

Tolerancia Térmica Comparativa en Algunos Peces Tropicales de Venezuela.

Kyung S. Chung* y Santiago Méndez

Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente. Cumaná 6101. Venezuela

Recibido: 29-03-93 • Aceptado: 07-06-93

Resumen

Se recolectaron nueve especies de peces juveniles tropicales que habitan en el río Manzanares, en la Laguna de Los Patos, en lagunas temporales de la Playa San Luis, en el Golfo de Cariaco y en aguas adyacentes a la Ciudad de Cumaná (Estado Sucre, Venezuela). Se encontraron los siguientes máximo térmicos críticos comparativos, para peces tropicales aclimatados durante cuatro semanas a las temperaturas de 24, 27, 30 y 33 °C:

Peces oligohalinos

<i>Pimelodellas chagresi</i>	36,9; 37,9; 38,6; 38,9°C
<i>Hipostomus watawata</i>	38,2; 38,9; 39,7; 39,9°C
<i>Astyanax bimaculatus</i>	38,2; 39,1; 39,8; 40,7°C

Especies polihalinas

<i>Orthopristis ruber</i>	38,4; 38,7; 38,9; 39,3°C
<i>Centropomus undecimalis</i>	38,7; 39,1; 39,5; 40,7°C
<i>Mugil curema</i>	39,7; 40,1; 40,5; 40,9°C

Peces eurihalinos

<i>Poecilia vivipara</i>	40,6; 41,3; 41,8; 42,6°C
<i>Oreochromis mossambicus</i>	41,9; 42,3; 42,6; 43,6°C
<i>Cuprinodon dearborni</i>	42,2; 42,6; 42,7; 43,7°C

Los resultados anteriores indicaron que el orden de sensibilidad a los cambios de temperatura fue: Peces de agua dulce (*P. chagresi* > *H. watawata* > *A. bimaculatus*), peces de agua de mar (*O. ruber* > *C. undecimalis* > *M. curema*) y peces estuarinos (*P. vivipara* > *O. mossambicus* > *C. dearborni*).

Palabras claves: Tolerancia térmica; Máximo térmico crítico; Peces tropicales.

Comparative Thermal Tolerance of Some Tropical Fishes of Venezuela.

Abstract

Nine juveniles fish species were collected from the Manzanares River, Lagoon Los Patos, temporary ponds of the San Luis Beach, Gulf of Cariaco, and adjacent waters of Cumaná City (Sucre State, Venezuela). The comparative critical thermal maxima determined for fishes acclimated during four weeks at temperatures of 24, 27, 30, and 33°C were as follows:

* Autor de correspondencia.

Oligohaline fishes

<i>Pimelodellas chagresi</i>	36,9; 37,9; 38,6; 38,9°C
<i>Hipostomus watawata</i>	38,2; 38,9; 39,7; 39,9°C
<i>Astyanax bimaculatus</i>	38,2; 39,1; 39,8; 40,7°C

Polihaline speices

<i>Orthopristis ruber</i>	38,4; 38,7; 38,9; 39,3°C
<i>Centropomus undecimalis</i>	38,7; 39,1; 39,5; 40,7°C
<i>Mugil curema</i>	39,7; 40,1; 40,5; 40,9°C

Eurihaline fishes

<i>Poecilia vivipara</i>	40,6; 41,3; 41,8; 42,6°C
<i>Oreochromis mossambicus</i>	41,9; 42,3; 42,6; 43,6°C
<i>Cyprinodon dearborni</i>	42,2; 42,6; 42,7; 43,7°C

Results indicated that sensitivity to ward temperature changes in tropical fishes was: freshwater fish (*P. chagresi* > *H. watawata* > *A. bimaculatus*), marine species (*O. ruber* > *C. undecimalis* > *M. curema*), and estuarine fish (*P. vivipara* > *O. mossambicus* > *C. dearborni*).

Keywords: Thermal Tolerance; Critical Thermal Maximum; Tropical Fishes.

Introducción

La tolerancia térmica de los organismos acuáticos está influenciada por factores bióticos y abióticos de gran importancia, tales como el fotoperíodo, los ciclos estacionales y diarios, la variación geográfica, la alimentación, el sexo, el grado de madurez, la edad, el estado de vida, la salinidad, los elementos químicos, el contenido de agua corporal, el oxígeno disuelto, el Ph, el comportamiento innato, la exposición térmica anterior, etc. (1).

