

Artículo original

**Influencia de la aclimatación en la tolerancia a altas temperaturas del chanchito de la humedad *Porcellio laevis* (Isopoda: Porcellionidae)**  
**Influence of acclimation on high temperatures tolerance of common woodlouse *Porcellio laevis* (Isopoda: Porcellionidae)**

José Iannacone<sup>1,2</sup> & Lorena Alvarino<sup>1</sup>

Laboratorio de Ecofisiología Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad Nacional Federico Villarreal. Calle San Marcos 383, Pueblo Libre, Lima, Perú. Correo electrónico: joseiannacone@gmail.com

<sup>2</sup> Laboratorio de Invertebrados. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma. Correo electrónico: joseiannacone@yahoo.es

**ABSTRACT**

Temperature is the most important abiotic factor affecting physiology, ecology and evolution in ectothermic animals. Current research had as aim determinate the influence acclimation on seven days at four temperatures: 5°C, 10°C, 20°C and 30°C for tolerance to high temperatures between 30°C to 40°C of males of *Porcellio laevis* Latreille, 1804 obtenied from Pueblo Libre, Lima, Peru. Lethal thermal maximum ( $T_{ml}$ ) at an acclimation of 5°C, 10°C, 20°C and 30°C were 37°C, 35°C, 38°C and 40°C, respectively. Optimum temperatures ( $T_{op}$ ) at an acclimation of 5°C, 10°C, 20°C and 30°C were 30°C, 30°C, 33°C and 35°C, respectively. On individuals of *P. laevis* that were acclimated at low temperatures, tolerance to high temperatures were lower than individuals acclimated to high temperatures. The data from our studies support the “Beneficial Acclimation Hypothesis” which predicts that animals acclimated to a particular temperature have enhanced performance at that temperature in comparison with animals acclimated to other temperatures.

**Key words:** acclimation, *Porcellio*, temperature, tolerance.

**RESUMEN**

La temperatura es el factor abiótico más importante que afecta la fisiología, ecología y evolución de los animales ectotermos. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la influencia de la aclimatación de siete días a cuatro temperaturas: 5°C, 10°C, 20°C y 30°C en la tolerancia a altas temperaturas entre 30°C a 40°C de machos de *Porcellio laevis* Latreille, 1804 que fueron obtenidos de Pueblo Libre, Lima, Perú. Las temperaturas máximas letales ( $T_{ml}$ ) a una aclimatación de 5°C, 10°C, 20°C y 30°C fueron 37°C, 35°C, 38°C y 40°C, respectivamente. Las temperaturas óptimas ( $T_{op}$ ) a una aclimatación de 5°C, 10°C, 20°C y 30°C fueron 30°C, 30°C, 33°C y 35°C, respectivamente. Se observó que en los individuos de *P. laevis* que fueron aclimatados a las más bajas temperaturas, la tolerancia a altas temperaturas fue menor que en los individuos aclimatados a altas temperaturas. Los resultados de nuestro estudio sustentan la “Hipótesis de la Aclimatación Benéfica” la cual predice que los animales aclimatados a una temperatura en particular mejoran su actuación a esa temperatura en comparación a los animales aclimatados a otras temperaturas.

**Palabras claves:** aclimatación, *Porcellio*, temperatura, tolerancia.

## INTRODUCCIÓN

La temperatura es quizás el factor abiótico más importante que afecta la fisiología, ecología y evolución en animales endotermos y ectotermos (Castañeda et al. 2004, Jackson 2007). Debido a que la temperatura ambiental varía espacio-temporalmente en diferentes escalas, los organismos son continuamente desafiados a mantener la homeostasis (Johnston & Bennett 1996). De esta forma, la fisiología térmica puede ser un factor significativo que enfatice el éxito ecológico y evolutivo de un organismo (Antinuchi et al. 2003, O'Neill & Rolston 2007).

Los animales endotermos, son aquellos que tienen la capacidad de regular la temperatura mediante la producción de calor corporal; mientras que los ectotermos dependen de fuentes externas de calor (Antinuchi et al. 2003).

