



# Preferencia termal de postlarvas del camarón de río *Cryphiops caementarius* previamente aclimatados a diferentes temperaturas

W. Reyes Avalos<sup>1,\*</sup>, L. Campoverde Vigo<sup>2</sup>, K. Ferrer Chujutalli<sup>3</sup>, J. Sernaqué Jacinto<sup>3</sup>

(1) Laboratorio de Acuicultura Ornamental. Departamento de Biología, Microbiología y Biotecnología. Universidad Nacional del Santa. Avenida Universitaria s/n, Urbanización Bellamar, Nuevo Chimbote 02712, Perú.

(2) Laboratorio de Zoología Acuática. Departamento de Biología, Microbiología y Biotecnología. Universidad Nacional del Santa. Avenida Universitaria s/n, Urbanización Bellamar, Nuevo Chimbote 02712, Perú.

(3) Escuela de Biología en Acuicultura. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote 02712, Perú.

\* Autor de correspondencia: W. Reyes Avalos [wreyes\_avalos@hotmail.com]

> Recibido el 14 de julio de 2019 - Aceptado el 14 de enero de 2020

**Reyes Avalos, W., Campoverde Vigo, L., Ferrer Chujutalli, K., Sernaqué Jacinto, J. 2020. Preferencia termal de postlarvas del camarón de río *Cryphiops caementarius* previamente aclimatados a diferentes temperaturas. *Ecosistemas* 29(1):1802. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1802>**

La temperatura es uno de los principales parámetros ambientales que afecta el crecimiento, reproducción y migración de los animales ectotérmicos. El objetivo de esta investigación fue determinar la preferencia termal de postlarvas del camarón de río *Cryphiops caementarius*, previamente aclimatados a diferentes temperaturas. Las postlarvas se colectaron del río Mala y en laboratorio se aclimataron durante 60 días a 19.4 ± 0.6 °C (control), 22, 24, 26, 28 y 30 °C. El sistema de gradiente termal (10°C a 33 °C) fue una canaleta de PVC (3 m de longitud y 10 cm de profundidad), con 18 compartimentos, y en un extremo se colocaron termorreguladores (100 W) y en el otro, bolsas congeladas de hidrogel. La preferencia termal se determinó con el método agudo y las pruebas se realizaron entre las 08:00 y 14:00 h. Las postlarvas aclimatadas a 19 °C y 22 °C se desplazaron a compartimentos con temperaturas más altas que las de aclimatación. Las postlarvas aclimatadas a 28 °C y 30 °C se desplazaron a compartimentos con temperaturas más bajas que aquellas de aclimatación. Las postlarvas aclimatadas a 24 °C y 26 °C se desplazaron a compartimentos cuya temperatura fue alrededor de aquellas de aclimatación. La temperatura de aclimatación no tuvo efecto significativo (P>0.05) sobre la preferencia termal (23.9 °C a 24.7 °C) de las postlarvas y la preferencia termal final fue de 24.5 °C, la que debe tenerse en cuenta para el cultivo de la especie.

**Palabras clave:** anfídromo; comportamiento; crustáceo; dispersión; ectotermo

**Reyes Avalos, W., Campoverde Vigo, L., Ferrer Chujutalli, K., Sernaqué Jacinto, J. 2020. Thermal preference of postlarvae of the river shrimp *Cryphiops caementarius* previously acclimated to different temperatures. *Ecosistemas* 29(1):1802. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1802>**

Temperature is one of the main environmental parameters that affects growth, reproduction and migration of ectothermic animals. The aim of this research was to determine the thermal preference of the postlarvae of the river shrimp *Cryphiops caementarius*, previously acclimatized to different temperatures. The postlarvae were collected from the Mala River and acclimatized for 60 days in the laboratory at 19.4 ± 0.6 °C (control), 22, 24, 26, 28 and 30 °C. The experimental thermal gradient system (10 °C to 33 °C) consisted of a PVC gutter (3 m long and 10 cm deep), with 18 compartments. Thermoregulators (100 W) or frozen hydrogel bags were placed on opposite ends of the gutter. The thermal preference was determined with the acute method and the tests were carried out between 08:00 and 14:00 h. The postlarvae acclimatized to 19 °C and 22 °C were moved to compartments with higher temperatures than their acclimatization temperature. The postlarvae acclimatized to 28 °C and 30 °C were moved to compartments with lower temperatures than their acclimatization temperature. The postlarvae acclimatized to 24 °C and 26 °C were moved to compartments with similar acclimatization temperature. The acclimatization temperature had no significant effect (P>0.05) on the thermal preference (23.9 °C to 24.7 °C) of the postlarvae and the final thermal preference was 24.5 °C. We propose, that this thermal preference is taken into account for the culturing this species.

**Key words:** amphidromous; behavior; crustacean; dispersal; ectotherm

## Introducción

La temperatura es uno de los principales parámetros ambientales que afecta el metabolismo de los animales ectotérmicos y modifica la distribución geográfica (Ají 2012). El cambio climático tendrá efectos directos sobre los ecosistemas, las poblaciones y principalmente en el crecimiento, reproducción y migración de los individuos (Uribe 2015). Las respuestas individuales termales de peces y crustáceos ayudan a identificar si los cambios de rango reflejan una reacción de comportamiento a condiciones adversas o de procesos a nivel de la población que afectan la supervivencia (Heath et al. 2012).

