

Eclosión de quistes en dos especies de *Dendrocephalus* (Anostraca: Thamnocephalidae) de uso potencial como alimento en acuicultura

José Vicente García¹, Solcireet Marcano² y Guido Pereira¹

¹Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Aptdo. 47058, Caracas 1041-A, Venezuela; jvgarcia@strix.ciens.ucv.ve, gpereira@strix.ciens.ucv.ve.

²Postgrado en Zoología, Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Aptdo. 47058, Caracas 1041-A, Venezuela.

Recibido 29-VI-2000. Corregido 3-VII-2000. Aceptado 6-VIII-2000.

Abstract: The use of *Artemia salina* nauplii as live food has significantly aided culture of commercial fish and shrimps in recent years. However, reported deficiencies in the nutritional value of some strains originated the study of freshwater fairy shrimps as an alternative to *Artemia*. This study presents cyst biometry for *Dendrocephalus geayi* and *D. spartaenovae* (Anostraca: Thamnocephalidae), and the effects of some physicochemical variables on cyst hatching. The biometric characteristics of *D. geayi* and *D. spartaenovae* are within the size range of commercial *Artemia* strains. Favorable conditions to hatch *D. geayi* are 30°C and conductivity near that of distilled water (<5 µmhos). For *D. spartaenovae*, these conditions are 28°C and 280 µmhos. A very low salinity such as 1 ‰ inhibits hatching in both species.

Keywords: Crustacea, Anostraca, *Dendrocephalus*, hatching, physicochemical variables.

Las técnicas de cultivo de peces y camarones comerciales han progresado debido al uso de muchas especies como alimento vivo. De todas estas especies, la más utilizada ha sido *Artemia salina* Leach 1819 (Crustacea, Anostraca, Artemidae) (Sorgeloos 1980), de tal forma que aproximadamente 20 especies de crustáceos y 10 especies de peces requieren el uso de nauplios de *Artemia* en estadios tempranos del desarrollo (Watanabe 1988). Sin embargo, actualmente se han encontrado deficiencias en el valor nutritivo de los nauplios de *Artemia*, principalmente en la composición de ácidos grasos de cadena larga (Fujita *et al.* 1980). Se ha encontrado que algunas especies de anostráceos de agua dulce como: *Thamnocephalus platyurus*, *Chirocephalus diaphanus* y

Streptocephalus proboscideus, entre otras, superan la cantidad de ácidos grasos presentes en la mayoría de las cepas de *Artemia* (Mura 1995). Además de esto, se ha comenzado a evaluar estas especies en cuanto su posible utilidad como una alternativa a la *Artemia* en la alimentación de especies comerciales; principalmente en cuanto a tamaño de los nauplios y quistes. Este trabajo presenta resultados sobre la biometría de quistes y nauplios para dos especies de anostráceos venezolanos de agua dulce, *Dendrocephalus geayi* Daday 1908 y *D. spartaenovae* Margalef 1961 (Anostraca, Thamnocephalidae), para evaluar su posibilidad de uso en acuicultura. Además, se evalúan algunas variables físicoquímicas, como la temperatura, la salinidad y la con-

ductividad, sobre la eclosión de los quistes de estas especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de los quistes: Hembras adultas de *D. geayi* fueron recolectadas cerca de Dos Caminos, Estado Guárico, Venezuela (9° 30' 40" N, 7° 30' 40" W). Las hembras de la especie *D. spartaenovae* se recolectaron cerca de Barquisimeto, Edo. Lara, Venezuela (10° 00' 12" N, 69° 40' 17" W). La recolección se realizó con una red de mano de 1 mm de abertura de malla. Las hembras fueron colocadas en acuarios de 50 litros y alimentadas con un concentrado de *Selenastrum capricornutum* (Chlorophyceae), cultivada en el laboratorio siguiendo los métodos de Wayne-Nichols (1985), y alimento microparticulado (Tetra®) para alevines de peces. Cada tres días los quistes eran recolectados del fondo de cada acuario y filtrados en un tamiz de 500 µm. Los quistes limpios se retenían en un tamiz de 130 µm para ser incubados por tres semanas en 200 ml de agua de acuario. Después de la incubación los quistes eran lavados con agua destilada y secados en papel de filtro en una estufa a 26°C durante dos semanas.

Biometría de quistes y nauplios: las variables cuantificadas son: diámetro de quistes no decapsulados y decapsulados, grosor del corión y talla del nauplio. Se siguió los métodos señalados en Vanhaecke y Sorgeloos (1980) y Mura (1995). Para la decapsulación se siguió el método sugerido por Bulkowski y Meade (1986). Estas variables se obtuvieron utilizando un micrómetro ocular y un microscopio estereoscópico. Fueron medidos 500 quistes y nauplios de *D. geayi*, 400 quistes y 200 nauplios de *D. spartaenovae*. Estas medidas fueron analizadas mediante una prueba de correlación múltiple de Pearson (Sokal y Rolf 1969).