El nivel de aclimatación térmica es un factor muy significativo; así, los organismos aclimatados a altas temperaturas pueden resistir más tiempo que los aclimatados a bajas temperaturas (2, 3). También la tasa de aclimatación es más rápida en aumento térmico que en descenso térmico (4-6).

La tolerancia térmica en peces es significativa cuando el hábitat está definido y es una de las multiplicidades de los factores bióticos y abióticos que afectan la distribución geográfica y comunidad de diferentes especies (7). Sin embargo, pocos estudios se han realizado sobre el nivel de aclimatación térmica y los aspectos comparativos de la tolerancia térmica en los peces tropica-

les de Venezuela. Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue estudiar los efectos térmicos comparativos (8) y continuar determinando la tolerancia térmica de algunos peces de la zona Nororiental de Venezuela e investigar algunas respuestas de los peces al incremento térmico gradual.

Materiales y Métodos

Se recolectaron nueve especies de peces típicos de agua dulce, de agua de mar y de estuarios, en varios lugares de la zona Nororiental de Venezuela. En Río Manzanares, Río Los Bordonos y sus tributarios, se recolectaron 3 especies oligohalinos: la sardina de río (*querepe*, *Astyanax bimaculatus*), el bagre (*puyon*, *Pimelodella chagresi*) y el corroncho (*guara-guara*, *hypostomus watawata*). En Carenero del Golfo de Cariaco, en las lagunas temporales de la Playa San Luis y en aguas adyacentes, se capturaron 3 especies polihalinas: el coro-coro (*Orthopristis ruber*), el róbalo (*Centropomus undecimalis*) y la lisa (*Mugil curema*). En la Laguna de Los Patos y sus canales, se recolectaron 3 especies eurihalinas: la sardinita (*Poecilia vivipara*), tilapia (*Oreochromis mossambicus*) y borrachón (*Cyprinodon dearborni*).

El método aplicado fue esencialmente similar al señalado por Chung (8). Los peces se trans-

portaron al Laboratorio de Ecofisiología del Instituto Oceanográfico de Venezuela y se mantuvieron en tanques de aproximadamente 500 litros, contentivos de agua natural del hábitat. Se aclimataron durante cuatro semanas a 24, 27, 30 y 33°C, temperaturas semejantes a los ambientes locales durante varios años. Los ejemplares no se alimentaron durante las 24 horas previas a los bio-ensayos.

Se aplicó el método del máximo térmico crítico (MTC) (9,10), para obtener la tolerancia térmica comparativa de los peces estudiados. Uno o dos ejemplares seleccionados al azar se colocaron en un frasco de 4L de capacidad con 3L del agua de aclimatación. La temperatura del agua se aumentó continuamente hasta que se alcanzó el MTC. Se aplicó una tasa de 0,2°C min⁻¹ para todos los organismos aclimatados a varias temperaturas. Sin embargo, Becker y Genoway (10) reportaron una tasa de calentamiento de 18°C h⁻¹ (equivalente a 0,3°C min⁻¹).

Resultados y Discusión

El comportamiento del pez al aumento térmico fue semejante a lo señalado por Otto (11). Al inicio del bio-ensayo, el pez no reaccionó al cambio de temperatura; sin embargo, la actividad de nado fue vigorosa y la tasa de movimientos opercular aumentó rápidamente cuando la temperatura experimental se acercó al límite letal térmico. Al aproximarse al máximo térmico crítico, el pez saltó para escapar del acuario y luego se mantuvo en el fondo hasta que perdió el equilibrio completamente.

El presente trabajo confirmó que la tolerancia térmica de los organismos acuáticos es significativamente afectada por la temperatura de aclimatación (Tabla 1). Entonces, la relación entre la temperatura de aclimatación y la tolerancia térmica fue positiva en los peces estudiados (Figura 1).

En los peces de agua dulce (*oligohalinos*) se registraron los MTC así: un mínimo de 36,9°C y un máximo 38,9°C para *Pimelodella chagresi*; 38,2 y 39,9°C para *Hypostomus watawata*; y 38,2 y 40,7°C para *Astyanax bimaculatus*. En los peces de agua de mar (*polihalinos*) las tolerancias térmicas

variaron desde 38,4°C hasta 39,3°C para *Orthopristis ruber*; 38,7 a 40,7°C para *Centropomus undecimalis*; y 39,7 a 40,9°C para *Mugil curema*. En las especies estuarinas (*eurihalinas*) los MTC oscilaron entre 40,6°C y 42,6°C para *Pocilia vivipara*; 41,9 y 43,6°C para *Oreochromis mossambicus*; y desde 42,2 hasta 43,7°C para *Cyprinodon dearborni*.