La preferencia termal se define operativamente como el rango de temperatura en el que ocurre la congregación de los organismos o en el que estos pasan mayor tiempo (Reynolds y Casterlin 1979). La preferencia termal es buen indicador del requerimiento de temperatura ambiental donde los organismos se encuentran fisiológicamente estables (García-Guerrero et al. 2013; Hernández-Sandoval et al. 2018a). Por ejemplo, en el camarón *Macrobrachium tenellum*, la preferencia termal proyectada al entorno natural refleja la capacidad para adaptarse al entorno térmico del nicho, que puede ampliarse o reducirse si la temperatura ambiental supera los límites del área termal (Hernández y Bückle 1997).

La preferencia termal de los crustáceos de climas tropicales es alta como en postlarvas de *Orconectes obscurus* que alcanza los 30 °C (Hall et al. 1978) y en *M. rosenbergii* los 29 °C (Díaz-Herrera et al. 1993). En juveniles de *M. acanthurus*, por otro lado, la preferencia termal fue de 29.5 °C (Díaz et al. 2002) y en *M. tenellum* de 32.25 °C (Rodríguez et al. 2012). En el caso de los crustáceos de climas templados, la preferencia termal es menor como en postlarvas de *Penaeus monodon* que fue de 23.2 °C (Chen y Chen 1999), en juveniles de *Procambarus clarkii* de 23.4 °C (Espina et al. 1993) y en *Cherax quadricarinatus* entre 23 °C y 26 °C (García-Guerrero et al. 2013).

El camarón *Cryphiops caementarius* habita los ríos de la vertiente occidental de los andes de Perú y Chile, pero solo tiene importancia comercial en los ríos de Lima y Arequipa en Perú por su mayor abundancia poblacional (Zacarías y Yépez 2015). En Perú, el límite norte es el río Taymi-Mochumi (06°32'S, Amaya y Guerra 1976), pero se distribuye en todos los ríos del sur donde las temperaturas varían entre 29.2 °C y 16.4 °C (Wasiw y Yépez 2015; Zacarías y Yépez 2015). En Chile, el límite sur es el río Maipo (33°26'S, Jara 1997) cuya temperatura varía entre 24.5 °C y 10 °C (Bahamonde y Vila 1971). En ambos países la temperatura del agua varía de acuerdo con las estaciones del año.

Además, como toda especie anfídroma (Bauer 2013), *C. caementarius* se reproduce en las partes bajas del río cuyas larvas ingresan al mar y después de la metamorfosis, las postlarvas migran río arriba para su crecimiento (Viacava et al. 1978) y solo los ejemplares machos, llegan hasta los 1400 msnm (Amaya y Guerra 1976) donde la temperatura es cercana a 16 °C (Zacarías y Yépez 2015). Luego, debido al incremento del caudal del agua por efecto de las lluvias, los camarones regresan hasta cerca de la desembocadura del río para reproducirse, cuando la temperatura, en verano austral, se encuentra entre 20 °C y 26 °C (Llanos 1980). De acuerdo con Bückle et al. (1996), una especie que vive en un ambiente heterotérmico es fisiológicamente tolerante a los cambios de temperatura, porque adaptan su metabolismo para convertir los alimentos en energía útil para crecimiento y reproducción.

La preferencia termal de *C. caementarius*, de algún estado del desarrollo ontogenético previamente aclimatados a diferentes temperaturas, no ha sido establecido. Sin embargo, de acuerdo con la variación estacional de la temperatura en la amplitud de la distribución latitudinal y altitudinal de *C. caementarius* en los ríos de Perú y Chile (Jara 1997; Wasiw y Yépez 2015; Zacarías y Yépez 2015), la especie debe estar adaptada a los cambios de temperatura, por lo que es esperable que tenga una preferencia termal dentro del rango de 20 °C a 25 °C, pero debe evitar otras temperaturas en un gradiente horizontal de 10 °C y 33 °C. Esta hipótesis se sustenta en la variación de la temperatura del agua dentro de la distribución geográfica de la especie, así como en investigaciones previas con ejemplares adultos, cuyos límites de tolerancia fue de 10 °C a 32 °C durante 5 h sin aclimatación previa (Viacava et al. 1978) mientras que sus larvas toleraron entre 7 °C y 30 °C (Reyes et al. 2014). Por consiguiente, el objetivo fue determinar la preferencia termal de postlarvas del camarón de río *C. caementarius* previamente aclimatados a diferentes temperaturas.