Efecto de la salinidad sobre la eclosión: para cada una de las especies, se utilizaron seis grupos de 100 quistes en 20 ml de medio, iluminación constante (800 Lux) y temperatu-

ra de 25 ± 1 °C. Las salinidades evaluadas fueron: 1, 2.5, 5 y 10 ‰, preparadas a partir de agua de mar disuelta con agua destilada. El control consistió de agua destilada. El tiempo de ensayo fue 96 horas; luego de lo cual se contaron los nauplios. Los datos transformados a porcentaje de eclosión fueron analizados en una prueba de ANOVA de una vía (Sokal y Rolf 1969).

Efecto de la temperatura y la conductividad sobre la eclosión: para cada especie, se utilizaron tres grupos de 50 quistes en 20 ml de medio para cada conductividad y cada temperatura en una matriz de 3³, para un total de 27 grupos. Todas las series permanecieron bajo iluminación constante de 800 Lux, con un recambio diario de 20 % del medio. Las temperaturas probadas fueron: 28, 30 y 32 °C; mientras que las conductividades fueron: agua destilada (< 5 µmhos), agua dulce sintética de dureza moderada (280 µmhos) y agua dulce sintética dura (650-690 µmhos). Estas aguas sintéticas fueron preparadas siguiendo el método de Peltier y Weber (1985). El tiempo de ensayo fue 96 horas; luego de lo cual se contaron los nauplios. Los datos transformados a porcentaje de eclosión fueron analizados en una prueba de ANOVA de dos vías (Sokal y Rolf 1969).

RESULTADOS

Los resultados del análisis biométrico se muestran en el Cuadro 1. El análisis de correlación múltiple de Pearson muestra correlaciones altamente significativas para todas las medidas en *D. spartaenovae* (Cuadro 2). Sin embargo, en *D. geayi*, el quiste no decapsulado no guarda relación con el tamaño del nauplio.

En la evaluación de los efectos de las variables fisicoquímicas sobre la eclosión se tiene que en el caso de la salinidad, sólo se observó eclosión en agua destilada (0 ‰) con porcentajes de eclosión de 28.28 % para *D. geayi* y 32.66 % para *D. spartaenovae*. La evaluación de la temperatura y la conductividad mostró diferencias significativas entre las

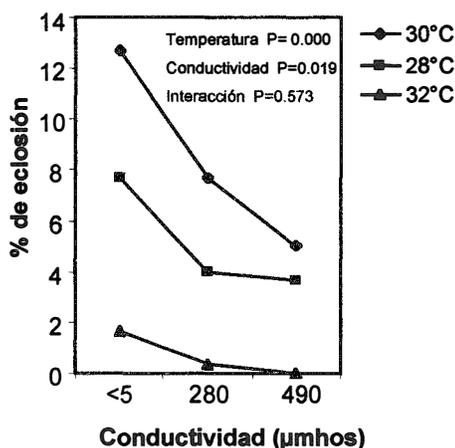


Fig. 1. Porcentajes de eclosión obtenidos en la evaluación combinada de la temperatura y la conductividad en *D. geayi*.

Fig. 1. Percentages of hatching obtained in the combined evaluation of temperature and conductivity for *D. geayi*.

CUADRO 1

Características biométricas de los quistes y nauplios de *D. geayi* y *D. spartaenovae*.

TABLE 1

Biometric characteristics for cysts and nauplii of *D. geayi* and *D. spartaenovae*.

Medidas	<i>D. geayi</i>	<i>D. spartaenovae</i>
Diámetro del quiste no decapsulado (µm)		
Promedio	271	211
(intervalo)	(160-346)	(176-240)
n	500	400
Diámetro del quiste decapsulado (µm)		
Promedio	191	157
(intervalo)	(144-224)	(128-240)
n	500	400
Grosor del corión (µm)		
Promedio	40	60
(intervalo)	(20-150)	(48-112)
n	500	400
Talla del nauplio (µm)		
Promedio	407	310
(intervalo)	(200-600)	(272-384)
n	500	200

temperaturas evaluadas ($p = 0.000$) y entre la conductividad del agua destilada y las otras conductividades evaluadas ($p = 0.019$); pero no mostró interacción significativa ($p = 0.573$) en el caso de *D. geayi* (Fig. 1). Para la especie *D. spartaenovae*, el análisis arrojó

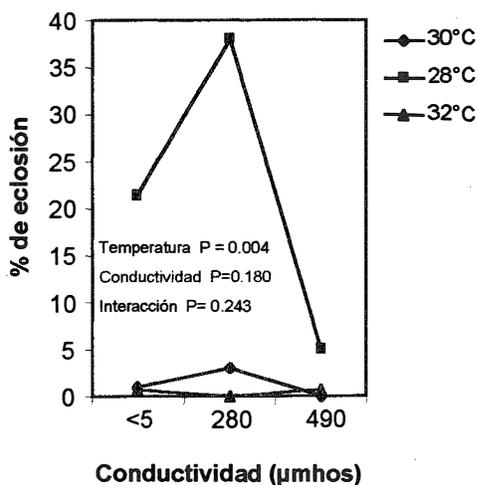


Fig. 2. Porcentajes de eclosión obtenidos en la evaluación combinada de la temperatura y la conductividad en *D. spartaenovae*.