El efecto de las diferentes condiciones de temperatura sobre los animales ectotermos sigue un esquema típico, aunque pueden existir variaciones entre las diferentes especies de animales (Manush et al. 2004, Li & Wang 2005a, Renault et al. 2005). Esencialmente existen dos rangos de temperatura que resultan interesantes de estudio: las temperaturas extremadamente altas y las bajas (Sinclair & Robert, 2005, McConnachie et al. 2007). La tasa de relación metabólica aumenta con la temperatura (Diwan & Nagabhushanam 1976), ocasionando que los organismos ectotermos absorban y metabolicen los recursos con lentitud, si la temperatura es baja, pero con mucha mayor rapidez si es alta. Otra consecuencia es que ciertos procesos ecofisiológicos continúan a lo largo de toda la gama de temperaturas, pero con tasas variables, cabe mencionar que dentro de la gama no letal el efecto más importante desde el punto de vista ecológico es su efecto sobre la tasa de desarrollo y de crecimiento (Chalterje et al. 2004, Re et al. 2005). La tolerancia térmica de un organismo al ambiente puede indicar el límite de temperatura que limita su distribución geográfica (McConnachie et al. 2007).

Las temperaturas altas pueden ser peligrosas por cuanto conducen a la inactivación o incluso la desnaturalización de las enzimas (Paul et al. 2004). Por ende, si sometemos a un animal a una temperatura durante varios días, su respuesta claramente sufrirá un cambio con respecto a otro organismo similar que no halla sido sometido a

dicha temperatura, este proceso recibe el nombre de aclimatación (Barua et al. 2004, Bowler 2005, Das et al. 2005).

Los isópodos terrestres incluyen cerca de 3600 especies de microcrustáceos adaptados a la vida en el suelo, y que exhiben adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento. Presentan desarrollo directo, con el desarrollo de los huevos dentro del marsupio, donde eclosionan como "mancas", y permanecen por un corto periodo (Schmalfuss 2003, Brum & Araujo 2007).

*Porcellio laevis* Latreille, 1804 conocido como "cochinilla de la humedad" o "chanchito de la humedad", es un isópodo nocturno, común en jardines y ecosistemas agrícolas de Lima Metropolitana, Perú (Iannacone et al. 2001). Es una especie detritívora, fotonegativa y tigmotáctica. Los isópodos terrestres son importantes en el ambiente, pues ayudan a recircular los nutrientes y mantener los flujos de energía en el suelo, participando en los ciclos bioquímicos (Iannacone et al. 2001). Se ha registrado a *P. laevis* como un integrante de la artropofauna cadavérica asociada a *Sus scrofa* L. en Ventanilla, Callao, Perú (Iannacone 2003). En adición, se le ha empleado para evaluar el impacto ecotoxicológico del insecticida cartap (Iannacone & Alvarino 2002).

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la influencia de la aclimatación de *P. laevis* a cuatro temperaturas en la tolerancia a temperaturas entre 30 a 40°C.

## MATERIALES Y METODOS

Para realizar el experimento, fueron colectados un total de 250 individuos machos de *P. laevis*, entre un rango de longitud total corporal de 9 a 11 mm, procedentes de los jardines del Parque Santa Isabel en el distrito de Pueblo Libre (12°S y 70°W), Lima, Perú, el 26 abril del 2000. Para la identificación específica y la diferenciación sexual se utilizó la presencia del marsupio en la parte ventral de las hembras (Iannacone et al. 2001).