## Material y métodos

### Organismos

Las postlarvas (N= 1000) de *C. caementarius* se colectaron cerca de la desembocadura del río Mala (12°40'24.9"S 76°39'24.9"W) (Lima, Perú). La temperatura del agua fue de 19 °C. El transporte se realizó en bolsas de plástico con agua del mismo río, aireación continua y a una concentración de 200 postlarvas L<sup>-1</sup>. El transporte terrestre duró 12 h y la mortalidad fue del 2 %. En laboratorio, la especie de camarón se reconoció con clave taxonómica (Méndez 1981). Las postlarvas se mantuvieron en acuarios (55 L) durante 15 días, para que se acostumbraran a las condiciones del agua, al alimento balanceado y al cautiverio. La limpieza de los acuarios se realizó cada dos días.

### Aclimatación termal

Para la aclimatación termal, se seleccionaron 540 postlarvas (12.50 ± 0.24 mm de longitud total) con apéndices cefalotorácicos completos y sin signos de laceraciones en el cuerpo. La longitud total (desde la escotadura post orbital hasta el extremo posterior del telson) de cada postlarva se midió con vernier digital Struper (± 0.01 mm). Las postlarvas fueron aclimatadas en 12 acuarios (0.30 x 0.20 x 0.20 m) a 500 postlarvas m<sup>-2</sup> (Cano et al. 2014). Las temperaturas de aclimatación se seleccionaron de acuerdo con la temperatura del agua de los ríos de Perú donde abunda *C. caementarius* (Zacarías y Yépez 2015) y fueron de 19.4 ± 0.6 °C (control), 22, 24, 26, 28 y 30 °C. La temperatura del agua deseada en cada acuario se mantuvo con termostatos sumergibles de 100 W (Sebo®, ± 0.5 °C), excepto en el control que tuvo variación ambiental.

Las postlarvas se aclimataron durante 60 días para borrar cualquier efecto de origen geográfico e igualar su historia termal (Nielsen y McGraw 2016). El fotoperiodo fue natural (agosto y septiembre 2018) con un total de 11:30 horas de luz. Las postlarvas se alimentaron (08:00 y 19:00 h) con balanceado (28% de proteína bruta) preparado según la formulación de Reyes (2016) y el nivel de alimentación fue del 10% del peso húmedo. Durante las 24 h previas a cada experimento no se proporcionó alimento.

El alimento no consumido y los desechos sólidos de excreción de las postlarvas se extrajeron con sifón. La renovación del 20% del agua de cada acuario se realizó tres veces por semana. La temperatura del agua se registró con termómetro digital (± 0.1 °C), el oxígeno del agua con Oxímetro digital Sension 8 (7.45 ± 1.22 mg L<sup>-1</sup>) y el pH con pH-metro digital (7.21 ± 0.11 unidades). El amonio total (0.02 ± 0.01 mg L<sup>-1</sup>) y los nitritos (0.03 ± 0.01 mg L<sup>-1</sup>) se determinaron con Test colorimétrico Nutrafin (± 0.05 mg L<sup>-1</sup>).

### Sistema de gradiente termal

El sistema de gradiente horizontal termal fue similar al empleado por García-Guerrero et al. (2013), el cual consistió en un tubo PVC (3 m de longitud y 20 cm de diámetro) cortado longitudinalmente por la mitad para formar una canaleta. Dentro de la canaleta se formaron 18 compartimentos, divididos con láminas de poliestireno expandido que tuvieron una abertura central e inferior (5 cm de ancho x 4 cm de altura) para el paso de agua y el libre desplazamiento de las postlarvas. Cada compartimento fue de 20 cm de longitud y se numeró para mejor control de la temperatura. Para lograr el gradiente termal (10 °C a 33 °C), la canaleta se llenó con agua (8 cm de altura) y en uno de los extremos se colocaron termostatos sumergibles de 100 W (Sebo®) para mantener la temperatura a 33 °C. En el otro extremo de la canaleta se colocaron bolsas congeladas de hidrogel para mantener la temperatura a 10 °C. Cada compartimento contó con un difusor de aire (0.5 L min<sup>-1</sup>) para evitar estratificación térmica en la columna de agua. El sistema de gradiente termal se probó previamente (Fig. 1) y quedó operativo cuando la temperatura del agua de cada compartimento tuvo variaciones mínimas (± 0.2 °C).

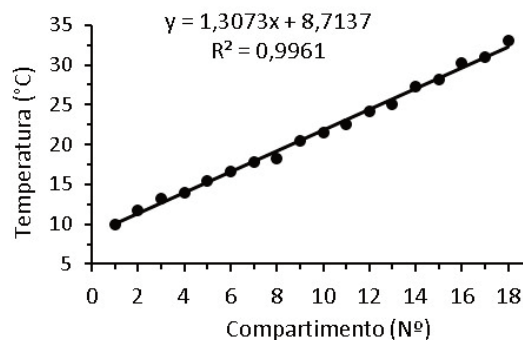


Figura 1. Temperatura del agua de cada compartimento de la canaleta del sistema de gradiente horizontal termal.

Figure 1. Water temperature of each compartment in the horizontal thermal gradient system gutter.

