cdot \log_e \text{ peso (15}^\circ\text{C)} \\ \text{Log}_e \text{ de la intensidad metabólica} &= (-0,026) + (-0,460) \cdot \log_e \text{ peso (20}^\circ\text{C)} \\ \text{Log}_e \text{ de la intensidad metabólica} &= (0,078) + (-0,360) \cdot \log_e \text{ peso (30}^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

El grado de dependencia de la intensidad metabólica

### Cuadro 5

Valores del índice metabólico de distintas especies de peces para 10 y 50 g de peso a tres temperaturas. Valores de *Q<sub>10</sub>* para los rangos de 15 - 20° C y 20 - 30° C.

especie	peso (g)	rango de temperatura						Autor
		15° - 20° C			20° - 30° C			
		O <sub>2</sub> consumido (mg O <sub>2</sub> / h)		Q <sub>10</sub>	O <sub>2</sub> consumido (mg O <sub>2</sub> / h)		Q <sub>10</sub>	
		15° C	20° C		20° C	30° C		
<i>Hoplias m. malabaricus</i>	10	1,30	2,05	3,15	2,05	3,01	1,47	Parma de Croux, 1994.
	50	2,98	4,92	3,30	4,92	9,01	1,83	
<i>Pimelodus maculatus</i>	10	1,75	2,92	3,34	2,92	4,94	1,69	
	50	4,41	7,35	3,33	7,35	12,08	1,64	
<i>Prochilodus lineatus</i>	10	1,52	2,43	3,20	2,43	5,05	2,08	
	50	3,93	7,15	3,64	7,15	13,70	1,92	
<i>Leporinus obtusidens</i>	10	1,30	2,20	3,38	-	-	-	Parma de Croux, 1993.
	50	3,76	6,34	3,37	-	-	-	
<i>Pimelodus albicans</i>	10	1,64	3,27	3,99	3,27	5,22	1,60	Presente trabajo.
	50	3,91	7,80	3,99	7,80	14,65	1,88	



sobre el peso fue descrito en dichas ecuaciones, obteniéndose coeficientes de correlación de  $r: 0,883$  para  $15^{\circ}\text{C}$ ;  $0,910$  para  $20^{\circ}\text{C}$  y  $0,824$  para  $30^{\circ}\text{C}$  (significativos al 1%).

Los datos de consumo de oxígeno expresados en términos calorimétricos ( $\text{cal}/\text{mg O}_2$ ) se dan a conocer en los Cuadros 1, 2 y 3 y demuestran un aumento en el gasto energético de los peces acompañado por su incremento en peso. La energía utilizada demostró una relación directa con el aumento de la temperatura. Es así como a  $15^{\circ}\text{C}$  los valores extremos encontrados fueron de  $4,514$  y  $20,999 \text{ cal}/\text{mg O}_2$ , para  $4,9$  y  $89,0 \text{ g}$ , respectivamente; a  $20^{\circ}\text{C}$  fueron de  $6,566$  y  $31,498 \text{ cal}/\text{mg O}_2$ , para  $4,1$  y  $72,0 \text{ g}$  y a  $30^{\circ}\text{C}$  de  $14,809$  y  $56,772 \text{ cal}/\text{mg O}_2$ , para  $7,2$  y  $75,0 \text{ g}$ .

## DISCUSIÓN

El efecto de la masa corporal sobre los valores de metabolismo de rutina de los peces se describió en la ecuación alométrica comprobándose la dependencia entre el consumo de oxígeno y la biomasa de los peces.

La relación lineal entre el índice metabólico y el peso de los peces, ha sido frecuentemente mencionada y analizada en la literatura: Fry (1971); Brett y Groves (1979); Holeyton (1980); Cech (1990); Wootton (1990); Jobling (1994) y en numerosos trabajos para diversas especies tanto de agua dulce como marinos.

