

# RESISTENCIA A LA TEMPERATURA Y SALINIDAD EN *Poecilia reticulata* PETERS, 1859

Anabella GIUSTO<sup>1</sup>  
Sergio E. GÓMEZ<sup>2,3</sup>  
Carolina CASSAR<sup>1</sup>  
Ricardo A. FERRIZ<sup>2</sup>

## ABSTRACT

THERMAL AND SALINITY RESISTANCE ON *Poecilia reticulata* PETERS, 1859.

In this work resistance to high temperature was studied using the critical thermal maximum (CTM) technique, as function to the acclimation temperature ( $T_a$ ). Difference between sex and length are not significative. The relationship between variables is  $CTM = 30.6098 \cdot T_a + 0.0877$  with  $r = 0.9478$ . The resistance to salinity (S) was studied with the determination of LC50-96 h using resistance time (tR50) and dosification of mortality techniques. The relationship between tR50 and salinity is  $tR50 = 5.7468 \cdot S - 9.4034$  with  $r = -0.9329$ . The estimation of LC50 at 96 h is 24.12 gr/l.

Key words: temperature, salinity, resistance, *Poecilia reticulata*, bioassay.

## INTRODUCCIÓN

Entre las variables limnológicas más usualmente registradas se encuentran la temperatura, la salinidad y el pH. Esto se debe a que dichas variables son fácilmente interpretables en lo que hace a su significado biológico (RINGUELET, 1975; MENNI et al., 1996).

*Poecilia reticulata* Peters 1859, es originario de las zonas tropicales del norte de sudamérica, incluyendo Barbados y Trinidad donde vive en todo tipo de aguas (DROSTE et al., 1982); al igual que la mayoría de los Cyprinodontiformes es euritópica. Es un pez de aguas superficiales, que presentan la

capacidad de realizar respiración acuática superficial "ASR" (KRAMER, 1983).

Presenta un marcado dimorfismo sexual, los machos adultos se diferencian por los llamativos colores y la aleta anal modificada en gonopodio. Las crías hembras pueden ser reconocidas por un punto negro que llevan sobre la aleta anal. Posee una alta tasa de reproducción y tamaño manejable para ser utilizado como especie de bioensayo. Este pequeño animal es omnívoro y es usualmente empleado como control biológico de larvas de mosquito en regiones tropicales (SKELTON, 1993), y también es

<sup>(1)</sup> Autorizadas en el Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (M.A.C.N.).

<sup>(2)</sup> Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Av. Angel Gallardo 470 - 1405 Buenos Aires. Rep. Argentina.

<sup>(3)</sup> ILPLA, Casilla de Correo 712 - 1900 La Plata, Prov. de Buenos Aires, Rep. Argentina.

ampliamente utilizado en bioensayos (KRAMER y MEHEGAN, 1981). Su condición de pez ornamental y la ventaja de que se reproduce con facilidad en acuarios, ha hecho que se los críe prácticamente en todas partes del mundo (CASSARA, 1993; HUBBS, 1978; COAD, 1996).

El objetivo de este trabajo es estudiar la resistencia de *Poecilia reticulata* a la temperatura y salinidad. Los valores de estos bioensayos, radican en su utilidad para establecer criterios de calidad de aguas y manejo de recursos naturales (STEPHAN, 1977; WARD y PARRISH, 1982; SPRAGUE, 1990). Además el conocimiento de los rangos ecofisiológicos de esta especie se basan en su importancia para el cultivo con fines ornamentales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Existen diferentes técnicas para determinar la susceptibilidad de los organismos a factores químicos o ambientales (GOMEZ, 1996). Tradicionalmente la concentración letal para el 50% (CL 50%) puede ser calculada con los métodos de "dosificación de mortalidad (CL50-96hs)" o "tiempos de resistencia (tR50)" (FRY, 1971, STEPHAN, 1977, GOMEZ y TORESANI, 1998). Una técnica alternativa que brinda una medida indirecta de la resistencia es la de "máximo crítico (MC)", extensamente utilizada por diversos autores (BECKER & GENOWAY, 1979, PALADINO et al, 1980, GOMEZ, 1996).