En cuanto a los niveles de aclimatación térmica, los promedios de MTC de los peces de las mismas aguas salinas fueron poco diferente: menos de 1°C entre *H. watawata* y *A. bimaculatus* (*oligohalinos*), entre *O. ruber* y *M. curema* (*polihalinos*), y entre *O. mossambicus* y *C. dearborni* (*eurihalinos*). Sin embargo, entre las especies de *P. chagresi* y *H. watawata* (*oligohalinos*), *O. ruber* y *M. curema* (*polihalinos*), y *P. vivipara* y *C. dearborni* (*eurihalinos*), la diferencia fue mayor de 1°C para todos los niveles de aclimatación. La máxima diferencia de MTC se registró en *P. chagresi* y *C. dearborni*, aproximadamente 4-5°C en todos los niveles de aclimatación térmica. Esto indica que la temperatura letal quizá puede ser un instrumento taxonómico de los peces en algún hábitat conocida (12).

Martin (13) estudió la interacción entre la salinidad y la temperatura en tres especies de *Ambassadea* (*productus*, *natalensis* y *gymmocephalus*) del Africa; el efecto del incremento salino sobre la alta tolerancia térmica fue positiva y aumentó la temperatura letal alta. Sin embargo, no hubo progreso en la tolerancia letal baja. La diferencia de los MTC entre y dentro de las especies puede ser relacionada con la historia térmica y con varias condiciones ambientales de aclimatación. Resulta interesante observar que los peces *eurihalinos* fueron sumamente resistentes al cambio de temperatura. Por ello, el índice de abundancia de estas especies podría considerarse como indicadores de contaminación térmica en ambientes naturales de las costas, cerca de plantas eléctricas o en urbanizaciones.

El orden de sensibilidad de los peces sometidos a calentamiento fue: *P. chagresi* > *H. watawata* > *A. bimaculatus* para los *oligohalinos*; *O. ruber* > *C. undecimalis* > *M. curema* para los *polihalinos* y *P. vivipara* > *O. mossambicus* > *C. dearborni* para los *estuarinos* (Tabla 1).

Tabla 1.
 Datos de captura y los máximos térmicos críticos de los peces tropicales colectados en aguas:
 dulce, de mar y estuarina, y aclimatados durante 4 semanas a varias temperaturas ambientales.

Especie	Lugar	Temp (°C)	Captura		Temperatura de aclimatación (°C)				
			Sal (‰)	LE (mm)	24	27	30	33	
Agua dulce (Oligohalina)									
<i>Pimelodella</i>	Río	24	0	95,7(16,6)	36,9(0,5)	37,9(0,6)	38,6(0,4)	38,9(0,3)	
<i>chiagresi</i>	San Juan								
<i>Hypostomus</i>	Río	24	0	50,7(1,5)	38,2(0,2)	38,8(0,4)	39,7(0,3)	39,9(0,3)	
<i>watawata</i>	San Juan								
<i>Astyanax</i>	Río	24	0	38,6(1,6)	38,2(0,5)	39,1(0,3)	39,8(0,1)	40,7(0,2)	
<i>bimaculatus</i>	San Juan								
Agua de mar (Polihalina)									
<i>Orthopristis</i>	Carenero	26	36	50,1(2,0)	38,4(0,5)	38,7(0,3)	38,9(0,5)	39,3(0,2)	
<i>ruber</i>									
<i>Centropomus</i>	Laguna	30	36	45,6(3,0)	38,7(0,4)	39,1(0,3)	39,5(0,7)	40,7(0,4)	
<i>undecimalis</i>	temporal								
<i>Mugil</i>	Carenero	26	36	42,0(4,5)	39,7(0,3)	40,1(0,4)	40,5(0,5)	40,9(0,2)	
<i>curama</i>									
Estuarina (Eurihalina)									
<i>Poecilia</i>	Laguna	25	15	29,6(2,6)	40,6(0,2)	41,3(0,2)	41,8(0,3)	42,6(0,1)	
<i>vivipara</i>	Los Patos								
<i>Oreochromis</i>	Laguna	30	2	41,1(1,9)	41,9(0,1)	42,3(0,0)	42,6(0,3)	43,6(0,1)	
<i>mossambicus</i>	Los Patos								
<i>Cyprinodon</i>	Laguna	30	2	25,6(1,1)	42,2(0,2)	42,6(0,2)	42,7(0,4)	43,7(0,1)	
<i>dearborni</i>	Los Patos								

