

CARACTERIZACIÓN Y CRITERIOS DE ECLOSIÓN DE QUISTES DE *Artemia* sp. EN LA SALINA DE POZOS COLORADOS (SANTA MARTA, COLOMBIA)

CHARACTERIZATION AND HATCHING CRITERIA OF CYSTS OF *Artemia* sp. FROM THE SALINA OF POZOS COLORADOS (SANTA MARTA, COLOMBIA)

Pedro Eslava-Eljaiek, Eberhard Wedler y Daniel Serna-Macias

RESUMEN

Este estudio presenta los principales criterios de eclosión de *Artemia* sp. nativa de Pozos Colorados (Santa Marta, Colombia). El material se recolectó entre abril y julio de 2008 en dos estaciones de trabajo. Se estimaron los valores de los siguientes indicadores (\pm desviación estándar): número de quistes por gramo ($252,678 \pm 25,70$), diámetro de los quistes hidratados ($245,64 \pm 10,90$ μm) y decapsulados ($224,58 \pm 11,57$ μm), espesor del corión ($10,89 \pm 6,72$ μm), porcentaje de eclosión ($64,60 \pm 0,85$; $66 \pm 0,62$ % y $64,97 \pm 1,16$ a 5, 15 y 30 UPS, respectivamente), las eficiencias de eclosión ($163,48$, $165,27$ y $162,45$ nauplios/g de quistes a las salinidades de 5, 15 y 30 UPS, respectivamente) tasas de eclosión ($T_0 = 9,0$ h, $T_{10} = 10$ h, $T_{90} = 15,67$ h y $T_s = 5,67$ h), biomasa de eclosión ($300,07 \pm 3,95$ mg/g) y tamaño del nauplio ($431,79 \pm 25,41$ μm). Los valores de los parámetros físico-químicos, registrados de enero a diciembre del mismo año, se inscribieron en los siguientes intervalos: conductividad, 84,30-210 mS/cm; salinidad, 15-23,6 UPS; pH, 5,47-8,90; oxígeno disuelto, 0,21-11,54 mg/l; saturación de oxígeno, 0-2.50 %; y temperatura, 23,70-37,40 °C. Los resultados indican que la salina de Pozos Colorados es un área privilegiada para promover el cultivo y explotación de *Artemia*, por las características y calidad de sus quistes.

PALABRAS CLAVE: Acuicultura, *Artemia*, eclosión, alimento vivo, Caribe colombiano

ABSTRACT

The main hatching criteria of *Artemia* sp. from Pozos Colorados (Santa Marta, Colombia) are presented in this work. The samples were collected between April and July 2008 in two sites. We estimated the values of the following indicators (\pm standard deviation): number of cysts per gram ($252,678 \pm 25,70$), diameter of hydrated ($245,64 \pm 10,90$ μm) and decapsulated ($224,58 \pm 11,57$ μm) cysts, chorion thickness ($10,89 \pm 6,72$ μm), hatching percentage ($64,60 \pm 0,85$; $66 \pm 0,62$ y $64,97 \pm 1,16$ a 5, 15 y 30 PSU, respectively), hatching rates ($T_0 = 9,0$ horas, $T_{10} = 10$ horas, $T_{90} = 15,67$ horas y $T_s = 5,67$ horas), biomass hatching ($300,07 \pm 3,95$ mg/g), and size of the nauplio ($431,79 \pm 25,41$ μm). The values of the physicochemical parameters, recorded from January to December of the same year, fell within the following ranges: conductivity, 84,3-210 mS/cm; salinity, 15-23,6 PSU; pH, 5,47-8,90; dissolved oxygen, 0,21-11,54 mg/l; oxygen saturation, 0-2.50 %; and temperature, 23,7-37,40°C. The results show that the Salinas of Pozos Colorados is a privileged area for promoting the cultivation and exploitation of *Artemia*, because of the traits and quality of their cysts.