## Preferencia termal

La preferencia termal se determinó con el método agudo descrito por Reynolds y Casterlin (1979), el cual consistió en introducir cinco postlarvas en el compartimento cuya temperatura del agua estuvo más cercana a la de aclimatación. Luego, se esperó 30 min para que los organismos se orientasen en el sistema. La primera observación se realizó después de 10 min del período de orientación y las siguientes cada 10 min hasta completar 15 observaciones. Al inicio de cada prueba se registró el oxígeno disuelto ( $7.25 \pm 1.25 \text{ mg L}^{-1}$ ) y se verificó la temperatura de los compartimentos. Excepto durante el momento del registro, no hubo acercamiento al sistema para no perturbar a las postlarvas. En cada período de observación se anotó la temperatura del compartimento que ocuparon las postlarvas. Las pruebas se realizaron entre las 08:00 y las 14:00 horas.

El desplazamiento que tuvieron las postlarvas a lo largo del gradiente termal se graficó en función del tiempo. La preferencia termal final se determinó con el método gráfico (Reynolds y Casterlin 1979) y con el método de regresión (Mathur y Schutsky 1982). La zona óptima termal se estimó mediante el intervalo de confianza al 95% de cada temperatura preferida según Cumillaf et al. (2016). La zona de dispersión termal de las postlarvas se estableció por la desviación estándar de la media de cada temperatura preferida.

## Análisis de datos

Los datos se procesaron con el programa Excel, se analizaron con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y todos cumplieron con el supuesto de normalidad. Las diferencias entre las medias de los tratamientos se determinaron por análisis de varianza de una vía y con la prueba de Duncan. En todos los casos la significancia fue del 5%. Los análisis estadísticos se efectuaron con el Software SPSS versión 23 para Windows.

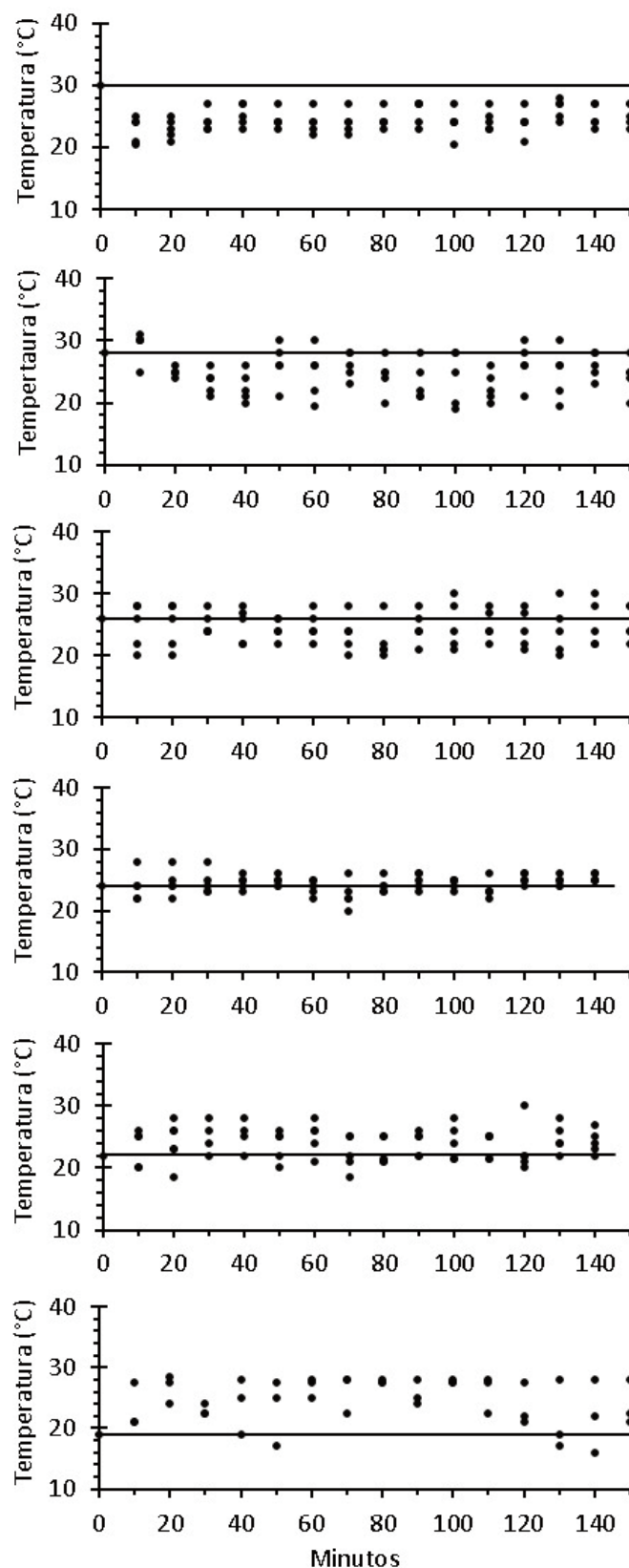
## Resultados

Las postlarvas de *C. caementarius* aclimatadas a 19 °C y 22 °C se desplazaron a compartimentos con temperaturas más altas; sin embargo, algunas llegaron a compartimentos donde la temperatura fue de 16 °C y otras hasta 30 °C, pero permanecieron allí por un corto período. Las postlarvas aclimatadas a 24 °C y 26 °C se desplazaron a compartimentos con temperaturas similares a las de su aclimatación, aunque, algunas permanecieron, por un corto período, en compartimentos a 20 °C y 30 °C. En cambio, las postlarvas aclimatadas a 28 °C y 30 °C se desplazaron a compartimentos donde las temperaturas fueron más bajas que las de su aclimatación, aunque algunas permanecieron, por un corto período, en compartimentos con 19 °C y otras a 31 °C (Fig. 2; Tabla 1).