LE: Longitud estándar
 (): Desviación estándar

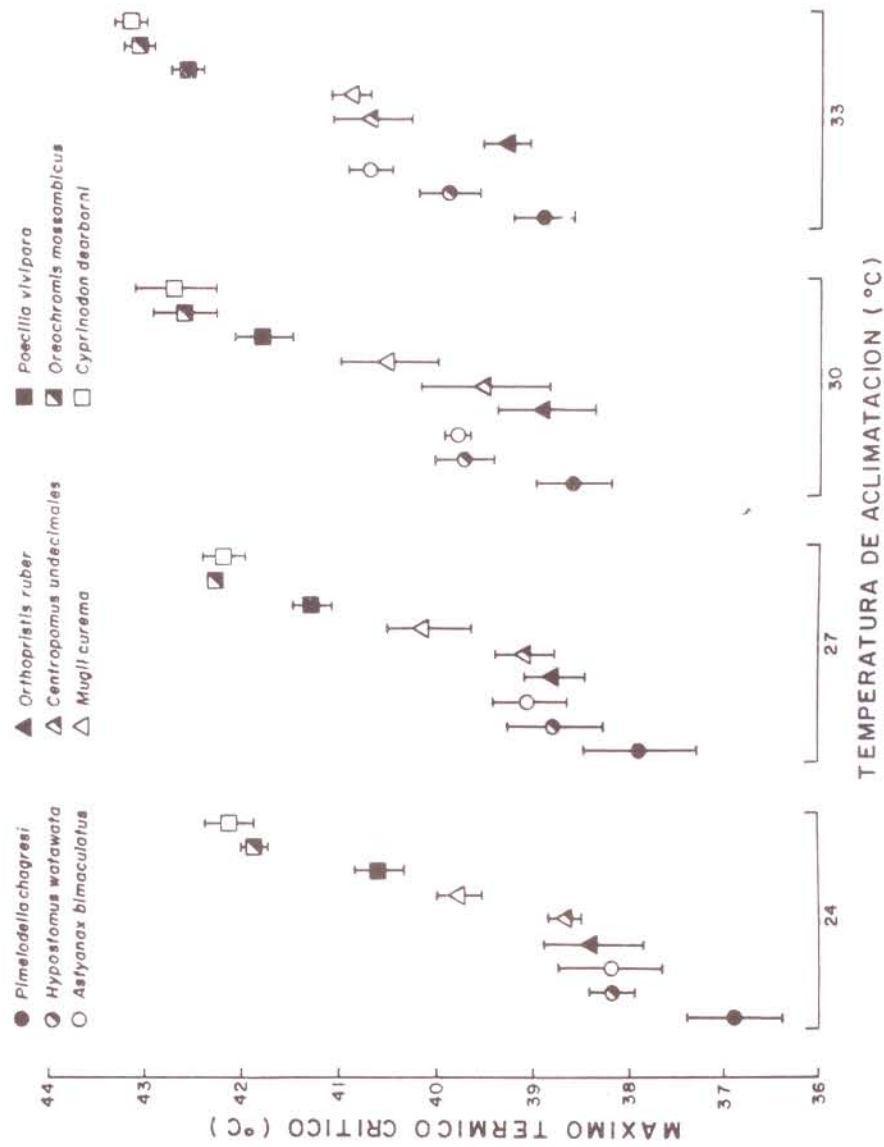


Figura 1. Máximo térmico crítico comparativo de los peces tropicales oligohalinos, polihalinos y eurihalinos aclimatados durante cuatro semanas a las temperaturas ambientales. Las líneas verticales indican las desviaciones estándares y los puntos centrales por promedios.