KEYWORDS: Aquaculture, *Artemia*, hatching, live food, Colombian Caribbean

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es el sector alimentario de más rápido crecimiento, posiblemente por los adelantos biotecnológicos y las inversiones representadas en tecnología, capacitación del recurso humano e investigación. No obstante, es importante destacar

también la contribución del alimento vivo como fuente primaria de nutrientes durante las primeras etapas de desarrollo de las larvas de peces y crustáceos. Al respecto, Rodríguez et al. (2006) expresan que “en acuicultura, contar con un alimento adecuado en tipo y calidad para larvas de diferentes especies de interés comercial es un aspecto de suma importancia, ya que

Dirección de los autores:

Universidad del Magdalena, Instituto de Investigaciones Tropicales. Grupo de Investigación “Biodiversidad y Ecología Aplicada”. Carrera 32 N° 22-08. Santa Marta, pedroeslavaeljaiek@gmail.com (P.E.E), ebwedler@yahoo.com (E.W), djsernam@hotmail.com (D.S.M).



la larva, al terminar de absorber el saco vitelino que le proporciona los requerimientos proteicos para su desarrollo durante las primeras 24 h de vida, iniciará su alimentación exógena y enfrentará el punto crítico de la nutrición”.

La nutrición de larvas de peces y crustáceos es uno de los problemas más grandes en el cultivo de organismos acuáticos, debido a que la mayoría de las larvas dependen principalmente de alimentos vivos, tales como rotíferos *Brachionus* sp. y *Artemia* sp., al inicio de su alimentación exógena (Santiago et al., 2004; De Lara et al., 2007). Esto se debe a que el desarrollo deficiente del sistema digestivo de los primeros estados larvales de peces y crustáceos impide la adecuada asimilación del alimento artificial (Holt y Sun, 1991; Rodríguez-Canché et al., 2006).

En Colombia existen diversos ecosistemas hipersalinos en la región Caribe, donde se ha reportado la presencia de *Artemia* (Camargo et al., 2004). Uno de estos ecosistemas está conformado por las salinas de Pozos Colorados, que podrían ser explotadas comercialmente para producir *Artemia* y de ese modo disminuir las importaciones de este valioso producto. Así pues, el objetivo de la presente investigación fue estudiar la ecología de la población de *Artemia* de las salinas

de Pozos Colorados y determinar las características morfológicas y criterios de eclosión de sus quistes, a fin de establecer las potencialidades de la cepa en la acuicultura nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La salina de Pozos Colorados se encuentra ubicada a la altura del km 9 de la carretera que de Santa Marta conduce a Ciénaga, en el departamento del Magdalena (Colombia), más exactamente en las coordenadas 11° 15' 18" N y 74° 13' 44" W. Tiene un área de 65 hectáreas, de las cuales cuatro se encuentran cubiertas por agua, distribuidas en seis pozos de diferentes formas y dimensiones (Figura 1). El clima de la zona es tropical, predominando un ambiente seco originado por las brisas provenientes de la Sierra Nevada de Santa Marta y el Mar Caribe. El régimen de precipitaciones es de tipo bimodal, caracterizándose como periodos secos y soleados diciembre-marzo y julio-agosto y como periodos lluviosos abril-junio y septiembre-noviembre. La precipitación promedio es de 453 mm, la humedad relativa del 76% y la tasa de evaporación de 1.572 mm (Orjuela et al., 2011).



Figura 1. Localización geográfica de la Salina de Pozos Colorados. Se indica la ubicación de las dos estaciones de muestreo.

Recolección, procesamiento y estudio del quiste

Los quistes se recolectaron en dos estaciones de trabajo, Estación E1 y Estación E2 (Figura 1) entre abril y julio de 2008 meses en los cuales fue evidente la población de *Artemia*. La limpieza inicial consistió en eliminar los residuos orgánicos y la arena adherida, utilizando agua de la salina y filtrándolos a través de diferentes mallas (500, 250 y 70 μm). El proceso de limpieza, secado y almacenamiento se hizo utilizando la técnica de separación descrita por Sorgeloos et al. (1986). Los quistes potencialmente viables fueron secados en un secador solar por 48 horas y después almacenados en frascos oscuros a los que se les adicionaron pequeñas bolsas con silicagel para reducir la posibilidad de contraer humedad. La recolección de biomasa se hizo con la ayuda de una red de plancton de 500 μm .

