

Comparación de la tasa de crecimiento de dos especies bisexuales de *Artemia*: *A. franciscana* (Kellogg, 1906) México y *A. urmiana* (Günther, 1899) Lago Urmia, Irán.

*Castro Mejía, J¹, Eimanifar A², Castro Mejía G¹, Alcántara Muñiz NF¹.

1 Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento El Hombre y su Ambiente. Live food production Laboratory. Calzada del Hueso No.1100. Col. Villa Quietud. Mexico, 04960, D.F. Delegación Coyoacán. Tel (5255) 5483 7151.

2 Institute of Pharmacy and Molecular Biotechnology (IPMB), Abt. Biologie Im Neuenheimer Feld 364 D-69120 Heidelberg Germany. Tel. +49 (0)6221 544847

*Email: camj7509@correo.xoc.uam.mx.

RESUMEN

Este estudio se realizó para observar las posibles diferencias o similitudes encontradas en las tasas de crecimiento de dos especies bisexuales de *Artemia*, una proveniente de México y la otra de Irán, para poder determinar sus posibles aplicaciones en la industria de la acuicultura. Se eclosionaron 0.5 g de quistes de *Artemia* de cada población y los nauplios se inocularon en un contenedor de plástico de 200L de capacidad con 160L de agua (60 gL⁻¹ de sal) pH 8-10 y una temperatura de 26 ± 2°C. Cada tercer día los organismos fueron alimentados con 50 mL de salvado de arroz, 1L de la microalga *Tetraselmis* sp. (500,000 cel mL⁻¹), durante 21 días. Así mismo, los animales fueron medidos en su longitud total. A los valores de crecimiento se les hizo una curva de tendencia. La tasa de crecimiento absoluta (TGA), así como la tasa instantánea de crecimiento (TIC) fue obtenida para realizar la comparación entre las poblaciones. La población CCI mostró diferencias significativas (P<0.05) con las otras poblaciones de *Artemia*. La población de *A. urmiana* no mostró diferencias significativas con las poblaciones de ZAC, LSLP y TEX. El conocimiento de la tasa de crecimiento de cada una de las especies de *Artemia*, las cuales son cultivadas a la misma temperatura, salinidad, tipo y concentración de alimento es de gran importancia para entender el desarrollo del crecimiento de cada una de ellas. Además existe poco conocimiento de la respuesta de la tasa de crecimiento entre las diferentes poblaciones de *Artemia*. La información generada en este estudio, permitirá obtener datos de crecimiento máximo, así como de producción de biomasa de cada una de las distintas

poblaciones de *Artemia* y poder aplicar dicha información en la industria de la acuicultura.

Palabras clave: *Artemia urmiana*, *Artemia franciscana*, tasas de crecimiento, tasa de crecimiento absoluto, tasa instantánea de crecimiento.

INTRODUCCIÓN

El género *Artemia* (Crustacea: Anostraca) consiste en un grupo de especies bisexuales y numerosas poblaciones partenogenéticas, las cuales presentan de forma independiente características morfológicas diferentes.

Además, este género *Artemia* comprende un grupo complejo de especies emparentadas y superespecies caracterizadas solamente por el criterio de aislamiento reproductivo (Browne and Bowen 1991). Un grupo denominado especies del “Nuevo Mundo” comprende a la *A. franciscana* (Kellogg 1906) (Norte, Centro y Sudamérica), *A. persimilis* (Piccinelli y Prosdocimi 1968) (Argentina) y *A. monica* (Verrill 1869) (USA). Otro grupo denominado especies del “Viejo Mundo” representadas por *A. salina* (Leach 1819) (Mediterráneo), *A. urmiana* (Günther 1900) (Lago Urmia, Irán), *A. sinica* (Cai 1989) (China y países vecinos), *A. tibetiana* (Abatzopoulos *et al.* 1998) (Plataforma Alta del Tibet), *Artemia* sp. (Pilla y Beardmore 1994) (Kazakistán) y líneas partenogenéticas las cuales se encuentran

distribuidas en el “Viejo Mundo” p. ej. *A. partenogenetica* (Abatzopoulos *et al.* 2002).