**Tabla 1.** Preferencia termal (Media  $\pm$  desviación estándar) y temperaturas mínima y máxima de desplazamiento de postlarvas del camarón de río *C. caementarius* previamente aclimatados a diferentes temperaturas.

**Table 1.** Thermal preference (Mean  $\pm$  standard deviation) and minimum and maximum temperatures of postlarvae displacement of river shrimp *C. caementarius* previously acclimated to different temperatures.

Temperatura de aclimatación (°C)	Temperatura mínima (°C)	Preferencia termal (°C)	Temperatura máxima (°C)
19	16.0	24.7 $\pm$ 3.6	29.0
22	18.5	23.9 $\pm$ 2.6	30.0
24	20.0	24.2 $\pm$ 1.7	28.0
26	20.0	24.4 $\pm$ 1.6	30.0
28	19.5	24.9 $\pm$ 3.1	31.0
30	20.5	24.2 $\pm$ 1.8	28.0



**Figura 2.** Desplazamiento de postlarvas del camarón de río *C. caementarius* en el sistema de gradiente horizontal termal durante 150 min. La línea horizontal indica las temperaturas de aclimatación.

**Figure 2.** River shrimp *C. caementarius* postlarvae movement in the thermal horizontal gradient system during 150 min. The horizontal line indicates each acclimatization temperature.



La temperatura de aclimatación (19 °C a 30 °C) no tuvo efecto significativo ( $F=1.05$ ,  $P>0.05$ ) sobre la preferencia termal (23.9 °C a 24.7 °C) de las postlarvas de *C. caementarius*, pero hubo aquellas que prefirieron dispersarse entre 21 °C y 28 °C. La zona óptima termal estuvo entre 23.2 °C y 25.8 °C, y la zona de dispersión termal entre 20.9 °C y 28.3 °C. La preferencia termal final fue de 24.5 °C tanto por el método gráfico como por el método de regresión. La regresión lineal entre temperatura preferida (TP) y temperatura de aclimatación (TA), fue  $TP = -0.0084 TA + 24.558$  ( $R^2 = 0.0125$ ) (Fig. 3).

## Discusión

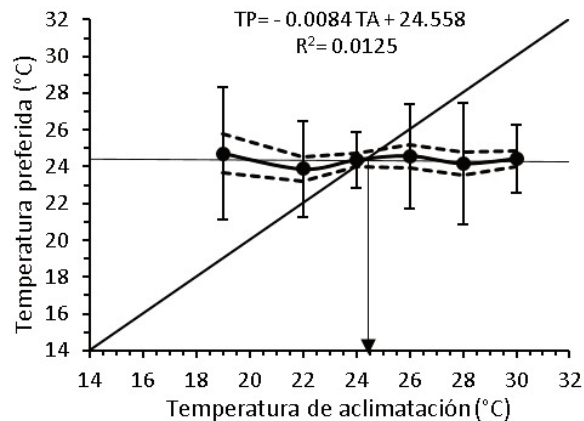
Las postlarvas de *C. caementarius* se desplazaron hacia temperaturas mayores o menores con respecto a su temperatura de aclimatación, lo que fue evidencia de que ellas son termotácticas al buscar ambientes térmicos favorables para crecimiento y desarrollo. Similar comportamiento en relación con la temperatura de aclimatación se observó en *M. acanthochirus* (Hernández-Díaz et al. 2003), *Hemigrapsus nudus* (McGraw 2003), *C. quadricarinatus* (García-Guerrero et al. 2013), *Cancer borealis* (Lewis y Ayers 2014) y *C. antennarius* (Padilla-Ramírez et al. 2015).

Además, la dispersión durante el desplazamiento de las postlarvas de *C. caementarius* en el sistema de gradiente termal, mostró que evitan temperaturas demasiado bajas (<16 °C) o altas (>31 °C). Este comportamiento es probablemente una respuesta al estrés térmico que se resume como adaptar, mover o morir (Narum et al. 2013) y que se ha reportado en diferentes crustáceos (Lewis y Ayers 2014; McGraw 2003). Los animales ectotérmicos regulan su temperatura corporal mediante comportamientos de termorregulación (Nelson y Hooper 1982; Padilla-Ramírez et al. 2015). En los cangrejos machos *Uca panacea* y *U. pugilator* el quelípodo mayor está involucrado en la termorregulación (Darnell y Munguia 2011; Windsor et al. 2005). Asimismo, el desplazamiento de las postlarvas de *C. caementarius* sería consecuencia de la historia termal de la especie, dentro de la distribución latitudinal (06°32'S y 33°26'S) y altitudinal hasta los 1400 msnm (Amaya y Guerra 1976; Jara 1997) donde hay variabilidad termal estacional.