Fig. 2. Percentages of hatching obtained in the combined evaluation of temperature and conductivity for *D. spartaenovae*.

CUADRO 2

Correlaciones entre características biométricas de quistes y nauplios de *D. geayi* y *D. spartaenovae*. Correlación r (nivel de significancia).

TABLE 2

Correlations between biometric characteristics for cysts and nauplii of *D. geayi* and *D. spartaenovae*. r Correlation (significance level).

	<i>D. geayi</i>	<i>D. spartaenovae</i>
Quiste no decapsulado - quiste decapsulado	-	0.65 (0.000)
Quiste no decapsulado - grosor del corión	0.95 (0.000)	0.89 (0.000)
Quiste no decapsulado - talla del nauplio	0.82 (0.000)	0.89 (0.000)
Quiste decapsulado - grosor del corión	-	0.92 (0.000)
Quiste decapsulado - talla del nauplio	0.46 (0.434)	0.78 (0.000)
Grosor del corión - talla del nauplio	0.83 (0.000)	0.91 (0.000)

diferencias significativas entre 28 °C y las demás temperaturas ($p = 0.004$), pero no mostró diferencias entre las conductividades evaluadas ($p = 0.180$; Fig. 2).

CUADRO 3

Resumen de las características biométricas de los quistes y nauplios de varias especies de anostráceos.

TABLE 3

Summary of biometric characteristics of cysts and nauplii of several anostracan species.

Especies	Quiste no decapsulado (μm) (intervalo)	Quiste decapsulado (μm) (intervalo)	Grosor del corión (μm) (intervalo)	Talla del nauplio (μm) (intervalo)	Referencias
<i>Artemia salina</i>	244 (225-260)	228 (210-243)	8.31 (7-11)	461 (429-517)	Vanhaecke & Sorgeloos (1980)
<i>Thamnocephalus platyurus</i>	278 (208-320)	240 (176-288)	19 (16-56)	436 (352-512)	Mura (1995)
<i>Dendrocephalus geayi</i>	271 (160-346)	191 (144-224)	40 (29-150)	407 (200-600)	Presente trabajo
<i>D. spartaenovae</i>	211 (176-240)	157 (128-240)	60 (48-112)	310 (272-384)	Presente trabajo
Otros anostráceos	287 (247- 430)	242 (197-355)	23 (8-36)	427 (342-484)	Mura (1992)

DISCUSIÓN

La evaluación de las características biométricas de las dos especies de *Dendrocephalus* de Venezuela muestran que el diámetro de los quistes no decapsulados, decapsulados y el tamaño del nauplio se encuentran entre el intervalo de las cepas comerciales de *Artemia*, *Thamnocephalus platyurus* y otros anostráceos (Cuadro 3). Sin embargo, los quistes decapsulados son más pequeños en *Dendrocephalus* que en *Artemia* o *Thamnocephalus*. En las especies de *Dendrocephalus* se observaron correlaciones altamente significativas entre los quistes no decapsulados, el tamaño del nauplio y el grosor del corión, indicando que los quistes grandes eclosionan en nauplios grandes; mientras que los quistes de pequeño tamaño eclosionan en nauplios pequeños. Estas relaciones también han sido observadas en los quistes de *Artemia* (Vanhaecke y Sorgeloos 1980), y permiten hacer una selección con propósitos de alimentación de especies comerciales.

La evaluación de algunas variables fisicoquímicas sobre la eclosión de los quistes mostró que, en el caso de la salinidad del medio, una salinidad tan baja como 1‰ de

NaCl inhibe totalmente la eclosión de *D. geayi* y *D. spartaenovae*, indicando que estas especies no pueden colonizar ambientes estuarinos o marinos, o que la eclosión solo puede ocurrir cuando la salinidad disminuye hasta cero en charcas salobres. Broch (1965) señaló que las especies de anostráceos de agua dulce utilizan la diferencia en composición iónica osmóticamente activa entre el medio exterior y el medio interior del quiste como uno de los mecanismos que intervienen en el proceso de la eclosión. Cuando aumenta la salinidad, la presión osmótica es igualada o superada, inhibiendo la emergencia del nauplio.

