

**NIVEL DE OXIGENO LETAL Y MINIMO DE TOLERANCIA
EN *Pimelodus Albicans* (PISCES, PIMELODIDAE)***

*María Julieta Parma de Croux ***

Instituto Nacional de Limnología
J. Maciá 1933 - 3016 Santo Tomé (Santa Fe)
Argentina

RESUMEN

Parma de Croux, M.J. 1987. Nivel de oxígeno letal y mínimo de tolerancia en *Pimelodus Albicans*, (Pisces, Pimelodidae). Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, 18 (1): 85 - 91 .

El objeto del presente trabajo fue estimar el nivel de oxígeno letal, como así también los mínimos de supervivencia en ejemplares de "moncholo" (*P. albicans*) a bajas concentraciones de oxígeno en condiciones experimentales controladas. Las experiencias se realizaron utilizando un respirómetro en donde se hacía circular constantemente agua a bajas concentraciones durante aproximadamente 4 horas. Los tenores de oxígeno ensayados oscilaron entre 3,00 y 0,25 ppm., a temperaturas entre 20 y 27°C. Los ensayos demostraron que la concentración crítica de oxígeno fue de 1,00 ppm. El nivel de oxígeno letal osciló entre 0,25 y 0,40 ppm. En tales circunstancias los peces permanecieron en el fondo del respirómetro, reduciendo la actividad tan sólo a esforzados movimientos respiratorios e intentos por mantener una posición correcta. Finalmente se produjo la pérdida del equilibrio seguida de la cesación de todo movimiento respiratorio.

ABSTRACT

Parma de Croux, M.J. 1987. Low oxygen tolerance limits of *Pimelodus albicans* (Pisces, Pimelodidae). Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral., 18 (1): 85 - 91 .

The objective of the present work was to estimate both the lethal oxygen level and the minimum of tolerance of the "moncholo" (*P. albicans*), exposed to low oxygen concentration under controlled experimental conditions. Experiments were conducted during 4 h, using a respirometer with a continuous water flow containing constant low oxygen concentrations. The levels ranged between 3.00 - 0.25 ppm at 20 - 27°C. The tests showed that the critical concentration was 1.00 ppm. The lethal oxygen level oscillated between 0.25 to 0.40 ppm; the fish remained quiescent at the bottom of the respirometer while its activity was restricted to laboured respiratory movements and efforts to maintain an upright position. Then the loss of equilibrium was followed by a cessation of respiratory movements.

* Trabajo presentado en las III Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral, Corrientes, Agosto de 1987.

** Miembro de la Carrera del Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

INTRODUCCION

En reiteradas oportunidades se han dado a conocer mortandades de peces, tanto en poblaciones de ambientes naturales como en condiciones de laboratorio, atribuibles a déficits en las concentraciones de oxígeno disuelto.

Los trabajos realizados sobre alteraciones de comportamiento de los peces a bajas concentraciones, son frecuentemente contradictorios, debido quizás, a las variaciones en las condiciones experimentales y a los métodos aplicados en su estudio^{1,12}. Indudablemente, se han observado grandes diferencias en cuanto a la resistencia a la falta de oxígeno entre especies o poblaciones de peces y entre individuos de una misma población. Los problemas de la hipoxia son más frecuentes a altas temperaturas pues coinciden allí el reducido contenido de oxígeno y el elevado metabolismo de los peces, de tal modo que existe una variabilidad estacional a las concentraciones de oxígeno.

Las respuestas fisiológicas a la hipoxia son rápidas y consisten en cambios en la respiración y circulación (incremento en el índice respiratorio; aumento del número de eritrocitos y de hemoglobina de la sangre, entre otros)^{1,8}, pero evidentemente el uso de estos mecanismos de regulación y compensación, requiere un gasto de energía y en consecuencia, una reducción en las reservas para natación, alimentación, captura de presas y otras actividades.

Por las razones expuestas y, teniendo en cuenta que los bajos tenores de oxígeno influyen sobre los índices de crecimiento, eficiencias de conversión alimentaria y en el resto de las funciones metabólicas, se hace necesario incrementar los ensayos tendientes a estimar los requerimientos mínimos de oxígeno de las principales especies de peces del río Paraná⁷, con el objeto de conocer el comportamiento y la capacidad de adaptación a eventuales cambios del medio.

El trabajo tiene por objeto determinar el nivel de oxígeno letal y la resistencia del "moncholo" (*P. albicans*) a bajas concentraciones de oxígeno en condiciones experimentales controladas.

MATERIAL Y METODOS

Los peces fueron capturados en el río Colastiné mediante una red de arrastre a la costa. Fueron mantenidos en acuarios de 50 l de capacidad, con agua bien oxigenada a temperaturas entre 20 y 27°C, y alimentados con un balanceado comercial hasta 24 hs. antes de efectuados los ensayos.