La preferencia termal (23.9 °C a 24.7 °C) de las postlarvas de *C. caementarius* no cambió con la temperatura de aclimatación (19 °C y 30 °C), lo que constituye el primer registro indicativo de que esta especie está adaptada para soportar fluctuaciones de temperatura. Similares resultados se obtuvieron en *P. clarkii* (Bückle et al. 1996; Espina et al. 1993), *C. quadricarinatus* (García-Guerrero et al. 2013), *M. tenellum* (Hernández-Sandoval et al. 2018a) y *M. occidentale* (Hernández-Sandoval et al. 2018b). Esta respuesta de la preferencia termal, independiente de la temperatura de aclimatación, explicaría la amplia distribución geográfica de *C. caementarius* desde los ríos de la costa norte de Perú (Amaya y Guerra 1976) hasta los ríos de la costa central de Chile (Jara 1997).

Si bien la preferencia termal de las postlarvas de *C. caementarius* fue estrecha (23.9 °C a 24.7 °C); sin embargo, algunas prefirieron dispersarse entre 21 °C y 28 °C. De acuerdo con Kari et al. (2006), los crustáceos se distribuyen equitativamente en el gradiente termal alrededor de la temperatura preferida. Además, estos resultados de preferencia termal están dentro de la variación de la temperatura del agua de los principales ríos de Perú donde hay mayor densidad poblacional de la especie. Por ejemplo, la temperatura del agua del río Ocoña varía de 19.3 °C a 23.7 °C, en el río Majes-Camaná de 17.4 °C a 25.8 °C y en el río Tambo entre 22 °C a 29.2 °C (Zacarias y Yépez 2015).

La zona óptima termal para postlarvas de *C. caementarius* fue estrecha (23.2 °C a 25.8 °C), similar a lo obtenido en *C. quadricarinatus* que fue entre 23 °C y 26 °C (García-Guerrero et al. 2013). Los valores y la utilidad de dicha zona termal deberán confirmarse con otros estudios, donde se evalúe el crecimiento, la muda (Díaz-Herrera et al. 1993; Rodríguez et al. 2012), el metabolismo respiratorio y los metabolitos de la hemolinfa (Cumillaf et al. 2016; Rodríguez-Fuentes et al. 2017), entre otros.



**Figura 3.** Preferencia termal de postlarvas del camarón de río *C. caementarius* previamente aclimatados a diferentes temperaturas. Los círculos negros representan las medias, las líneas verticales la desviación estándar y las líneas punteadas el intervalo de confianza al 95% de la media. La línea de 45° representa la línea de igualdad de temperaturas. La flecha vertical indica la preferencia termal final. TP es la temperatura preferida y TA es la temperatura de aclimatación.

**Figure 3.** Thermal preference of the river shrimp *C. caementarius* postlarvae previously acclimated at different temperatures. Black circles represent the means, the vertical lines the standard deviation and the dotted lines the confidence interval at 95% of the mean. The 45° line represents the line of temperature equality. The vertical line indicates the final thermal preference. TP is the preferred temperature and TA is the acclimatization temperature.

La preferencia termal final de postlarvas de *C. caementarius* fue de 24.5 °C y este es el primer registro termal que se tiene para la especie, la cual es similar a lo informado para crustáceos de climas templados, como en juveniles, preadultos y adultos de *P. clarkii* cuya preferencia termal final fue de 23.4 °C (Bückle et al. 1996; Espina et al. 1993), en postlarvas de *P. monodon* fue de 23.2 °C (Chen y Chen 1999) y los juveniles de *C. quadricarinatus* prefieren entre 23 °C y 26 °C (García-Guerrero et al. 2013).

En organismos acuáticos, la preferencia termal refleja la óptima termal para ciertos procesos biológicos (Giattina y Garton 1982) donde se experimenta la actividad metabólica máxima que favorece el crecimiento (Rodríguez-Fuentes et al. 2017). Por ejemplo, en *M. acanthurus* estos parámetros termales coinciden con el crecimiento óptimo y son de utilidad para seleccionar ambientes de cultivo (Díaz et al. 2002). Aunque, en especies de *Orconectes*, *Cherax* y *Procambarus*, la temperatura óptima para crecimiento es más alta que la temperatura de preferencia (Westhoff y Rosenberger 2016). En este sentido, la preferencia termal final (24.5 °C) y la zona óptima termal (23.2 °C a 25.8 °C) calculada para postlarvas de *C. caementarius*, deberán tenerse en cuenta para futuros trabajos de crecimiento, para evitar así su estrés termal en el cultivo. Además, la preferencia termal final (24.5 °C) de *C. caementarius* servirá de referencia para futuras investigaciones sobre posibles efectos del cambio climático global en esta especie, como lo sucedido en juveniles de *M. tenellum* que incrementó su preferencia termal 4.25 °C en los últimos 16 años (Rodríguez et al. 2012).