Estudio morfométrico de quistes y nauplios

Se determinó el diámetro del quiste hidratado y del quiste decapsulado, el espesor del corión y el tamaño del nauplio (Instar I), de acuerdo con Sorgeloos et al. (1986). El diámetro del quiste hidratado se determinó colocando 1 g de quistes en agua de mar a salinidad de 15 UPS por 2 horas, en un cono Imhoff con aireación suave; posteriormente, con la ayuda de un estereoscopio LEICA EZ4HD se midió el diámetro de 50 quistes. Los quistes restantes fueron decapsulados siguiendo la técnica descrita por Sorgeloos et al. (1986). Al finalizar este proceso, se tomó una muestra para la medición de los diámetros. El espesor del corión se estableció utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Espesor del corión} = (\text{Diámetro del quiste hidratado} - \text{Diámetro del quiste decapsulado}) / 2$$

La talla promedio del nauplio se determinó incubando los quistes decapsulados a 15 UPS por 24 horas. Posteriormente, a una muestra de 50 nauplios (Instar I) se les determinó la talla, medida desde la cabeza hasta el final del abdomen, según lo descrito por Sato et al. (2004).

Criterios de eclosión

Se cuantificó el número promedio de quistes por gramo, el porcentaje de eclosión (H%) definido como el número de nauplios que pueden ser producidos a partir de 100 quistes hidratados (Sorgeloos et al., 1986), la eficiencia

de eclosión (HE) o número de nauplios que se producen a partir de 1 g de quistes secos, la biomasa de eclosión (HO) o peso seco de la biomasa que se produce a partir de 1 g de quistes secos y la tasa de eclosión (HR) concepto que hace referencia al tiempo que transcurre desde el momento en que empieza la incubación hasta cuando se observa el nacimiento o eclosión del nauplio, en este concepto se consideran los siguientes intervalos de tiempo: T_0 = Tiempo de incubación hasta cuando aparecen los primeros nauplios; T_{10} = Tiempo de incubación hasta que eclosiona el 10 % del total de los nauplios viables; T_{90} = Tiempo de incubación hasta que aparece el 90 % del total de los nauplios viables.. Para determinar el número de quistes por gramo se pesaron diez muestras en una balanza analítica marca Mettler de 0.001g de precisión. Con la ayuda de un estereoscopio marca LEICA 2000 se cuantificó el número de quistes y el promedio se extrapoló a la cantidad contenida en 1 g. Para cuantificar el porcentaje de eclosión (H%) se hidrataron tres muestras de 1 g cada una y con la ayuda de una pipeta semiautomática de 1.0 ml se seleccionaron 100 quistes de cada muestra, colocando tres réplicas en tubos de ensayo con agua a salinidades de 5, 15 y 30 UPS. A las muestras se les colocó aireación suave y se incubaron por 24 horas, tiempo durante el cual se estableció el porcentaje de nauplios eclosionados.

La eficiencia de eclosión (HE) se determinó a las salinidades de 5, 15 y 30 UPS, con tres réplicas para cada una. En cada muestra se utilizó 1 g de quistes secos, incubados durante 24 horas según la técnica de Sorgeloos et al. (1986). Para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($\alpha = 0.05$) en la eficiencia de eclosión entre las diferentes salinidades (5, 15 y 30 UPS), se aplicó la prueba de Kruskal Wallis (K-W), en razón al no cumplimiento de los supuestos del análisis de varianza (normalidad y homogeneidad de varianzas). Para las restantes pruebas de comparación de medias sí fue factible la aplicación del análisis de varianza. Todas las pruebas estadísticas se llevaron a cabo mediante el programa R versión 2.13.1 (R Development Core Team, 2011).

La biomasa de eclosión (HO), se determinó incubando por triplicado 1 g de quistes en conos **Imhoff** por 24 horas. Los nauplios eclosionados fueron recolectados, escurridos y secados usando una balanza OHAUS MB-45 con precisión de 0.001g manteniendo una temperatura constante de 105 °C. La tasa de eclosión (HR) de los quistes a las tres salinidades (5, 15 y 30 UPS) se determinó mediante la metodología de Sorgeloos et al. (1986).

Registro de parámetros ambientales

La temperatura (°C), el oxígeno disuelto (mg/L), la saturación de oxígeno (%) y la conductividad (mS/cm) se determinaron con un equipo multiparámetro WTW; el pH con un equipo WTW 300i Meter y la salinidad con un refractómetro ATAGO con rango entre 0 - 100. Cuando la salinidad fue mayor al valor máximo del equipo, la muestra se diluyó en proporción 1:1 con agua destilada y el resultado se multiplicó por el factor de dilución. Estos parámetros se determinaron entre enero y diciembre de 2008.