Se realizaron 28 determinaciones con ejemplares entre 70 - 179 mm de longitud estándar y 7,6 - 120,0 g de peso, que fueron sometidos a un período de aclimatación a las condiciones experimentales dentro de un respirómetro durante aproximadamente 24 hs. El equipo fue ya descrito en Parma de Croux y Lorenzatti⁶. Al sistema se le incorporó un recipiente de reserva, con agua bien oxigenada, conectado al respirómetro con una llave de paso. Esto permitió que, a medida que los ejemplares en experimentación consumían oxígeno, abriendo la llave de paso se permitía la entrada de agua oxigenada y, simultáneamente, un tubo de salida eliminaba el sobrante (Fig. 1), manteniendo así constante el volumen y el nivel de oxígeno deseado, sin mediar contacto con la atmósfera. El respirómetro fue cubierto, en parte, con un paño para evitar los excesos de luz y las excitaciones durante el procedimiento experimental.

La observación de los peces dentro del respirómetro fue excelente, permitiendo un registro detallado de los movimientos y comportamiento durante el experimento.

Las mediciones de oxígeno se efectuaron con un oxímetro Yellow Springs Instrument (YSI) modelo 57 con sensor de temperatura, el que fue calibrado antes de efectuar cada uno de los ensayos.

Se trabajó con un tenor de oxígeno que osciló entre 0,25 y 3,00 ppm, efectuando los registros y observando el comportamiento de los ejemplares en forma permanente. En algunos casos, la concentración deseada se logró por efecto de la respiración de los peces.

El tiempo de resistencia se midió de acuerdo al método utilizado por Gooding *et al*, tomando el período desde la introducción del pez en el respirómetro con bajo tenor de oxígeno, hasta alcanzar el punto de volteo, es decir, la pérdida del equilibrio, recostándose el ejemplar sobre uno de los flancos o bien volteándose sobre el dorso, y luego sobreviene la muerte. Se consideran que sobreviven si permanecen nadando luego de 4 h, momento en el que se dá por finalizado el experimento. Se trasladan, luego, los ejemplares a acuarios con agua bien oxigenada donde se efectúan observaciones sobre capacidad de recuperación.

El índice de ventilación fue determinado registrando la frecuencia y amplitud de los movimientos operculares por minuto, en condiciones normales y de anoxia.

RESULTADOS

Los peces evidenciaron un comportamiento prácticamente normal en 3,00 ppm de oxígeno disuelto. Los primeros trastornos comenzaron a manifestarse a partir de 2,00

Cuadro 1
Resultados obtenidos en los ensayos efectuados con juveniles de *P. albicans*.

Ensayo	Peso g	Temp. °C	Nivel ppm	O ₂ %Satur.	Recuperación	Muerte
1	67,7	24	3,00	35	X	
2	67,7	26	2,00	24	X	
3	68,0	26	1,00	12	X	
4	45,0	26	1,50	18	X	
5	45,0	26	1,00	12	X	
6	120,0	25	0,50	6	X	
7	31,3	23	3,00	34	X	
8	31,3	22	0,50	6	X	
9	11,5	24	2,00	24	X	
10	14,5	27	2,00	25	X	
11	14,5	27	0,30	4		X
12	11,5	27	0,40	5		X
13	24,6	27	0,50	6	X	
14	24,6	27	0,25	4		X
15	12,2	27	1,50	19	X	
16	12,2	27	3,00	37	X	
17	31,7	28	0,50	6	X	
18	23,1	20	0,25	3		X
19	17,7	24	0,30	3		X
20	25,2	24	0,25	3		X
21	7,6	25	2,00	24	X	
22	58,1	22	1,00	11	X	
23	59,0	21	0,30	3		X
24	9,1	22	0,25	3		X
25	17,3	23	0,25	3		X
26	16,7	21	2,00	22	X	
27	30,1	23	1,50	17	X	
28	26,4	20	0,30	3		X

ppm con un progresivo aumento en la frecuencia e intensidad respiratoria, es decir, en la cantidad y amplitud de los movimientos operculares por minuto. A medida que la falta de oxígeno se hizo más pronunciada, se observó una mayor alteración en los peces, con tendencia a nadar agitadamente.