El valor del exponente  $b$  de dicha ecuación es dependiente de la especie, actividad, temperatura, ración alimenticia, etc. y oscila entre  $0,60$  y  $0,90$  (Fry, 1971; Brett y Groves, 1979; Jobling, 1994), mencionándose en la bibliografía variaciones entre especies de  $0,50$  a  $1,05$  (Fry, 1971; Holeyton, 1980).

Los valores de este exponente registrados en varias especies de peces neotropicales, con pesos similares a los de nuestro estudio, evidenciaron pequeñas variaciones entre sí. En efecto, fueron encontrados extremos de  $0,51$  para *Hoplias malabaricus malabaricus* (Parma de Croux, 1983b) y  $0,59$  para *Prochilodus lineatus* (Parma de Croux, 1983a) a  $15^{\circ}\text{C}$  de temperatura. Se observaron, además, que en algunas especies, estos valores no mostraron grandes diferencias con los apuntados para  $20^{\circ}\text{C}$ , como es el caso de *Pimelodus maculatus* (Parma de Croux y Lorenzatti, 1981b).

Los valores del coeficiente  $a$  representan el nivel de actividad de los peces. Comparando los niveles metabólicos obtenidos en *P. albicans* en los diferentes niveles térmicos estudiados, se pudo observar que

hubo una tendencia a incrementar el valor de  $a$  conforme aumenta el nivel de actividad de los peces por efecto de la temperatura.

La dependencia que mantiene el metabolismo de rutina con la temperatura se reflejó a través del cálculo del coeficiente  $Q_{10}$ , comúnmente empleado para expresar esta relación y cuyo valor representa el cambio en la actividad metabólica con incrementos de  $10^{\circ}\text{C}$  (Jobling, 1994). La incidencia de la temperatura sobre el metabolismo de los peces ha sido ampliamente analizada por numerosos autores: Fry (1971); Brett y Groves (1979); Holeyton (1980); Jobling (1994), y estudiada en variadas especies: Cai y Summerfelt (1992); Becker, Meyer-Burgdorff y Focken (1992); Leng - Hong Teo y Ti - Wen Chen (1993); Parma de Croux (1993); Lyttikäinen y Jobling (1998), entre otros. Según Fry (1971) y Brett y Groves (1979) se ha establecido, en general, que el valor de consumo de oxígeno de los peces se incrementa aproximadamente de  $2,0$  a  $2,3$  por cada  $10^{\circ}\text{C}$  que asciende la temperatura. Los valores registrados en algunas especies de peces neotropicales (Cuadro 5) para un rango de  $20^{\circ}$  a  $30^{\circ}\text{C}$  de temperatura fueron levemente inferiores:  $1,69$  y  $1,64$  para  $10$  y  $50 \text{ g}$  de peso respectivamente en *Pimelodus maculatus*, y de  $1,47$  y  $1,83$  para  $10$  y  $50 \text{ g}$  en *Hoplias malabaricus* (Parma de Croux, 1994). Por otro lado, los encontrados para un rango de  $15^{\circ}$  a  $20^{\circ}\text{C}$  superaron las magnitudes de incremento del consumo dada en la literatura, llegando a valores de  $3,20$  y  $3,64$  para  $10$  y  $50 \text{ g}$ , respectivamente en *Prochilodus lineatus* (Parma de Croux, 1994). Es de destacar que los  $Q_{10}$ , generalmente son altos a bajas temperaturas y decrecen con aumentos en la misma (Jobling, 1994).

En *P. albicans*, se calculó un incremento del valor de consumo de oxígeno para el rango de  $15^{\circ}$  a  $20^{\circ}\text{C}$  aun mayor que los encontrados en las especies mencionadas, siendo de  $3,99$  y  $3,99$  para los pesos de  $10$  y  $50 \text{ g}$ , respectivamente.