## Conclusiones

La temperatura de aclimatación (19 °C a 30 °C) de las postlarvas del camarón de río *C. caementarius* no tuvo efecto significativo ( $P>0.05$ ) sobre su preferencia termal, la cual varió entre 23.9 °C y 24.7 °C y su preferencia termal final fue de 24.5 °C.

## Agradecimientos

A la Bióloga en Acuicultura Carmen Yzásiga Barrera y al estudiante de Biología en Acuicultura Abraham Reyes Blas, por el apoyo en el transporte y selección de postlarvas de camarón. Al Sr. David Pérez Casas por la extracción de postlarvas de camarón en el río Mala.

## Referencias

- Ají, L.P. 2012. Metabolic rate of *Cherax quadricarinatus*. *Journal Penelitan Sains* 15: 31-34.
- Amaya, J., Guerra, A. 1976. *Especies de camarones de los ríos norteños del Perú y su distribución*. Convenio Ministerio de Pesquería, Informe n° 24. Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica, Ministerio de Pesquería. Universidad Nacional de Trujillo. Lima, Perú. 58 pp.
- Bahamonde, N., Vila, I. 1971. Sinopsis sobre la biología del camarón de río del norte. *Biología Pesquera* 5: 3-60.
- Bauer, R.T. 2013. Amphidromy in shrimp: a life cycle between rivers and the sea. *Latin American Journal Aquatic Research* 4: 633-650, <https://doi.org/103856/vol41-issue4-fulltext-2>
- Bückle, F., Díaz, F., Espina, S. 1996. Thermoregulatory behavior applied to the culture of *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae). *Revista de Biología Tropical* 44(1): 123-126.
- Cano, F., Carrión, S., Reyes, W. 2014. Efecto de altas densidades de siembra en el crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) en agua salobre. *Revista Citecsa* 5(8): 62-78.
- Chen, H.Y., Chen, Y. LL. 1999. Temperature preferendum of postlarval black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Marine and Freshwater Research* 50: 67-70.
- Cumillaf, J.P., Blanc, J., Paschke, K., Gebauer, P., Díaz, F., Re, D., et al. 2016. Thermal biology of the sub-polar-temperate estuarine crab *Hemigrapsus crenulatus* (Crustacea: Decapoda: Varunidae). *Biology Open* 5: 220-228, <https://doi.org/1242/bio.013516>
- Darnell, M.Z., Munguia, P. 2011. Thermoregulation as an alternative function of the sexually dimorphic fiddler crab claw. *The American naturalist* 177: 419-428, doi:10.1086/661239.
- Díaz, F., Sierra, E., Re, A.D., Rodríguez, L. 2002. Behavioural thermoregulation and critical thermal limits of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman). *Journal of Thermal Biology* 27: 423-428.
- Díaz-Herrera, F., Gutiérrez-Morales, P., Garrido-Mora, A. 1993. Temperatura preferida y óptima para el crecimiento de postlarvas y juveniles de *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Palaemonidae). *Revista de Biología Tropical* 41(1): 153-155.
- Espina, S., Díaz, F., Bückle, F. 1993. Preferred and avoided temperatures in the crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda, Cambaridae). *Journal of Thermal Biology* 18(1): 35-39.
- García-Guerrero, M., Hernández-Sandoval, P., Orduña-Rojas, J., Cartés-Jacinto, E. 2013. Effect of temperature on weight increase, survival, and thermal preference of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Hidrobiológica* 23(1): 73-81.
- Giattina, J.D., Garton, R.R. 1982. Graphical model of thermoregulatory behavior by fishes with a new measure of eurythermality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39: 524-528.
- Hall, L.W., Cincotta, D.A., Stauffer, J.R., Hocutt, C.H. 1978. Temperature preference of the crayfish *Orconectes obscurus*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 7: 379-383.
- Heath, M.R., Neat, F.C., Pinnegar, J.K., Reid, D.G., Sims, D.W., Wright, P.J. 2012. Review of climate change impacts on marine fish and shellfish around the UK and Ireland. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 22(3): 337-367, <https://doi.org/10.1002/aqc.2244>
- Hernández, M., Bückle, F. 1997. Thermal preference area for *Macrobrachium tenellum* in the context of global climatic change. *Journal of Thermal Biology* 22(4/5): 309-313.
- Hernández-Díaz, A., Buckle, F., Espina, S. 2003. Preferred and avoided temperatures of the prawn *Macrobrachium acanthochirus* (Crustacea, Palaemonidae). *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 37(2): 103-117.
- Hernández-Sandoval, P., Díaz, F., Re-Araujo, A.D., López-Sánchez, A., Martínez-Valenzuela, M.C., García-Guerrero, M. et al. 2018a. Thermal preference, critical thermal limits, oxygen routine consumption and active metabolic scope of *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) maintained at different acclimation temperatures. *Latin American Journal Aquatic Research* 46(3): 558-569, <https://doi.org/10.3856/vol46-issue3-fulltext-9>