Los individuos fueron transportados al lugar de aclimatación en baldes de 2 L de capacidad que contenían arena hasta 3 cm de altura. Se les mantuvo por una semana a cuatro temperaturas, 5°C, 10°C, 20°C y 30°C y se realizó las mediciones con un termómetro ambiental (Scientific Products®, Asia Pacific, Singapur). Durante el periodo de aclimatación los individuos fueron alimentados diariamente con trozos de zanahoria

rallada *ad libitum* (Iannacone et al. 2001). En el bioensayo en el laboratorio, *P. laevis* fue separado en grupos de diez individuos y se les colocó en un matraz Erlenmeyer® (Nalgene, Miami, FLorida USA) de 250 mL de capacidad que contenía arena (1,5cm de altura) dispersa uniformemente en la base y con papel filtro (Whatman® número 42) humedecido. El matraz fue previamente calentado, y después se colocó a los 10 individuos en su interior, se cubrió todo el sistema con una tapa de jebes que presentaba un agujero en donde se colocó el termómetro para la lectura de los valores de temperatura ensayados que variaron entre 30 a 40° C. Los individuos aclimatados a 5°C se ensayaron a siete temperaturas diferentes: 30°C, 32°C, 33°C, 34°C, 35,5°C, 37°C y 40°C. Los especímenes aclimatados a 10°C se ensayaron a cinco temperaturas diferentes: 30°C, 31°C, 33°C, 34°C y 35°C. Los individuos aclimatados a 20°C se ensayaron a cinco temperaturas diferentes: 30°C,

33°C, 37°C, 38°C, y 40°C. Finalmente, los especímenes aclimatados a 30°C se ensayaron a cinco temperaturas diferentes: 35°C, 36°C, 37°C, 39°C y 40°C. Los individuos permanecieron a esa temperatura por 15 min. Luego, todos los individuos fueron retirados con la ayuda de una bagueta y fueron colocados dentro de una placa Petri de 120 mm que tenía adherida en la base un papel filtro humedecido. Finalmente, se realizó el conteo de los individuos de *P. laevis* vivos y muertos. Se catalogó como muertos a aquellos individuos que no presentaron ninguna respuesta locomotora durante los 5 min que permanecieron en la placa de Petri. Se determinaron los porcentajes de mortalidad a cada temperatura de aclimatación y de tolerancia ensayada. Las temperaturas máximas letales ( $T_{ml}$ ) y las temperaturas óptimas termales ( $T_{op}$ ) fueron determinadas para cada caso (Hutchison & Maness 1979).

Tabla 1. Tolerancia a la temperatura en *Porcellio laevis* (Isopoda: Porcellionidae) bajo cuatro temperaturas de aclimatación.

T° ensayadas	Temperatura de aclimatación (°C)			
	5	10	20	30
	% de mortalidad			
30	0	0	10	ND
31	ND	10	ND	ND
32	10	ND	ND	ND
33	50	40	0	ND
34	40	90	ND	ND
35	ND	100	ND	0
35,5	80	ND	ND	ND
36	ND	ND	ND	30
37	100	ND	70	50
38	ND	ND	100	ND
39	ND	ND	ND	90
40	100	ND	100	100

ND = No determinado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las temperaturas máximas letales ( $T_{ml}$ ) a una aclimatación de 5°C, 10°C, 20°C y 30°C fueron 37°C, 35°C, 38°C y 40°C, respectivamente (Tabla 1). En cambio las temperaturas óptimas ( $T_{op}$ ) a una aclimatación de 5°C, 10°C, 20°C y 30°C fueron 30°C, 30°C, 33°C y 35°C, respectivamente. Se

observó que en los individuos de *P. laevis* que fueron aclimatados a las más bajas temperaturas, la tolerancia a altas temperaturas fue menor que en los individuos aclimatados a altas temperaturas (Tabla 1). Los resultados de nuestro estudio sustentan la hipótesis de la aclimatación benéfica la cual predice que los animales aclimatados a una temperatura en particular mejoran su actuación a

esa temperatura en comparación a los animales aclimatados a otras temperaturas (Li & Wang 2005a).