En el caso de la temperatura y la conductividad, la evaluación del efecto combinado mostró que la especie *D. geayi* es más sensible a los cambios en las variables en el intervalo estudiado, ya que se obtienen diferencias significativas para las dos variables. La especie *D. spartaenovae* se presenta tolerante a un mayor ámbito de temperatura, debido a que no se observan diferencias significativas entre los tratamientos. En ambas especies la interacción no es significativa, lo que indica que estas variables no actúan en forma sinérgica. Se deduce que las condiciones más favorables para eclosionar quistes de *D. geayi* en el laboratorio son una temperatura de 30 °C y una conductividad menor a 5 μmhos ;

mientras que para *D. spartaenovae* éstas son, una temperatura de 28 °C y una conductividad moderada, alrededor de 280 μ mhos.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH), proyectos 03.31.3895.97 y 03.31.2763.98.

RESUMEN

Las técnicas de cultivo para peces y camarones han avanzado en los últimos años, debido principalmente al uso de nauplios de *Artemia salina* como alimento vivo. Sin embargo, deficiencias en el valor nutritivo de algunas cepas han motivado la investigación sobre el uso de otras especies de anostráceos como alternativa. Este estudio presenta la biometría de los quistes de *Dendrocephalus geayi* y *D. spartaenovae* (Anostraca: Thamnocephalidae) y los efectos de algunas variables fisicoquímicas sobre la eclosión. Los resultados muestran que las características biométricas de *D. geayi* y *D. spartaenovae* están en el ámbito de tamaños de las cepas comerciales de *Artemia*. Las condiciones favorables para la eclosión de *D. geayi* son: 30 °C y una conductividad cerca a la del agua destilada (< 5 μ mhos); para *D. spartaenovae* estas condiciones son 28 °C y una conductividad de 280 mhos. Una salinidad baja (e.g. 1 ‰) inhibe totalmente la eclosión de los quistes de ambas especies.

REFERENCIAS

- Broch, E. S. 1965. Mechanism of adaptation of the fairy shrimp *Chirocephalus bundyi* Forbes to the temporary pond. Cornell Exp. Stat. Mem. 392: 3-48.
- Bulkowski, L. & J.W. Meade. 1986. Chemical decapsulation of fairy shrimp *Streptocephalus seali* Ryder (Anostraca). Crustaceana 51: 212- 215.
- Daday, E. 1908. Diagnoses praecursoriae specierum aliquot novarum e familia Branchipodidae. Ann. Sci. Nat., Zoologie ns.,7: 275-280.
- Fujita, S., T. Watanabe & C. Kitajima. 1980. Nutritional quality of *Artemia* from different localities as living feed for marine fish from the viewpoint of essential fatty acids. p. 277-290. In Persoone, G., P. Sorgeloos, O. Roels & E. Jaspers (eds.). The brine shrimp *Artemia*. Vol. 3. Ecology, culturing and use in aquaculture. Universa Press. Wetteren, Belgium.
- Margalef, R. 1961. La vida en los charcos de agua dulce de Nueva Esparta (Venezuela). Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle 21: 75-110.
- Mura, G. 1992. Preliminary testing of *Anostraca* from Italy for use in freshwater fish culture. Hydrobiologia 241: 185-194.
- Mura, G. 1995. Biometrics and fatty acid composition of resting eggs of *Thamnocephalus platyurus* (Anostraca) in view of an eventual use as fish feed. Crustaceana 68: 629-635.
- Peltier, W.H. & C.I. Weber. 1985. Section 6, p. 22-23. In Peltier, W.H. & C.I. Weber (ed.). Methods for measuring the acute toxicity of effluents to freshwater and marine organisms. U.S.A. Environmental Protection Agency, Cincinnati, U.S.A.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1969. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman, San Francisco. 776 p.
- Sorgeloos, P. 1980. The use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. p. 277-290. In Persoone, G., P. Sorgeloos, O. Roels y E. Jaspers (eds.). The Brine Shrimp *Artemia*. Vol. 3. Ecology, culturing and use in aquaculture. Universa Press. Wetteren, Belgium.
- Vanhaecke, P. & Sorgeloos. 1980. International study on *Artemia* IV. The biometrics of *Artemia* strains from different geographical origin. p 393-405. In Persoone, G., P. Sorgeloos, O. Roels y E. Jaspers (eds.). The brine shrimp *Artemia*. Vol. 1. Morphology, genetics, radiobiology, toxicology. Universa Press, Belgium.
- Watanabe, T. 1988. Fish nutrition and mariculture. JICA Textbook. The General Aquaculture Course. Japan International Cooperation Agency, Tokyo, 233p.
- Wayne-Nichols, H. 1975. Growth media-freshwater. p. 7-24. In Stein, J. (ed.). handbook of phycolgical methods. Culture growth and growth measure. Cambridge University Press, London, United Kingdom.