Cuando el nivel se volvió crítico, por debajo de 1,00 ppm, se produjeron desplazamientos violentos, incoordinados e intentos por subir o acceder a la superficie, que se acentúan hasta llegar a la pérdida del equilibrio. Este nivel crítico, en donde el máximo consumo realizado por el pez no alcanza a satisfacer sus requerimientos mínimos, se denomina *nivel letal incipiente*^{1,12}. Los peces permanecieron en el fondo del recipiente, observándose una marcada disminución en la frecuencia de los movimientos operculares y un notorio incremento en la amplitud de los mismos. Luego de 10 - 20 minutos en estas condiciones, se produjo, finalmente, el colapso respiratorio y la muerte de los ejemplares. Inmediatamente que hubieren cesado los movimientos respiratorios, fue característico observar los opérculos y la boca abiertos en toda su magnitud.

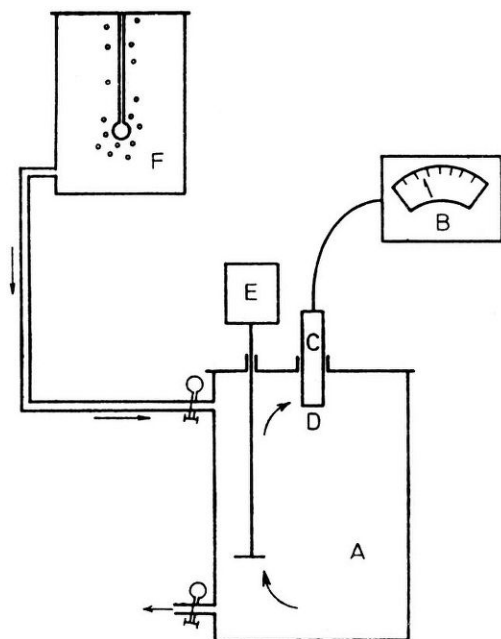


Fig. 1. Esquema del respirómetro utilizado en las experiencias. A: recipiente principal; B: oxígenometro; C: electrodo; D: membrana del electrodo; E: agitador y F: recipiente de reserva saturado de oxígeno.

El nivel de oxígeno letal se halló entre 0,25 y 0,40 ppm, no habiéndose registrado diferencias significativas en relación al peso y temperaturas ensayadas.

Por encima del rango mencionado, los peces sobrevivieron (Cuadro 1) a las concentraciones ensayadas, aún cuando algunos manifestaron síntomas de disnea pronunciada. Una vez colocados en un medio bien oxigenado, disminuyeron los desplazamientos agitados y los respiratorios se hicieron más lentos. En el transcurso de las 48 h. de observación retomaron su actividad y alimentación normal.

Los movimientos operculares normales para esta especie, en condiciones de buen suministro de oxígeno y en estado de reposo, son entre 70 - 90/minuto. En 2,00 ppm se incrementaron a valores entre 160 - 176/minuto, para alcanzar picos máximos de 164 - 204 mov./minuto en 1,00 ppm. A partir de allí comienza nuevamente la disminución en la frecuencia y consiguiente aumento en la amplitud de los movimientos respiratorios, indicando la proximidad del punto de volteo (Fig. 2).

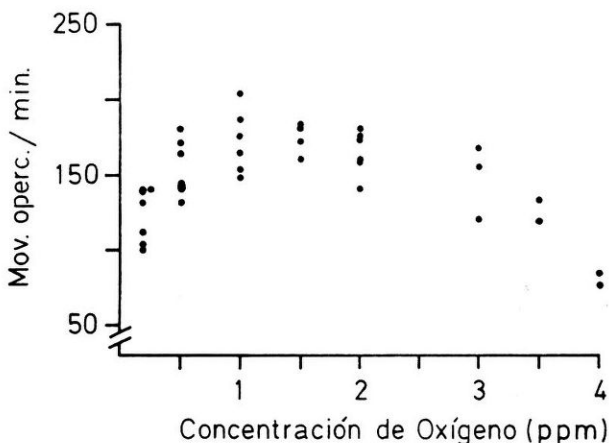


Fig. 2. Movimientos operculares de *Pimelodus albicans* a distintas concentraciones de oxígeno.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

P. albicans es una especie perteneciente al tipo ecológico de los llamados "peces frecuentadores de fondo"⁹, que se caracteriza por ser, comparado con otras especies, lento, sedentario y poco migrador. Mantenido en cautiverio, con buen tenor de oxígeno, permanece relativamente tranquilo, realizando esporádicos movimientos exploratorios o intentos por subir a la superficie.

De los ensayos efectuados con esta especie, para un rango de peso entre 7,6 y

120,0 g y 20 - 27°C. de temperatura, se pudo comprobar que el nivel mínimo de oxígeno, en el cual comenzaron a manifestarse síntomas evidentes de trastornos en las frecuencias y amplitudes respiratorias, sería de 2,00 ppm. Por debajo del mismo, la respiración se hizo más rápida, forzada y acompañada de una disminución en la utilización del oxígeno.

La concentración crítica, por debajo de la cual se produjeron alteraciones en los ejemplares, sería de 1,00 ppm.