En el tardigrado euritermo *Macrobiotus harmsworthi* Murria, 1907 se ha observado diferencias significativas entre la temperatura óptima preferida de animales aclimatados por dos semanas a 2°C, la cual fue de 14°C y de los aclimatados a 12 a 22°C, la cual fue 18,6°C. De igual forma se observó en *M. harmsworthi* diferencias significativas en las temperaturas máximas letales dependiendo de la temperatura de aclimatación (Li & Wang 2005b). De igual forma, para *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) aclimatados a 3 temperaturas (25°C, 30°C y 35°C) por 30 días se observó que existen diferencias significativas en relación a la temperatura máxima crítica (Manush et al. 2004). Los peces *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) y *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) mostraron que al aumentar la temperatura de aclimatación de 25°C, 30°C y 35°C por 30 días, aumento la tolerancia a las temperaturas letales máximas para ambas especies (Chatterjee et al. 2004). Das et al. (2005) encontró un incremento de las temperaturas máximas críticas con el aumento de la temperatura de aclimatación de 26°C, 31°C, 33°C y 36°C en *L. rohita*. En el crustáceo *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) se ha observado una relación directa entre la temperatura crítica y la temperatura de aclimatación, la cual incrementa de 3-5°C (Re et al. 2005). La temperatura máxima crítica se encuentra relacionada linealmente con la temperatura de aclimatación del pez *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) (Ford & Beitinger 2005). Este patrón visto en varios modelos biológicos se ha observado en el presente estudio para *P. laevis* (Tabla 1). Sin embargo, en el erizo de mar *Strongylocentrotus franciscanus* (Agassiz, 1863) aclimatados a 15°C, 18°C y 21°C, su resistencia es independiente del intervalo de aclimatación empleado (Hernández et al. 2004).

En resumen, nosotros encontramos como ya ha sido observado por otros autores para *P. laevis* (Castañeda et al. 2004), que en esta especie la temperatura de aclimatación influye directamente a la tolerancia a la temperatura.

#### Agradecimiento

A nuestros alumnos del curso de Ecología General del año 2000 de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional Federico

Villarreal por el apoyo en la obtención del material biológico.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antinuchi, C.D.; Cutrera, A.P.; Luna, F. & Zenuto, R. 2003. Animales y temperatura: estrategias termorregulatorias durante la ontogenia. pp. 399-420. In *Fisiología Ecológica y Evolutiva*. F. Bozinovic (Ed.). Ed. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Barua, D. & Scott, S.A. H. 2004. Acclimation of the temperatura set-points of the heat-shock response. *J. Thermal Biology*, 29: 185-193.
- Bowler, K. 2005. Acclimation, heat shock and hardening. *J. Thermal Biology*, 30: 125-130.
- Brum, P.E.D. & Araujo, P.B. 2007. The manca stages of *Porcellio dilatatus* Brandt (Crustácea, Isopoda, Oniscidea). *Rev. Bras. Zool.*, 24:493-502.
- Castañeda, L.E.; Lardies, M.A. & Bozinovic, F. 2004. Adaptative latitudinal shifts in the thermal physiology of a terrestrial isopod. *Evol. Ecol. Research*, 6: 579-593.
- Chatterjee, N.; Pal., A.K.; Manush, S.M.; Das, T. & Mukherjee, S.C. 2004. Thermal tolerance and oxygen consumption of *Labeo rohita* and *Cyprinus carpio* early fingerlings acclimated to three different temperatures. *J. Thermal Biology*, 29: 265-270.
- Das, T.; Pal, A.K.; Chakraborty, S.M.; Manush, S.M.; Sahu, N.P. & Mukherjee, S.C. 2005. Thermal tolerance, growth and oxygen consumption of *Labeo rohita* fry (Hamilton, 1822) acclimated to four temperatures. *J. Thermal Biology*, 30: 378-383.
- Diwan, A.D. & Nagabhushanam, R. 1976. Studies on heat tolerance in the freshwater crab, *Barytelphusa cunicularis* (Westwood, 1836). *Hidrobiología*, 50: 65-70.
- Ford, T. & Beitinger, T. 2005. Temperature tolerance in the goldfish, *Carassius auratus*. *J. Thermal Biology*, 30: 147-152.
- Hernández, M.; Buckle, F.; Guisado, C.; Barpon, B. & Estavillo, N. 2004. Critical thermal maximum and osmotic pressure of the red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* acclimated at different temperatures. *J. Thermal Biology*, 29: 231-236.
- Hutchison, V.H. & Maness, J.D. 1979. The role of behavior in temperature acclimation and tolerance in ectotherms. *American Zoologist*, 19: 367-384.