En relación con los costos energéticos de especies de peces neotropicales, se pudo observar que a pesos similares de ejemplares de *Apareiodon affinis* (Parma de Croux y Lorenzatti, 1981a), *Pimelodus maculatus* (Parma de Croux y Lorenzatti, 1981b) y *Hoplias malabaricus malabaricus* (Parma de Croux, 1983b) fueron hallados valores de consumo energético muy semejantes a igual temperatura. Estos valores demostraron además un incremento del gasto energético relacionado con el ascenso de la temperatura.

Los valores de consumo energético obtenidos en *P. albicans* a partir de su demanda de oxígeno, no demostraron grandes diferencias con respecto a las



demás especies.

El consumo de oxígeno puede ser empleado como parámetro indicativo de la actividad metabólica de *P. albicans*, considerándose estos estudios como un aporte al conocimiento de la dinámica bioenergética de una especie íctica de importancia económica, ecológica y deportiva en el valle aluvial del río Paraná.

## REFERENCIAS

- Becker, B. K.; K. Meyer-Burgdorff and U. Focken. 1992. Temperature induced metabolic costs in carp, *Cyprinus carpio* L., during warm and cold acclimatization. *J. Appl. Ichthyol.* 8: 10-20.
- Bonetto, A.; C. Pignalberi y E. Cordiviola. 1963. Ecología alimentaria del "amarillo" y "moncholo", *Pimelodus clarias* (Bloch) y *Pimelodus albicans* (Valenciennes) (Pisces, Pimelodidae). *Physis* 24(67): 87-94.
- Brett, J. R. and T.D. Groves. 1979. Physiological energetics. In: Hoar, W.; Randall, D. J. and Brett, J. R. (Eds.). *Fish Physiol.* 8. Academic Press. 405 pp.
- Cai, Y. and R.C. Summerfelt. 1992. Effects of temperature and size on oxygen consumption and ammonia excretion by walleye. *Aquaculture* 104: 127-138.
- Cech, J. J. 1990. Respirometry. In: Schreck, C. B. and Moyle, P. B. (Eds.) *Methods for Fish Biology.* Am. Fish. Soc. Exon Company, U. S. A.: 335-362.
- Davis, G. E. and C. E. Warren. 1968. Estimation of food consumption rates. In: W. E. Ricker (Ed.). *Methods for assessment on fish production in freshwater.* Blackwell, Oxford: 204-225.
- Doudoroff, P. & D. L. Shumway. 1970. Dissolved oxygen requirements of freshwater fishes. *FAO Fish. Tech. Pap.* 86: 291 pp.
- Freyre, L. R.; O.H. Padin y M.A. Denegri. 1981. Metabolismo energético de peces dulceacuícolas II. El pejerrey *Basilichthys bonariensis bonariensis* (Pisces, Aterinidae). *Limnobiós.* 2 (4): 227-232.
- Fry, F. E. 1957. The aquatic respiration of fish. p.1-63. In: Brown, M. E. (Ed.) *The Physiology of fishes.* 1: Metabolism. *Academic Press*, New York. 447 pp.
- Fry, F. E. 1971. The effects of the environmental factors on the physiology of fish. In: W. S. Hoar and D. J. Randall (Eds.) *Fish Physiology.* 6. *Academic Press*, New York, 1-98.
- Holeton, G. F. 1980. Oxygen as an environmental factor of fishes. In: Ali, M. A. (Ed.). *Environ. Physiol. Fishes.* Plenum Press. 723 pp.
- Jobling, M. 1994. Fish Bioenergetic. Chapter 8: Respiration and metabolism. *Chapman and Hall.* 309 pp.
- Leng-Hong Teo and Ti-Wen Chen. 1993. A study of metabolic rates of *Pocilia reticulata* Peters under different conditions. *Aquacult. Fish. Manage* 24: 109-117.
- Lipskaya, N. Y. 1974. Metabolic rates in the young of some tropical fish species. *J. Ichthyol.* 14(6): 934-943.
- Lyytikäinen, T. and M. Jobling. 1998. The effect of temperature fluctuations on oxygen consumption and ammonia excretion of underyearling Lake Inari Arctic charr. *J. Fish Biol.* 52: 1186-1198.
- Matthews, W. J. 1998. Patterns in Freshwater Fish Ecology. *Chapman and Hall.* 756pp.
- Oldani, N. O. y O. B. Oliveros. 1984. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná. XII. Dinámica temporal de peces de importancia económica. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 15(2): 175-183.
- Parma de Croux, M. J. y E. Lorenzatti. 1981 a. Metabolismo de rutina de *Apareiodon affinis* (Pisces, Parodontidae). *Neotrópica* 27(78): 191-197.
- Parma de Croux, M. J. y E. Lorenzatti. 1981 b. Metabolismo de rutina de *Pimelodus maculatus* (Lac.) (Pisces, Pimelodidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 12: 20-26.
- Parma de Croux, M. J. 1983 a. Metabolismo de rutina de *Prochilodus platensis* (Holmberg) (Pisces, Prochilodontidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 14: 1-6.
- Parma de Croux, M. J. 1983 b. Metabolismo de rutina de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae). *Rev. Bras. Zool.* 1(3): 217-222.
- Parma de Croux, M. J. 1987 b. Nivel de consumo letal y mínimo de tolerancia en *Pimelodus albicans* (Val. 1840) (Pisces, Pimelodidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 18(1): 85-91.
- Parma de Croux, M. J. 1993. Metabolic rate of juvenile