Este pequeño camarón de salmuera se encuentra distribuido ampliamente tanto en cuerpos de aguas hipersalados interiores, como costeros (Triantaphyllidis *et al.* 1998, Castro *et al.* 2000, Van Stappen 2002, El-Bermawi *et al.* 2004). Este organismo *Artemia* puede habitar cuerpos de agua con cloruros, sulfatos, carbonatos o combinaciones de dos o más aniones (Bowen *et al.* 1985, Lenz *et al.* 1987). *Artemia* es uno de los pocos organismos que puede adaptarse para sobrevivir en diferentes condiciones, incluyendo en salinidades por debajo a los 10g/L (Abatzopoulos *et al.* 2006a; Abatzopoulos *et al.* 2006b) o tan altas como 340g/L (Post y Youssef 1977).

Existe una gran variedad de información concerniente a la sobrevivencia y tasas de crecimiento, tanto de poblaciones bisexuales, como partenogenéticas cultivadas en diferentes salinidades (Vanhaecke *et al.* 1984, Browne *et al.* 1984, Wear *et al.* 1986, Browne *et al.* 1991, Triantaphyllidis *et al.* 1995, Triantaphyllidis *et al.* 1997a, Triantaphyllidis *et al.* 1997b, Browne y Wanigasekera 2000, Abatzopoulos *et al.* 2003, Baxevanis *et al.* 2004, Castro 2004, El-Bermawi *et al.* 2004, Abatzopoulos *et al.* 2006b, Agh *et al.* 2008). Debido a la caída de la cosecha de quistes proveniente del Gran Lago Salado, Utah en 1977 (Lavens y Sorgeloos, 2000), la necesidad de encontrar fuentes alternativas de este recurso se ha incrementado fuertemente. Esto se entiende principalmente en lagos salados de aguas interiores, los cuales contienen poblaciones naturales de *Artemia*, los cuales pueden ser utilizados con fines de explotación comercial.

El objetivo de este estudio, es el de realizar comparaciones en las tasas de crecimiento de estas dos poblaciones bisexuales de *Artemia* provenientes de cuerpos de agua interiores. A través del presente estudio, se puede considerar: 1) encontrar diferencias o similitudes en las tasas de crecimiento de cada una de las poblaciones y 2) escoger la población de *Artemia* indicada para una posible aplicación en la industria de la acuicultura.

MATERIAL Y METODOS

Localidades de las poblaciones de estudio

Este estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Producción de Alimento Vivo de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, México. Las poblaciones de *Artemia* con sus ubicaciones en el mapa y sus coordenadas geográficas, se enlistan en la Tabla 1 y Fig. 1

Tabla 1. Lugar de muestreo y coordenadas geográficas de las poblaciones de *Artemia* consideradas en este estudio.

Especies	Localidad	País	Coordenadas geográficas
<i>Artemia urmiana</i>	Lago Urmia	Iran	37°36´ N 45°30´ E
<i>Artemia franciscana</i>	Cuatro Ciénegas de Carranza, Coahuila (CCI)	México	26°56´ N 102°05´ W
<i>Artemia franciscana</i>	Santo Domingo, Zacatecas (ZAC)	México	23°19´ N 101°43´ W
<i>Artemia franciscana</i>	Las Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí (LSLP)	México	22°37´ N 101°43´ W
<i>Artemia franciscana</i>	Texcoco, Edo. de México (TEX)	México	19°33´ N 99°00´ W

Condiciones experimentales

La cantidad de 0.5g de quistes de *Artemia* de cada una de las poblaciones fueron puestos a hidratar durante una hora en agua dulce y descapsulado con una solución de hipoclorito de sodio para remover la cáscara que cubre al embrión (Castro *et al.* 2001). Las poblaciones de México e Irán fueron eclosionadas en recipientes de plástico de 4L con agua a 35gL⁻¹ de salinidad, pH 8-10, temperatura de 23 ± 2°C, con iluminación y aireación continua.