Para la determinación de las temperaturas letales máximas se utilizó la metodología estandarizada de BECKER and GENOWAY (1979), denominada máximo térmico crítico (MTC) que consiste esencialmente en someter a los peces a una tasa de calentamiento de 18°C por hora, determinando el promedio aritmético de las temperaturas individuales de muerte.

La resistencia a la salinidad se estudió mediante las técnicas de "dosificación de mortalidad" (STEPHAN, 1977; SPRAGUE, 1990) y "tiempo de resistencia". En la primera técnica para el cálculo de la concentración letal del 50% a 96 horas de exposición (CL50-96 h) se aplicó un programa computarizado que calcula las concentraciones letales mediante tres técnicas distintas: transformación

probit, medias móviles y método de Spearman-Kärber (HARRAS, 1986). La técnica de tiempo de resistencia consiste en exponer un grupo a una concentración prefijada registrando los tiempos individuales de muerte y calculando el tiempo de resistencia de 50% (tR50) como el promedio geométrico de los tiempos individuales de muerte, los tR50 se relacionaron con la concentración salina (S) mediante un modelo multiplicativo. Los resultados fueron analizados con técnicas de correlación, regresión y análisis de la varianza.

Se utilizaron 40 individuos para las experiencias de temperatura y 45 para las de salinidad; los cuales fueron sexados y medidos después de cada una. El agua utilizada para el mantenimiento de los ejemplares y para las experiencias de temperatura presentó las siguientes características; Residuos sólidos (gr/l)= 0,954, Nitrato (en mg N/l)= 5,19, Nitrito (en mg N/l)= 0,181, Amonio (en mg N/l)= 1,535, Fósforo total (en mg P/l)= 2,125, Conductividad ( $\mu$ S) 314 a 480, pH= 5,7 a 6,4, Temperatura (°C)= 23,5 a 28, y la siguiente composición iónica expresada mg/l: Bicarbonatos= 6,7, Carbonatos= 0, Calcio= 24,4, Magnesio= 3,8, Cloruro= 27,2, Sodio= 24,5, Potasio= 5,1, Sulfato= 46,0

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en ocho grupos experimentales con la técnica del MTC se resumen en la tabla 1. Se obtuvieron valores de MTC entre 39,28 y 41,18°C con temperaturas de aclimatación (Ta) entre 16,5 y 30,04°C. Puede observarse que a temperaturas de aclimatación crecientes le corresponden MTC crecientes (figura 1). Ambas variables pueden vincularse mediante la ecuación:

$$MTC = 30,6098 \cdot Ta 0,0877 \quad R^2 = 89,83\% \quad n = 7$$

El análisis de correlación entre ambas variables es significativo ( $p < 0,05$ ) con un  $r = 0,9478$ .

Con el propósito de analizar el efecto del tamaño corporal se compararon dos grupos de distinto tamaño con una misma temperatura de aclimatación (tabla 1, grupos 1 y 2), si bien los tamaños corporales son significativamente distintos ( $t = 3,6936$ ,  $n = 5$ ,  $p < 0,05$ ) no se encuentran diferencias entre las MTC ( $t = -0,3733$ ,  $n = 5$ ,  $p < 0,05$ ). Al comparar individuos de distinto sexo pero de la misma talla (tabla 1, grupos 1 y 3) tampoco se registraron diferencias significativas en el MTC ( $t = 0,2024$ ,  $n = 5$ ,  $p < 0,05$ ).

**Tabla 1** - Máximo térmico crítico (MTC) en *Poecilia reticulata*, se indica la temperatura media de aclimatación (Ta), la velocidad media de ascenso (V) y la longitud estándar media del grupo (LST). La experiencia número 7 se realizó con agua corriente y los ejemplares previamente expuestos 96 horas a una salinidad de 19,4 gr/l. La experiencia número 8 se realizó en agua con una salinidad de 19,4 gr/l después de 96 horas de exposición a la misma. Cada grupo experimental compuesto por cinco ejemplares.