RESULTADOS

Estudio morfométrico y criterios de eclosión

El diámetro de los quistes hidratados se estimó en $245,64 \pm 10,90 \mu\text{m}$ ($\bar{x} \pm d.e.$), mientras que para los quistes decapsulados esta estimación fue de $224,58 \pm 11,57 \mu\text{m}$. El espesor del corión se estimó en $10,89 \pm 6,72 \mu\text{m}$ y el tamaño del nauplio (Instar I) en $431,79 \pm 25,41 \mu\text{m}$. En cuanto a los criterios de eclosión, los porcentajes de eclosión de los quistes (H%) a las salinidades de 5, 15 y 30 UPS fueron, en su orden, $64,6 \pm 0,85 \%$; $66,0 \pm 0,62 \%$ y $64,97 \pm 1,16 \%$; a estas mismas salinidades las eficiencias de eclosión (HE) fueron 163,48, 165,27 y 162,45 nauplios/g de quistes, respectivamente. La biomasa de eclosión (HO) se estimó en $300,07 \pm 3,95 \text{ mg/g}$. Las tasas de eclosión (HR) arrojaron los siguientes valores: $T_0 = 9 \text{ h}$; $T_{10} = 10 \text{ h}$; $T_{90} = 15,67 \text{ h}$ y $TS = 5,67 \text{ h}$. El promedio de quistes contenidos en 1 g fue de 252.678 ± 25.70 . El análisis estadístico (K-W = 1,58, g.l. = 2, $p > 0,05$) no mostró diferencias significativas en la eficiencia de eclosión entre los tres niveles de salinidad, pero si entre tasas de eclosión ($F_{2,4} = 12340,67$, $p < 0,001$) (Figura 2). Así mismo, no se detectaron diferencias significativas en los tiempos de eclosión entre salinidades ($F_{2,6} = 3$, $p > 0,05$), pero si entre tasas de eclosión ($F_{3,6} = 116,69$, $p < 0,001$) (Figura 3).

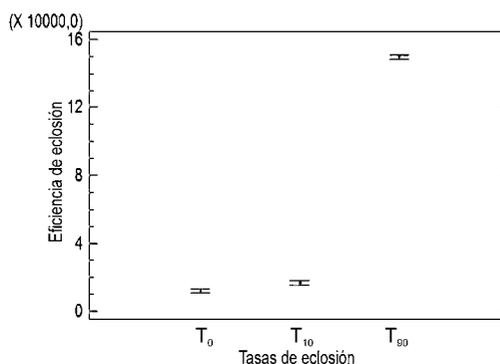


Figura 2. Comparación de medias de la eficiencia de eclosión a diferentes tasas de eclosión.

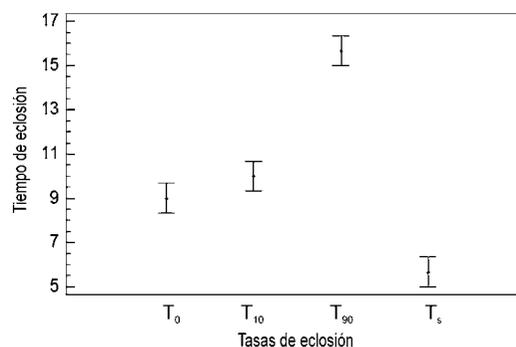


Figura 3. Comparación de medias de los tiempos de eclosión (HE) a diferentes tasas de eclosión.

Registro de parámetros físico-químicos

Durante el mes de abril, la presencia de quistes y de *Artemia* adulta en la Estación E2 (Figura 1) se dio bajo las siguientes condiciones físico-químicas: conductividad: 210 mS/cm; salinidad, 210 UPS; oxígeno disuelto 0,50 mg/l; saturación de oxígeno, 5,80 %; pH, 7,47; y temperatura, 33,70 °C. Durante el mes de mayo, la presencia de quistes y de *Artemia* adulta en la Estación E1 ocurrió bajo las siguientes condiciones: conductividad, 125,30 mS/cm; salinidad, 120 UPS; pH, 7,46; oxígeno disuelto, 3,01 mg/l; saturación, 36 %; y temperatura, 27,90 °C (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros físico-químicos monitoreados en las salinas de Pozos Colorados (Estaciones E1 y E2).