Generalmente, los juveniles prefieren aguas someras, mientras que los adultos buscan zonas más profundas. Por tal motivo, los juveniles pudieron someterse a varias temperaturas experimentales debido a la fluctuación térmica que ocurre en las aguas poco profundas durante el día y la noche. Hagen (14) señaló que los juveniles de *Gambusia affinis*, fueron mucho más resistentes al cambio térmico que los adultos. Todos los peces juveniles se capturaron de lagunas temporales, zona costera, ríos y lagunas someras, donde la temperatura ambiental fluctúa significativamente durante el día y la noche. Por lo tanto, algunos peces estuarinos demostraron alta resistencia (ca. cerca de 44°C). Es de esperarse que ellos no podrían tolerar estas barreras por largo tiempo, pero tienen la capacidad de sobrevivir a una corta exposición. Así, estas especies eurihalinas existen en lagunas temporales y en los canales de la Laguna Los Patos y el Peñón, a pesar que la salinidad y temperatura aumentan considerablemente (15).

Se desconocen las razones científicas que pudieran explicar la mayor resistencia térmica de los peces eurihalinos en relación con los oligohalinos. Sin embargo, la mayor supervivencia de los organismos estuarinos podría ser debido a la menor presión osmótica en el ambiente salino.

Los máximos térmicos críticos de los peces eurihalinos en todos los niveles de aclimatación térmica indican que ellos podrían proliferar y vivir mejor en el agua cálida de los hábitat tropicales, especialmente en la zona Nororiental de Venezuela (16).

Agradecimientos

Esta investigación fue parcialmente financiada por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente (CI: 05-019-00544/92). Se agradece a Marisabel Segnini de B. y Mairin Lemos la lectura crítica del manuscrito, y a Jesús Hernández por el dibujo de la figura.

Referencias Bibliográficas

1 HUTCHISON V.H.: Factors influencing thermal tolerance of individual organisms. p. 10-26
Esch G.W., MacFarlane R.W., eds. Thermal

Ecology II. Department of Energy Symposium Series (CONF-750425), National Technical Information Service, Springfield. 1976.

2 ALLEN K.O., STRAWN K.: Heat tolerance of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Proc Ann Conf S E Assoc Game Fish Comm 21:399-411, 1967.

3 LEE R.M., RINNE J.N.: Critical thermal maxima of five trout species in the Southwestern United States. Trans Amer Fish Soc 109: 632-635, 1980.

4 ALLEN K.O., STRAWN K.: Rate of acclimation of juvenile catfish, *Ictalurus punctatus*, to high temperatures. Trans Amer Fish Soc 100: 665-671, 1971.

5 CHUNG, K.S.: Rate of acclimation of tropical salt-marsh fish (*Cyprinodon dearborni*) to temperature changes. Hydrobiol 78: 77-81, 1981.

6 EVANS, D.O.: Metabolic thermal compensation by rainbow trout: Effects on standard metabolic rate and potential usable power. Trans Amer Fish Soc 119: 585-600, 1990.

7 SYLVESTER J.R.: Critical thermal maxima of three species of Hawaiian estuarine fish: A comparative study. J Fish Biol 7:257-262, 1975.

8 CHUNG, K.S.: Critical thermal maxima of some tropical fishes of Northeastern Venezuela. p 573-589. VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica, Acapulco, Mexico, 1987.

9 HUTCHISON V.H.: Critical thermal maxima in salamanders. Physiol Ecol 34:92-125, 1961.

10 BECKER C.D., GENOWAY R.G.: Evaluation of the critical thermal maximum for determining thermal tolerance of freshwater fish. Envir Biol Fish 4:245-256, 1979.

11 OTTO R.G.: Temperature tolerance of the mosquito fish, *Gambusia affinis* (Baird and Girard). J Fish Biol 5:575-585, 1973.

12 FRY E.R.J.: The lethal temperature as a tool in taxonomy. Ann Biol 33:205-219, 1957.

13 MARTIN T.J.: Interaction of salinity and temperature as a mechanism for spatial separation of three co-existing species of Ambassidae (Cuvier) (Teleostei) in estuaries on the Southeast coast of Africa. J Fish Biol 33 (Supp): 9-15, 1988.

14 HAGEN D.W.: Evidence of adaptation to environmental temperature in three species of

-
- Gambusia (Poeciliidae). Southeastern Nat 9:6-19, 1964.
- 15 CHUNG K.S.: Salinity tolerance of tropical salt-marsh fish of Los Patos Lagoon of Venezuela, Bull Jap Soc Sci Fish 48 (6): 873, 1982.
- 16 CHUNG, K.S.: Adaptabilidad de una especie eurihalina *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) en aguas saladas de la zona nororiental de Venezuela. SABER, Cons Inv UDO 3 (2):21-30, 1990.