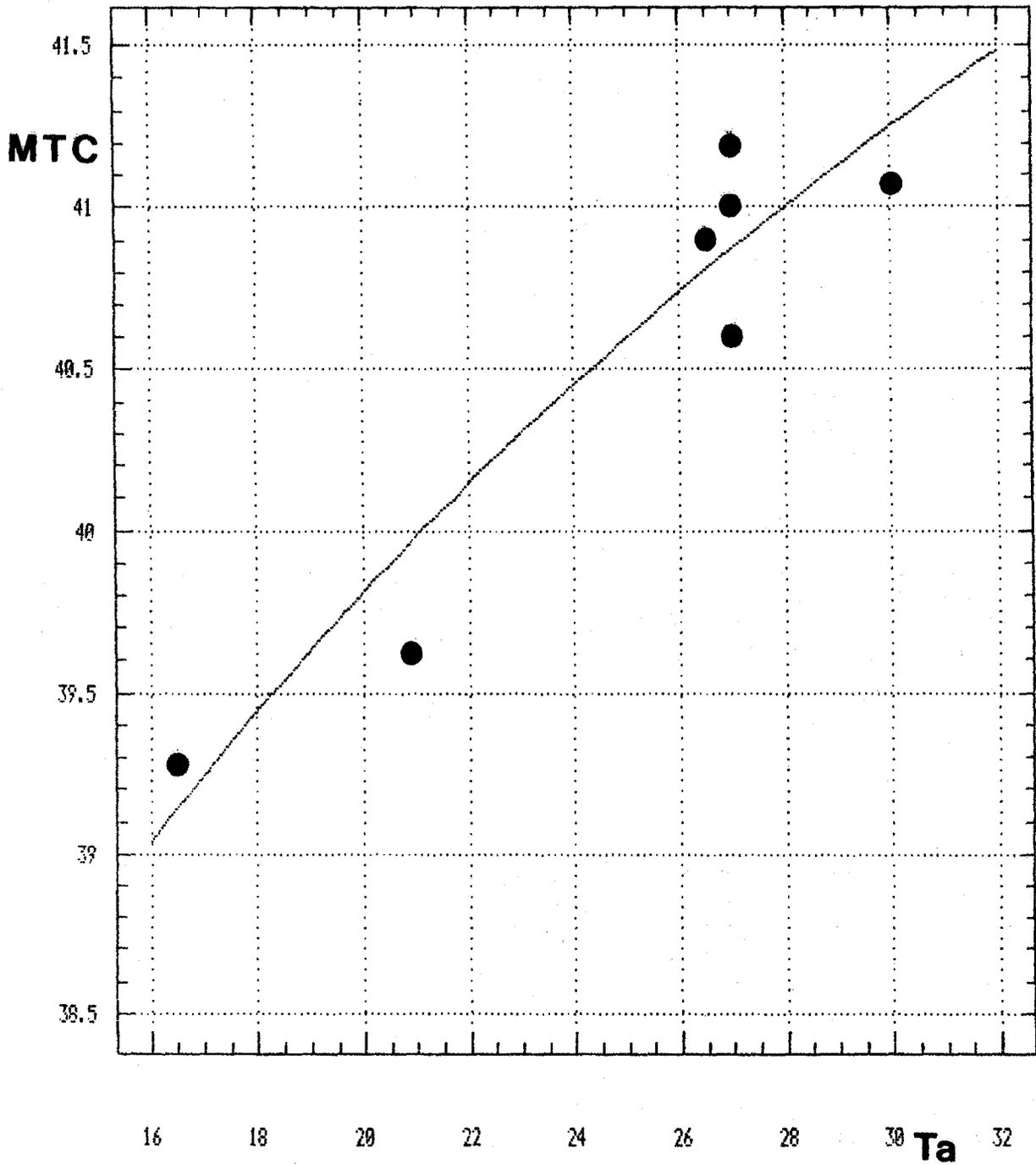
Grupo	Categoría	MTC (° C)	Ta (° C)	V (° C/h)	LST (mm)
1	Machos grandes	41,00	27,0	18,0	24,1
2	Machos pequeños	41,18	27,0	17,6	18,9
3	Hembras grandes	40,90	26,5	17,5	24,5
4	No sexados	39,28	16,5	17,8	20,9
5	No sexados	39,62	20,9	17,8	25,3
6	No sexados	41,08	30,04	18,3	23,7
7	Machos	41,00	27,0	17,9	24,6
8	Machos	40,60	27,0	18,4	22,3