	Conductividad (mS/cm)		Salinidad (UPS)		pH		Oxígeno disuelto (mg/L)		Saturación (%)		Temperatura (°C)	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
Enero	125.00	171.00	120.00	84.00	8.44	7.80	6.96	4.36	75.80	57.00	23.80	23.70
Febrero	151.70	200.00	120.00	150.00	8.42	7.57	2.04	0.21	23.80	2.60	27.40	29.80
Marzo	163.00	186.30	153.00	236.00	7.85	7.28	2.86	1.42	36.40	18.50	27.60	31.50
Abril	155.40	210.00	100.00	210.00	7.50	7.47	1.62	0.50	22.90	5.80	30.30	33.70
Mayo	125.30	131.60	120.00	142.00	7.46	7.77	3.01	3.16	36.00	41.90	27.90	29.60
Junio	84.30	120.10	65.00	110.00	7.77	7.77	1.81	0.25	29.90	2.50	29.10	30.80
Julio	104.50	123.70	100.00	120.00	7.94	7.84	2.10	3.08	28.20	39.50	30.90	30.90
Agosto	125.00	131.00	35.00	21.00	6.94	6.64	5.01	4.90	81.00	78.00	32.00	31.10
Septiembre	129.00	131.00	15.00	78.00	6.98	7.08	5.50	6.80	60.00	74.16	29.00	29.60
Octubre	105.00	150.00	31.00	32.00	6.58	7.05	4.95	11.54	72.30	150.00	31.00	31.00
Noviembre	112.00	122.00	39.00	55.00	5.47	6.00	6.70	6.90	87.00	90.00	30.60	31.60
Diciembre	85.00	85.00	30.00	96.00	8.90	8.88	9.99	2.54	65.00	32.00	30.50	28.90
Máximo	163.00	210.00	153.00	236.00	8.90	8.88	9.99	11.54	87.00	150.00	32.00	33.70
Mínimo	84.30	85.00	15.00	21.00	5.47	6.00	1.62	0.21	22.90	2.50	23.80	23.70
Promedio	122.10	146.81	77.33	111.17	7.52	7.43	4.38	3.81	51.53	49.33	29.18	30.18

DISCUSIÓN

Estudio morfométrico y criterios de eclosión

Los diámetros de los quistes hidratados de la *Artemia* nativa de Pozos Colorados se encuentran en el intervalo señalado en estudios similares efectuados en otras regiones (Leger et al., 1986; Salgado, 2001). En efecto, Leger et al. (1986) encontraron que el diámetro de estos quistes varía entre 224.7 y 284,9 μm . Análogamente, para los quistes decapsulados Leger et al. (1986) establecieron un intervalo de 207.3-266.3 μm , dentro del cual se inscribe el valor hallado en el presente estudio. A diferencia de lo anterior, este valor fue inferior al informado por Sato et al. (2004) para las cepas de quistes decapsulados de Great Salt Lake, Shark Bay Tuticorin, Bahía Salinas, Galerazamba, San Lucas y Aigues Montes (Sato et al., 2004).

Respecto al espesor del corión, la *Artemia* de Pozos Colorados presenta un valor menor que el de las cepas reportadas por Sorgeloos et al., (1986), Kara et al. (2004) y Naceur et al., (2010). Esto implica una serie de desventajas relativas para la cepa de Pozos Colorados. Según Sorgeloos et al. (1986), un corion de mayor grosor permite compensar de mejor forma la alta salinidad y las altas temperaturas, lo que implica una mejor protección del embrión contra la radiación solar (Gelabert et al., 1993). Correa y Bückle (1993, citado por Rodríguez et al., 2006) mencionan que las diferencias en el espesor del corión también pueden ser causadas por las condiciones ambientales del hábitat, las cuales determinan la adopción de ciertas estrategias adaptativas para la supervivencia.