- Iannacone, J.; Alayo, M.; Abanto, M.; Sánchez, J. & Zapata, E. 2001. *Porcellio laevis* Latreille, 1804 (Isopoda: Porcellionidae) como bioindicador para la evaluación de plomo. Rev. per. Ent., 42: 175-183.
- Iannacone, J. & Alvarino, L. 2002. Evaluación del riesgo ambiental del insecticida cartap en bioensayos con tres invertebrados. Agricultura Téc. (Chile), 62: 366-374.
- Iannacone, J. 2003. Artropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callao, Perú. Rev. Bras. Zool., 20: 85-90.
- Jackson, D.C. 2007. Temperature and hypoxia in ectothermic tetrapods. J. Thermal Biology, 32: 125-133.
- Johnston, I.A. & Bennett, A.F. 1996. *Animals and Temperature: Phenotypic and Evolutionary Adaptation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Li, X. & Wang, L. 2005a. Effect of thermal acclimation on preferred temperature avoidance temperature and lethal thermal maximum of *Macrobiotus harsworthi* Murray (Tardigrada, Macrobiotidae). J. Thermal Biology, 30: 443-448.
- Li, X. & Wang, L. 2005b. Effect of temperature and thermal acclimation on locomotor performance of *Macrobiotus harsworthi* Murray (Tardigrada, Macrobiotidae). J. Thermal Biology, 30: 588-594.
- Manusch, S.M.; Pal, A.K.; Chatterjee, N.; Das, T. & Mukherjee, S.C. Thermal tolerance and oxygen consumption of *Macrobrachium rosenbergii* acclimated to three temperatures. J. Thermal Biology, 29: 15-19.
- McConnachie, S.; Alexander, G.J. & Whiting, M.J. 2007. Lower temperature tolerance in the temperate, ambush foraging lizard *Pseudocordylus melonatus*. J. Thermal Biology, 32: 66-71.
- O'Neill, K.M. & Rolston, M.G. 2007. Short-term dynamics of behavioral thermoregulation by adults of the grasshopper *Melanoplus sanguinipes*. Journal of Insect Science, 7: 27.
- Paul, R.J.; Lamkemeyer, T.; Maurer, J.; Pinkhaus, O.; Pirow, R.; Seidl, M. & B. Zeis. 2004. Thermal acclimation in the microcrustacean *Daphnia*: a survey of behavioural, physiological and biochemical mechanisms. J. Thermal Biology, 29: 655-662.
- Pörtner, H.O. 2002. Climate variation and physiology basis to temperature dependent biogeography: systemic to molecular hierarchy of thermal tolerance in animals. Comp. Biochem. Physiol. A, 132: 739-761.
- Re, A.D.; Diaz, F.; Sierra, E.; Rodríguez, J. & Perez, E. 2005. Effect of salinity and temperature on thermal tolerance of brown shrimp *Farfantepenaeus aztecus* (Ives) (Crustacea: Penaeidae). J. Thermal Biology, 30: 618-622.
- Renault, D.; Vernon, P. & Vannier, G. 2005. Critical thermal maximum and body water loss in first instar larvae of three Cetoniidae species (Coleoptera). J. Thermal Biology, 30: 611-617.
- Schmalzfuss, H. 2003. World catalogue of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). Stuttgarter Beitrage zur Naturkunde Serie A (Biologie), 654: 1-341.
- Sinclair, B.J. & Roberts, S.P. 2005. Acclimation, shock and hardening in the cold. J. Thermal Biology, 30: 557-562.

Fecha de recepción: 15 de julio del 2007. Fecha de aceptación: 31 de octubre de 2007.