**Tabla 2** - Tiempo de resistencia del 50% (tR50) en *Poecilia reticulata* expuestos a la salinidad indicada (S). Se indica además el rango de los tiempos individuales de muerte, el porcentaje de mortalidad, la temperatura media de exposición (Te) y la longitud estándar media (LST). Cada grupo experimental compuesto por cinco ejemplares.

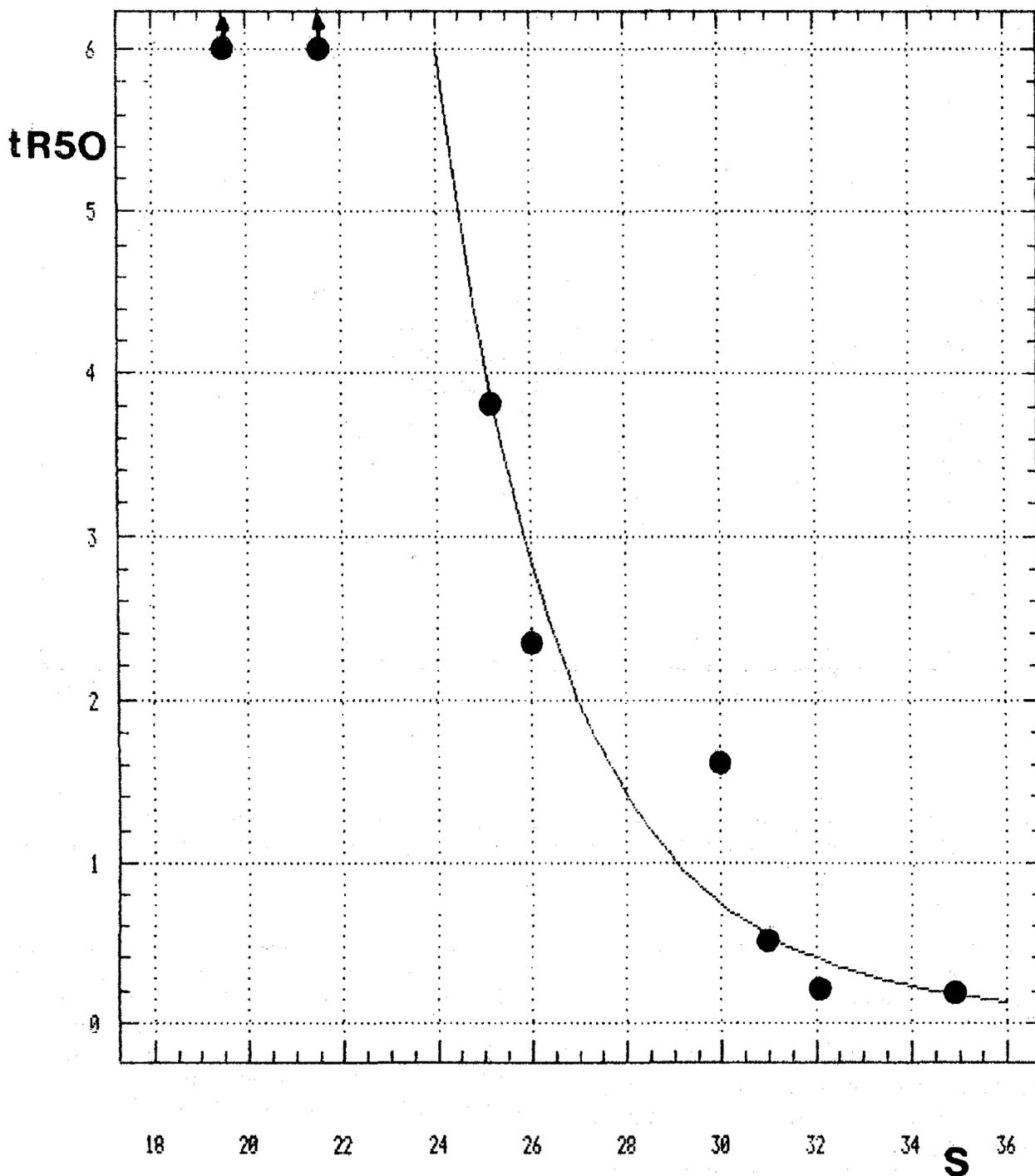
Grupo	S (gr/ ) 1	tR50 (min)	Rango (min)	Mortalidad (% a 96 horas)	Te (°C)	LST (mm)
1	< 0,1	-	-	0	26,9	20,1
2	19,4	-	-	0	18,4	22,3
3	21,6	-	-	0	26,5	20,1
4	25,2	3792,8	1645-3909	60	26,6	18,9
5	26,0	2361,4	310-4860	60	26,6	18,2
6	30,0	1612,6	225-220	60	23,4	21,5
7	31,0	513,1	269-837	100	22,6	19,7
8	32,1	211,3	152-296	100	24,1	17,4
9	34,9	198,3	56-620	100	27,8	18,9