En lo referente a los criterios de eclosión, cabe anotar que el número de quistes por gramo resultó ser más alto que los de poblaciones argentinas estudiadas por Sato

et al. (2004) y similar a los reportados por Naceur et al. (2010). No obstante, el valor es bajo si se le compara con los reportados por Castro et al. (2006) y Rodríguez et al. (2006) para poblaciones mexicanas, y por Gelabert (1994) para poblaciones cubanas muestreadas entre los años 1987 y 1989. De otro lado, la cepa de Pozos Colorados presentó porcentajes de eclosión que superan los obtenidos por Sorgeloos et al. (1986) para Great Salt Lake y Buenos Aires, y por Sato et al. (2004) para poblaciones de *Artemia* en Argentina, lo que pone de presente una mayor eficiencia de la cepa de Pozos Colorados en lo que se refiere al número de nauplios viables por cada 100 quistes hidratados. Sorgeloos et al. (1986) y Torrentera Blanco (1993) indican que un bajo porcentaje de eclosión puede ocurrir por diferencias genéticas entre las poblaciones, factores climáticos y físico-químicos del ambiente, técnicas de limpieza y procesado del quiste.

Los tiempos de la tasa de eclosión del presente estudio fueron menores a los reportados por Sorgeloos et al. (1986) y Sato et al. (2004), lo cual podría ser un aspecto positivo debido a la posibilidad de obtener nauplios (Instar I) en un menor periodo de incubación.

La eficiencia de eclosión fue mayor que la de las cepas de Great Salt Lake, Chaplin Lake, Tientsin, y Margherita Di Savoia, San Francisco, San Pablo Bay, California, Macau, Brasil, Filipinas, Australia, Buenos Aires, Argentina y Lavaldue (Sorgeloos et al., 1986), lo cual implica que en Pozos Colorados se producen un mayor número de nauplios por cada gramo de quistes incubados, con respecto a las zonas muestreadas por Sorgeloos et al. (1986). Sin embargo, Amat et al. (2004) consideran que la biomasa de eclosión ofrece una mejor información de la eclosión de una cepa y dispone como umbral mínimo satisfactorio un valor de 415 mg de nauplios secos por cada gramo de quistes deshidratados. La biomasa de eclosión de los nauplios de Pozos Colorados se encuentra en el intervalo descrito por Álvarez y Sánchez (1994) y es mayor que los valores reportados para las cepas de Great Salt Lake, Utah y Chaplin Lake (Sorgeloos et al., 1986).

La talla de los nauplios constituye también un factor relevante para la acuicultura, puesto que existe un tamaño óptimo de nauplio para la alimentación larval de cada especie acuícola a cultivar (Lavens y Sorgeloos, 1996). Léger et al. (1986) señalan que de acuerdo al origen de la población las longitudes de los nauplios instar I se ubican en el intervalo 428-517 μm , mientras

que Ruiz (2008) afirma que para las cepas bisexuales y partenogenéticas los nauplios (Instar I) pueden variar entre 430 y 520 μm . Los nauplios de la cepa de Pozos Colorados se encuentran en este intervalo; por tanto, se puede señalar que desde el punto de vista del tamaño esta cepa presenta condiciones favorables, por la mayor factibilidad de su ingesta por parte de las larvas de organismos acuáticos de interés en la acuicultura.

Los resultados de la investigación indican que, por sus características morfológicas y criterios de eclosión, la cepa de *Artemia* sp. de las salinas de Pozos Colorados es comparativamente similar a las cepas documentadas en otras regiones y particularmente a cepas comerciales de reconocido uso en la acuicultura mundial. Esto constituye un estímulo para profundizar en la investigación de aspectos relacionados con la estacionalidad, volumen de producción, composición y calidad nutricional, a fin de viabilizar una posible explotación a pequeña o mediana escala que permita abastecer las necesidades locales o regionales.

Parámetros físico-químicos

Los promedio de los niveles de saturación del oxígeno fueron bajos (Tabla 1) comparados con los valores reportados por Camargo et al. (2004) para la misma salina, en tanto que los promedios de la concentración del oxígeno disuelto están en el rango reportado por Mancera (1990). En cuanto a los valores de pH se observaron resultados similares a los reportados por Mancera (1990) y por Naceur et al. (2008) para ambientes hipersalinos con presencia de *Artemia*.