- Hernández-Sandoval, P., Díaz-Herrera, F., Díaz-Gaxiola, J.M., Martínez-Valenzuela, C., García-Guerrero, M. 2018b. Effect of temperature on growth, survival, thermal behavior, and critical thermal maximum in the juveniles of *Macrobrachium occidentale* (Holthuis, 1950) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) from Mexico. *Journal of Crustacean Biology* 38(4): 483-488, <https://doi.org/10.1093/jcobiol/ruy024>
- Jara, C.G. 1997. Antecedentes sobre el desarrollo de la carcinología en Chile. *Investigaciones Marinas* 25: 245-254.
- Kari, Y., Lagerspetz, H., Vainio, L.A. 2006. Thermal behaviour of crustaceans. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 81: 237-258.
- Lewis, L., Ayers, J. 2014. Temperature preference and acclimation in the Jonah crab *Cancer borealis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 455: 7-13, <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.02.013>
- Llanos, J.A. 1980. *Aspectos ambientales de algunos ríos camarones del Perú*. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional del Trujillo, Trujillo, Perú.
- Mathur, D., Schutsky, R.M. 1982. Temperature preference and avoidance responses of the crayfish, *Orconectes obscurus*, and associated statistical problem. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39: 548-553.
- McGraw, I.J. 2003. Behavioral thermoregulation in *Hemigrapsus nudus*, the amphibious purple shore crab. *Biology Bulletin* 204: 38-49
- Méndez, M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú* 5: 1-170.
- Narum, S.R., Campbell, N.R., Meyer, K.A., Miller, M.R., Hardy, R.W. 2013. Thermal adaptation and acclimation of ectotherms from differing aquatic climates. *Molecular Biology* 22(11): 3090-3097, <https://doi.org/10.1111/mec.12240>
- Nelson, D.H., Hooper, D.K. 1982. Thermal tolerance and preference of the freshwater shrimp *Palaemonetes kadiakensiv*. *Journal of thermal Biology* 1: 183-187.
- Nielsen, T.V., McGraw, I.J. 2016. Behavioral thermoregulation and trade-offs in juvenile lobster *Homarus americanus*. *Biological Bulletin* 230: 35-50.
- Padilla-Ramírez, S., Díaz, F., Re, A.D. 2015. The effects of thermal acclimation on the behavior, thermal tolerance, and respiratory metabolism in a crab inhabiting a wide range of thermal habitats (*Cancer antennarius* Stimpson, 1856, the red shore crab). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 48(2): 89-101, <https://doi.org/10.1080/10236244.2015.1019212>
- Reyes, W., Luján, H., Moreno, L. 2014. Efecto del shock térmico en la vitalidad de larvas de *Cryphiops caementarius* (Decapoda, Palaemonidae). *The Biologist* 12(2): 223-235.
- Reyes, W. 2016. Efecto del recipiente de cultivo sobre la supervivencia y el crecimiento de machos de *Cryphiops caementarius* en sistemas individualizados. *Revista Bio Ciencias* 3(4): 311-325, <https://doi.org/10.15741/revbio.03.04.06>
- Reynolds, W.W., Casterlin, M.E. 1979. Behavioral thermoregulation and the "final preferendum" paradigm. *Integrative and Comparative Biology* 19(1): 211-224.
- Rodríguez, R., Lazareno, M., Espinoza, L.D., Basto, M.E.R., Vega, F. 2012. Temperatura óptima y preferencia térmica del camarón de río *Macrobrachium tenellum* en la costa tropical del Pacífico Mexicano. *Boletín do Instituto de Pesca, São Paulo* 38(2): 121-130.
- Rodríguez-Fuentes, G., Murúa-Castillo, M., Díaz, F., Rosas, C., Caamal-Monsreal C., Sánchez, A., et al. 2017. Ecophysiological biomarkers defining the thermal biology of the Caribbean lobster *Panulirus argus*. *Ecological Indicators* 78: 192-204, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.011>
- Uribe, E. 2015. *El cambio climático y sus efectos en América Latina*. CEPAL - Unión Europea. 84 pp. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295\\_en.pdf;jsessionid=08ECCE6F0833C1603794A8A53E4FA049?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf;jsessionid=08ECCE6F0833C1603794A8A53E4FA049?sequence=1)
- Viacava, M., Aitken, A., Llanos, J. 1978. Estudio del camarón de río en el Perú. 1975-1976. *Boletín Instituto del Mar del Perú* 3(35): 161-232.
- Wasiw, J., Yépez, V. 2015. Evaluación poblacional del camarón *Cryphiops caementarius* en ríos de la costa sur del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 26(2): 166-181, <https://doi.org/10.15381/rirep.v26i2.11103>
- Westhoff, J.T., Rosenberger, A.E. 2016. A global review of freshwater crayfish temperature tolerance, preference, and optimal growth. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 26(3): 329-349, <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9430-5>
- Windsor, A., Growe, M., Bishop, J. 2005. Determination of temperature preference and the role of the enlarged cheliped in thermoregulation in male sand fiddler crabs *Uca pugilator*. *Journal of Thermal Biology* 30: 37-41.
- Zacarias, S., Yépez, V. 2015. Camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en la costa centro-sur del Perú. *Informe Instituto del Mar del Perú* 42(3): 398-415.