**Tabla 3** - Concentración letal de salinidad para el 50% (CL50) en *Poecilia reticulata* calculada según los tres métodos indicados. Se señalan además los respectivos intervalos de confianza del 95%.

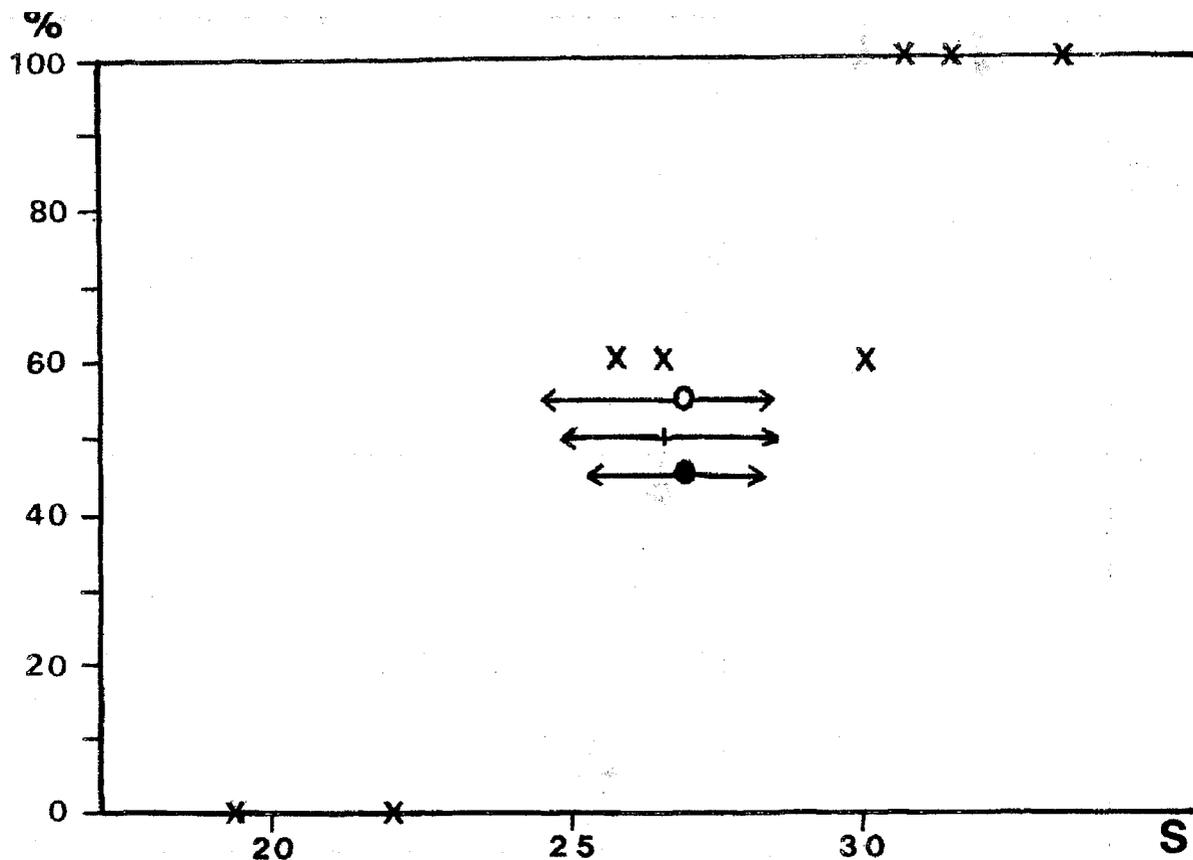
	CL50 (gr/l)	Límite Superior (gr/l)	Límite Inferior (gr/l)
An lisis Probit	25,908	23,590	27,814
Medias Móviles	25,778	23,857	28,200
Método de Spearman-Kärber	25,969	24,267	27,790