La *Artemia* de Pozos Colorados se encontró a temperaturas por encima de 35°C, similares a las reportadas por Mancera (1990) y Camargo et al. (2004). Sin embargo, Ruiz (2008) afirma que la temperatura óptima para la sobrevivencia de *Artemia* está alrededor de 25-27°C y en términos generales los umbrales mínimos y máximos de supervivencia se sitúan en 5 y 35 °C, respectivamente, aunque estos límites no son fijos y están ligados a las características de cada población. Abatzopoulos et al. (2002) anotan que la supervivencia de *Artemia* depende en buena medida del tipo de cepa. En Argentina Sato (2004) encontró poblaciones de *Artemia* viviendo entre 18 y 20 °C en la región de la Llanura Chaco-Pampeana y entre 8 y 9 °C en la región de la Meseta Patagónica. Se destacan igualmente poblaciones de *Artemia* que viven entre -5 y 1 °C como las localizadas en el Tíbet (Ruiz, 2008).

Por tanto, puede afirmarse que se presentan grandes diferencias en la tolerancia de *Artemia* a la temperatura, en función del tipo específico de cepa.

El valor promedio de salinidad (77.33 UPS) en la Estación E1 fue similar al encontrado por Mancera (1990), mientras que en la Estación E2 (111.17 UPS) fue inferior al valor reportado por el mismo autor (341UPS). Camargo et al. (2004) determinaron valores entre 5 y 330 UPS en diferentes biotopos hipersalinos del Caribe colombiano con presencia de *Artemia*, entre ellos Galerazamba, Manaure y Pozos Colorados. En Túnez (Naceur et al., 2010) se reportó la presencia de quistes y adultos a salinidades que fluctuaron entre 60 y 330 UPS. Dado que la salinidad es un parámetro que varía en función de la época del año y del comportamiento de las precipitaciones, se recomienda que en futuros estudios se lleve a cabo un monitoreo anual de estas variables, a fin de establecer la estacionalidad de las mismas y su relación con la abundancia relativa de *Artemia*.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Patrimonial de Investigaciones de la Universidad del Magdalena – FONCIENCIAS- por la financiación de esta investigación; a Juan Camilo Arévalo Garzón y Juan Carlos De La Rosa Serrano, por su apoyo en el trabajo de campo; a Javier Rodríguez Barrios, por la asesoría para el tratamiento estadístico de los datos; a Luis M. Manjarrés Martínez, por la revisión del manuscrito; y a Tatiana Sánchez Armenta, por la revisión del Abstract.

BIBLIOGRAFÍA

- Abatzopoulos, T. J., J. A. Beardmore, J.S. Clegg y P. Sorgeloos. 2002. *Artemia: Basic and Applied Biology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 285p.
- Abatzopoulos, T.J., G. Agh, Van Stappen., S.M. Razavi-Rouhani y P. Sorgeloos. 2006. *Artemia* sites in Iran. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 86(2): 229-307.
- Amat, F.R., G. Cohen, F. Hontoria y J.C. Navarro. 2004. Further evidence and characterization of *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) populations in Argentina. *Journal of Biogeography* 31(11): 1735-1749.
- Camargo, W.N., J.S. Ely, G.M. Duran-Cobo y P. Sorgeloos. 2004. Influence of Some Physicochemical Parameters on *Artemia* Biomass and Cyst Production in Some Thalassohaline Aquatic Environments in the Colombian Caribbean. *Journal of the World Aquaculture Society* 35(2): 274-283.
- Castro, J., T. Castro, J. Sánchez, G. Castro, A. Castro, J. Zaragoza, R. de Lara y M. Monroy. 2006. Cysts and nauplii biometry characteristics of seven *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) populations from Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 41(2): 187-193.
- Correa, S.F. y R.L.F. Bückle. 1993. Morfología y biometría de cinco poblaciones de *Artemia franciscana* (Anostraca: Artemiidae). *Rev. Biol. Trop.* 41:103-110.
- De Lara, R., T. Castro, J. Castro y G. Castro. 2007. Cultivo del nemátodo *Panagrellus redivivus* (Goodey, 1945) en un medio de avena enriquecida con *Spirulina* sp. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42 (1): 29-36.
- Gelabert, R. y L. Solís. 1994. La selección del tamaño de partículas alimenticias por la *Artemia* de Guantánamo Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas* 15(2): 141-145.
- Holt GU, Sun F. 1991. Lipase activity and total lipid content during early development of red drum *Sciaenops ocellatus*. In: Rodríguez-Canché L.G., Maldonado-Montiel TDNJ, Carrillo L.A. 2006. Calidad biológica y bioquímica de la población de *Artemia* (Anostraca: Artemiidae) localizada en las salinas de Real de Salinas, Calkiní, Campeche, México. *Rev Biol Trop.* 54(4):1283-1293.
- Kara, M.H., K.A. Bengraïne., F. Derbal., L. Chaoui y M. Amarouyache. 2004. Quality evaluation of a new strain of *Artemia* from Chott Marouane (Northeast Algeria). *Aquaculture* 235(1-4): 361-369.
- Léger, P.H., D.A. Bengtson, K.L. Simpson y P. Sorgeloos. 1986. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanography and Marine Biology, An Annual Review* 24: 521-623.
- Lavens, P. y P. Sorgeloos . 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper No. 361. 295p.
- Orjuela, R., C. Villamil y A. Muñoz. 2011. Cobertura y Estructura de los Bosques de Mangle en La Guajira, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones. Marinas y Costeras-INVEMAR.* 40(2): 381-399.
- Mancera, J.E. 1990. Caracterización ecológica de la salina artificial de Pozos Colorados, Caribe Colombiano. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas Punta Betín;* 19-20:121-138.