El registro de la frecuencia y amplitud de los movimientos ventilatorios es la mejor manera de destacar los cambios de actividad en respuesta a la reducción en los niveles de oxígeno disuelto^{2,3,8,10y13}. En general, se mencionan picos máximos a niveles intermedios de oxígeno para luego decaer bruscamente cuando los niveles son muy bajos⁵. Estos incrementos en los movimientos operculares durante la hipoxia representan un intento para mantener relativamente constante el ingreso de oxígeno en condiciones de bajos tenores del medio líquido. Sin embargo, es común encontrar en la bibliografía grandes diferencias entre especies, relacionadas fundamentalmente a la ecología de las mismas^{8,11}.

En nuestro caso se dió un esquema similar al citado anteriormente: aumento en la frecuencia y amplitud de los movimientos respiratorios a partir de un punto crítico, para alcanzar un pico máximo (1,00 ppm) y luego una marcada disminución de la frecuencia, señalando la proximidad del nivel letal.

El nivel de oxígeno letal se halló entre 0,25 y 0,40 ppm, no observándose diferencias en relación a las variaciones de peso y de temperatura ensayadas.

No existen antecedentes conocidos para la zona de influencia del río Paraná, razón por la cual sólo podemos remitirnos a modo de comparación a trabajos realizados con otras especies, aunque en condiciones experimentales diferentes.

Doudoroff y Shumway² y Davis¹ han realizado una prolija recopilación de los requerimientos mínimos de oxígeno en algunos peces de agua dulce. En tal sentido, es interesante destacar que para varias especies del género *Ictalurus*, perteneciente al orden Siluriformes al igual que *P. albicans*, se citan valores para ejemplares juveniles bastante similares a los hallados en nuestros estudios.

En síntesis, *P. albicans* es una especie que se caracteriza por sus bajos requerimientos de oxígeno, gran resistencia a concentraciones mínimas en el medio líquido y óptima capacidad de recuperación.

REFERENCIAS

1. Davis, J.C. 1975. Minimal dissolved oxygen requirements of aquatic life with emphasis on canadian Species: a review. *J. Fish. Res. Bd. Canada.*, 32 (12): 2295 - 2332.
2. Doudoroff, P. & D. L. Shumway. 1970. Dissolved oxygen requirements of freshwater fishes. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 86: 291 p.
3. Gee, J. H.; R.F. Tallman & H. J. Smart. 1978. Reactions of some great plains fishes to progressive hypoxia. *Can. J. Zool.*, 56: 1962 - 1966.
4. Gooding, R.M.; W.H. Neill & A.E. Dizon. 1981. Respiration rates and low-oxygen tolerance limits in skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*. *Fish. Bull.*, 79 (1); 31 - 48.
5. Graham, J.B.; D.L. Kramer & E. Pineda. 1978. Comparative respiration on air-breathing and non air-breathing characid fish and the evolution of aerial respiration in characins. *Physiological Zoology*. 51 (3): 279 - 288.

6. Parma de Croux, M.J. y E. Lorenzatti. 1981. Metabolismo de rutina de *Apareiodon affinis* (Steindachner) (Pisces, Parodontidae). *Neotrópica*, 27 (78): 191 – 197.
7. Parma de Croux, M.J. 1983. Nivel de oxígeno letal y mínimo de supervivencia de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae). *Iheringia. Sér. Zool.*, 63: 91 – 101.
8. Randall, D. J. 1970. Gas exchange in fish. En: W.S. Hoar & D.J. Randall (eds.) *Fish Physiology* Vol. 4 *Academic Press*, N. Y. 532 p.
9. Ringuélet, R.A. 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.
10. Saint-Paul, U. 1984. Physiological adaptation to hypoxia of a neotropical characoid fish *Colossoma macropomun*, Serrasalmidae. *Env. Biol. Fishes*, 11 (1): 53 – 62.
11. Shelton, G. 1970. The regulation of breathing. En: W.S. Hoar & Randall (eds.) *Fish Physiology*. Vol. 4. *Academic Press*, N. Y.: 532 pp.
12. Shepard, M. P. 1955. Resistance and tolerance of young speckled trout (*Salvelinus fontinalis*) to oxygen lack, with special reference to low oxygen acclimation. *J. Fish Res. Bd. Canada*, 12 (3): 387 – 446.
13. Wu, R.S.S. & N.Y.S. Woo. 1984. Respiratory responses and tolerance to hypoxia in two marine teleost, *Epinephelus akaara* (Temminck and Schlegel) and *Mylio macrocephalus* (Basilewsky). *Hydrobiología*, 119: 209 – 217.

Recibido / Received /: 10 setiembre 1986