**Figura 1** - Máximo Térmico Crítico (MTC en °C) en *Poecilia reticulata* en función de la temperatura de aclimatación (Ta en °C).



**Figura 2** - *Poecilia reticulata*, tiempo de resistencia del 50% (tR50 en minutos) en función de la salinidad (S). Los puntos indicados con flecha corresponden a experimentos con 100% de sobrevivientes a las 96 horas (ver además tabla 2).



**Figura 3** - Porcentaje de mortalidad (%) en relación a la salinidad (S) en *Poecilia reticulata*. Las estimaciones de CL50 corresponden a los métodos : probit (círculo vacío), medias móviles (cruz) y Spearman-Kärber (círculo lleno).

La comparación entre los grupos 7 y 8 donde uno de ellos fué sometido previamente a Estrés salino y el otro fué, sometido a Experimentación en agua salina no mostró diferencias significativas ( $t = -0,602417$ ,  $n = 5$ ,  $p < 0,05$ ).

En la tabla 2 se indican los resultados obtenidos al exponer nueve grupos experimentales a distinta salinidad, comprendidas entre 0,1 y 34,9 gr/l, obteniéndose mortalidades que variaron entre el 0 y 100%. A salinidades crecientes le corresponden tR50 decrecientes. S y tR50 se vincularon (figura 2) mediante la ecuación:

$$tR50 = 5,7468 \cdot S - 9,4034 \quad R^2 = 87,04 \% \quad n = 6$$

El análisis de correlación entre ambas variables es significativo ( $p < 0,05$ ) con un  $r = -0,9329$

El cálculo de la CL50-96 se efectuó a partir de la ecuación anterior considerando un tR50 de 5760

minutos (96 horas), obteniéndose un valor de 24,12 gr/l. Los valores de CL50-96 obtenidos por el método computarizado variaron entre 25,8 y 26,0 gr/l. Estos valores y sus respectivos límites de confianza se indican en la tabla 3 y figura 3. Considerando las cuatro estimaciones realizadas se obtiene un valor promedio para la CL50-96 de 25,44 gr/l.

## DISCUSIÓN

DROSTE et al. (1982) estudiando dos poblaciones silvestres, una de éstas de aguas termales, encontraron un punto crítico térmico superior de 37 y 38°C respectivamente.

Las temperaturas óptimas para el mantenimiento de esta especie se encuentra en un rango entre 22 y 23°C, siendo su temperatura letal

inferior menor a los 18°C (FREY, 1961). MEFFE (1992) indica que el crecimiento alcanza su valor máximo a los 25°C y declina a 30 y 32°C, esto se observa tanto en agua dulce como en aquellas que presentan una salinidad de 17,5 gr/l. La temperatura óptima de crecimiento es de 24°C tanto en agua dulce como de 8,75 gr/l de salinidad (GIBSON y HIRST, 1955). Estos estudios indican condiciones de estrés por encima de los 30°C, con cambios concomitantes en la tasa de crecimiento. Obsérvese que los valores de salinidad utilizados por estos investigadores son inferiores al valor de CL50-96  $h = 25,44$  gr/l calculado en este trabajo.