- Naceur, H.B., A.B. Rejeb Jenhani., M. El Cafsi y M.S. Romdhane. 2008. Determination of biological characteristics of *Artemia* salina (Crustacea: Anostraca) population from Sabkhet Sijoumi (NE Tunisia). *Transitional Waters Bulletin* 3: 65-74.
- Naceur, H., A.B. Rejeb Jenhani y M.S. Romdhane. 2010. Variability of *Artemia salina* cysts from Sabkhet El Adhibet (Southeast Tunisia). With special regard to their use in Acuculture. *Inland Water Biology* 3(1): 70 -78.
- R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing [2.11.1]. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org>.
- Rodríguez-Canché, L.G., T. DNJ. Maldonado-Montiel y L.A. Carrillo. 2006. Calidad biológica y bioquímica de la población de *Artemia* (Anostraca: Artemiidae) localizada en las salinas de Real de Salinas, Calkiní, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical* 54(4): 1283-1293.
- Ruiz, O. 2008. Caracterización de diversas poblaciones de *Artemia* desde el punto de vista de su composición en ácidos grasos y de sus patrones moleculares. Tesis de doctorado, Universidad de Valencia, España, 232p.
- Salgado, I. 2001. La *Artemia* y su cultivo en el Perú. Universidad Nacional de Piura, Perú, 103p.
- Santiago, C.B., M. Ricci y A. Reyes-Lampa. 2004. Effect of nematode *Panagrellus redivivus* density on growth, survival, feed consumption and carcass composition of bighead carp *Aristichthys nobilis* (Richardson) larvae. *Journal of Applied Ichthyology* 20: 22-27.
- Sato, N.E., J.L. Fenucci y J.C. Mallo. 2004. Calidad de los quistes de *Artemia persimilis* (Piccinelli y Prosdocimi) (Crustacea: Branchiopoda) de diferentes zonas de Argentina, como alimento en acuicultura. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 39(2): 79-92.
- Sorgeloos, P., P. Lavens, P. Lé., W. Tackaert y D. Versichele. 1986. Manual para el cultivo y uso de *Artemia* en acuicultura. FAO. 312 p.
- Torrentera Blanco, L. 1993. Ecology and evolution of Yucatan Peninsula *Artemia*. Tesis doctoral, University of Wisconsin, USA, 104 p.
- Vanhaecke, P., S.E. Siddall y P. Sorgeloos. 1984. International study on *Artemia* XXXII. Combined effects of temperature and salinity on the survival of *Artemia* of various geographical origin. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 80(3): 259-275.
- Vos, J. y A. Tansutapanit. 1979. Detailed report on *Artemia* cysts inoculation in Bangpakong, Chacoengsao Province. FAO, 54 p.

Fecha de Recepción: 07/04/2011
 Fecha de Aceptación: 18/11/2011