- Leporinus obtusidens* (Pisces, Anostomidae) in relation to body size and temperature. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 40(2): 209-215.
- Parma de Croux, M. J. 1994. Metabolic rate and oxygen consumption requirements of some fish species from the Middle Parana River. *Acta Biol. Venez.* 15(2): 1-10.
- Parma de Croux, M. J. 1997. Relationship between metabolic rate and body weight in *Salminus maxillosus* (Valenciennes, 1840). *J. Aquacul. Trop.* 12(1): 17-22.
- Ringuelet, R., R. Arámburu y A. Alonso de Arámburu. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. *Com. Inv. Cient. La Plata.* 602 p.
- Ringuelet, R. 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur* 2(3): 1-122.
- Schreck, C. B. and P.B. Moyle. 1990. Methods for fish biology. *Am. Fish Soc., Exxon Company.* USA. 335-362 pp.
- Ware, D. M. 1982. Power and evolutionary fitness of teleosts. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 39: 3-13.
- Wootton, R. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapter 4: Bioenergetics. *Chapman and Hall.* 404 pp.

Recibido/Received: 20 septiembre 2000

Aceptado/Accepted: 14 marzo 2001

### Arbitros consultados (entre el 01/06/00 y 01/06/01)

#### Alemania

Isbrucker, I.

#### Argentina

Alabarse, E.; Albo, G.; Bachmann, A.; Bernardello, G.; Cazzaniga, N.; Cigliano, N.; Conzonno, V.; Cousseau, M. B.; Cussac, V.; del Barco, D.; de la Peña, M.; Depetris, P.; Díaz, M.; Díaz, N.; Drago, I. E. de; Farinas, W.; Fenocchio, A.; Fernández, M.; Ferradáz, B.; Folgarait, P.; Fraga, R.; Frana, J.; Giraud, A.; Loiácono, M.; Maidana, N.; Mendez, O.; Menni, M.; Mischis, C. C.; Morrone, J. J.; Oldani, N.; Pardifias, V.; Petenatti, E.; Rodríguez Capitulo, A.; Rossi, L.; Salusso, R. de; Schnack, J. A.; Tracanna, B.; Williams, J.; Wöhler, O.

#### Brasil

Goitein, R.; Gonçalves, L.; Lima, J.; Moraes, G.; Moretto, G.; Silva, F.

#### Chile

Carvajal-Garay, I.; Parra, O.

#### España

Benítez Rodríguez, R.