Sin embargo, otros ciprinodontiformes tienen mayor resistencia a la salinidad, *Jenynsia multidentata* de Argentina tolera el agua de mar por tiempos prolongados (THORALEN DE GIL, 1949). Los ciprinodontes ibéricos también muestran una considerable tolerancia a las aguas salinas (SANZ BRAU, 1985). La exposición a baños salinos es un tratamiento habitual para desparasitar peces, por lo que resulta de importancia conocer los tiempos de resistencia con distintas salinidades en una especie de alto valor en acuarismo. Si se considera una temperatura de 25°C la CL50 calculada corresponde a una presión osmótica de 18,15 atmósferas (Gómez, 1996).

DROSTE et al (1982) señalan que *Poecilia reticulatus* muestra una sobrevivencia del 100% a 96 horas en agua con una concentración salina doble con respecto al agua de mar, sin embargo al no indicarse la composición no es posible calcular la presión osmótica de esta solución.

Los resultados obtenidos indican que si la exposición a altas salinidades produce estrés éste no puede ser detectado con la técnica del MTC. Lo mismo sucede con las posibles diferencias existentes entre sexos o por distintos tamaños corporales.

*Poecilia reticulata* muestra las características de un pez tropical en cuanto a su resistencia a las altas temperaturas. Para una  $T_a$  de 20°C se obtiene un MTC de 39,81 que es superior a los peces argentinos de agua dulce estudiados en las mismas condiciones experimentales (MENNI et al, 1996; ORTUBAY et al, 1997).

En los criaderos del M.A.C.N. la temperatura óptima para el crecimiento y la reproducción se encontraría entre los 24 y 26°C. Aunque en este trabajo no se ha estudiado profundamente la resistencia al frío, en ejemplares expuestos diez días a 14°C no se observó mortalidad. Estos valores no

coinciden con los datos de FREY (1961) mencionados anteriormente.

En *Poecilia reticulata* como lo han indicado otros autores (KASPERSKI y KOZLOWSKI, 1993) debido posiblemente a su plasticidad genética y estrategia oportunista (WINEMILLER, 1989) existen diferencias muy marcadas entre las diversas poblaciones naturales o de laboratorio.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen a Victor Cussac (CRUB) y Manuel Quintana (MACN) por la lectura crítica del primer manuscrito. Este trabajo fué parcialmente financiado por el PIP-CONICET N° 4738/97 y la Fundación Pablo Cassar, a quienes agradecemos su apoyo.

## BIBLIOGRAFÍA

- BECKER C.D. & R.G. GENOWAY, 1979. Evaluation of the critical thermal maximum for determining thermal tolerance of freshwater fish. *Env. Biol. Fish* 4(3): 245-246.
- CASSARA, H. 1993. Argentina, Ornamental fish production and market status. *OFI Journal* (Official Pub. of ornamental Fish International) 5: 9.
- COAD, B.W. 1996. Exotic and transplanted fishes in southwest Asia. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.*, 21: 81-106.
- DROSTE H.J., MERINO T.F. & A. SALAZAR, 1982. Adaptación del guppy *Lebistes reticulatus* al ambiente. *Actualidades biológicas*, 11(40): 40-47.
- FREY, H., 1961. Illustrated dictionary of tropical fishes. *TFH Publ. Inc.*, New York, 768 pp.
- FRY F.E.J., 1971. Effects of environmental factors on the physiology of fish. En: *Fish Physiology* Vol VI (1): 1-97. Ed. HOAR W.S. & D.J. RANDALL. Academic Press, New York.
- GIBSON, M.B. & B. HIRST. 1955. The effect of salinity and temperature on the pre-adult growth of guppies. *Copeia*, 1955 (3): 241-243.
- GOMEZ, S.E. 1996. Resistencia alla temperatura e salinit in pesci della provincia di Buenos Aires (Argentina), con implicazioni zoogeografiche. In: *Atti 4 Convegno Nazionale Assoc. Ital. Ittiol. Acque dolci*, Trento, Italy: 171-192.

- GOMEZ, S.E. & N.I. TORESANI, 1998. Nivel mínimo letal de pH en *Cnesterodon decemmaculatus* (Jenyns, 1842), (Pisces, Atheriniformes). **Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat.** "Bernardino Rivadavia", Hidrobiología, 8(7): 65-67.
- HARRASS M., 1986. LC50 calculation program, version 2.0 (October, 1986).
- HUBBS, C. 1978. Survival and abundance of introduced fishes near San Antonio Texas, USA. **Tex. J. Sci.**, 30: 369-376.
- KASPERSKI, W. & J. KOZLOWSKI. 1993. The effect of exploitation on size at maturity in laboratory of guppies *Poecilia reticulata* (Peters). **Acta Hydrobiol.**, 35(1): 65-72.
- KRAMER D.L., 1983. Aquatic surface respiration in the fishes of Panama: distribution in relation to the risk of hypoxia. **Env. Biol. Fish.** 8(1): 49-54.
- KRAMER, D.L. & J.P. MEHEGAN. 1981. Aquatic surface respiration and adaptive response to hypoxia in the guppy *Poecilia reticulata*, Pisces Poeciliidae. **Env. Biol. Fishes**, 6: 299-314.
- MEFFE, G.K. 1992. Plasticity of life-history characters in eastern mosquitofish (*Gambusia holbrooki*: Poeciliidae) in response to thermal stress. **Copeia**, 1992 (1): 94-102.
- MENNI, R.C.; S.E. GOMEZ & ARMENGOL, F.L. 1996. Subtle relationships: freshwater fishes and water chemistry in southern South America. **Hydrobiologia**, 328: 173-197.
- ORTUBAY, S.G., S.E. GOMEZ & CUSSAC, V.C. 1977. Lethal temperatures of a Neotropical fauna relict in Patagonia, the scale-less characinid *Gymnocharacinus bergi* Steindachner 1903. **Env. Biol. Fish.**, 49: 341-350.
- PALADINO F.V., SPOTILA J.R., SCHUBAUER J.P. & K.T. KOWALSKI, 1980. The critical thermal maximum: a technique used to elucidate physiological stress and adaptation in fishes. **Rev. Can. Biol.** 39: 115-122.
- RINGUELET 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.
- SANZ BRAU A., 1985. Límites de hiperhalinidad de los cyprinodóntidos ibéricos. **Doñana, Acta Vertebrata**, 12 (1): 166-170.
- SKELTON P., 1993. **A Complete Guide of the Freshwater Fishes of Southern Africa**. Southern Book Publishers, Harare. 388 pp.
- SPRAGUE J.B., 1990. Aquatic toxicology. 15: 491-528. En: C.B. Schreck y P.B. Moyle (Eds.), **Methods for fish biology**. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 684 pp.
- STEPHAN C.E., 1977. Methods for calculating an LC50. En: **Aquatic toxicology and hazard evaluation**, ASTM STP 634, F.L. Mayer y J.L. Hamelink (Eds.), American Society for Testing and Materials: 65-84.
- THORMALEN DE GIL A.L., 1949. Estudio biológico y experimental de las adaptaciones (eurihalinidad) del pez vivíparo *Jenynsia lineata*. **Revista del Museo de La Plata (n.s.) Zool V** (35 bis): 441-540.
- WARD, G.S. & P.R. PARRISH, 1982. Manual de métodos de investigación del medio acuático. Parte 6. Ensayos de Toxicidad. **FAO, Doc. Téc. Pesca**, (185) 25 pp.
- WINEMILLER, 1989. Patterns of variation in life among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia**, 81: 225-241.