Los nauplios colectados de cada una de las poblaciones, fueron inoculados en recipientes de plástico de 200L con 160L de agua (60 gL⁻¹ salinidad), pH 8-10 y una temperatura de 26 ± 2°C. Cada tercer día, los organismos fueron alimentados con 50mL de salvado de arroz (100 gL⁻¹) y cada día con 1L de la microalga *Tetraselmis* sp. (500,000 cel mL⁻¹). Los animales se mantuvieron bajo estas condiciones durante 21 días.



(a) Mexico



(b) Iran

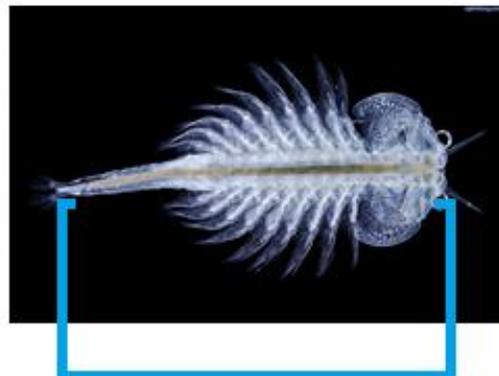
Fig.1. Mapa de los sitios en donde se encuentran las poblaciones de *Artemia* de México e Irán.



**Longitud total
del nauplio**



**Longitud total de los
juveniles**



**Longitud total
de los adultos**

Fig.2. Figura de la biometría total del cuerpo de *Artemia*, en los diferentes estadios considerados en el experimento.

Cada tercer día, la longitud total del cuerpo de los diferentes estadios de los organismos, fueron medidos (Fig.2).

En el programa Excel 2010 se realizó la base de datos para obtener los valores promedio y su desviación estándar de la longitud total del

cuerpo de cada una de las poblaciones (Tatsuoka 1970, Kachigan 1991). Además, se realizó una curva de tendencia con los datos de crecimiento de cada una de las poblaciones con la ayuda del programa Excel 2010.

Tasa de crecimiento de dos especies bisexuales de *Artemia*
Castro-Mejía J, Eimanifar A, Castro-Mejía G, Alcántara-Muñiz NF, Wink M.

La Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA) se obtuvo con la siguiente fórmula (Wooton, 1991):

$$\text{Tasa de Crecimiento Absoluto} = \frac{\text{Longitud}_{\text{final}} - \text{Longitud}_{\text{inicial}}}{\text{Tiempo}_{\text{final}} - \text{Tiempo}_{\text{inicial}}}$$

La tasa de Crecimiento Instantáneo (TCI) se obtuvo usando la siguiente fórmula (Soriano y Hernandez, 2002):

$$\text{Tasa de Crecimiento Instantáneo} = \frac{\text{LN Longitud}_{\text{final}} - \text{LN Longitud}_{\text{inicial}}}{\text{Tiempo}_{\text{final}} - \text{Tiempo}_{\text{inicial}}} \times 100$$

RESULTADOS

Los valores promedio de la longitud total del cuerpo con su desviación estándar, se presentan

en la Tabla 2. Después de 21 días de cultivo, la población de CCI mostro diferencias significativas ($P < 0.05$) comparado con las otras poblaciones de aguas interiores. *A. urmiana* no mostro ninguna diferencia significativa con las poblaciones de *Artemia* de ZAC, LSLP y TEX.

Las curvas de tendencia del crecimiento se presentan en la Fig.3. La mejor curva de tendencia que se presentó para explicar el crecimiento en las poblaciones fue la curva logarítmica.

Los valores de la longitud total, así como las tasas de crecimiento se presentan en la Tabla 3. La población de CCI mostro diferencias significativas ($P < 0.05$) con respecto a las otras poblaciones de *Artemia*. La población de *A. urmiana* no mostro diferencias significativas con las poblaciones de ZAC, LSLP y TEX.

Tabla 2. Valores promedio (\pm D.S.) de los valores de la longitud total del cuerpo de las poblaciones de *Artemia* estudiadas.

Día de muestreo	Poblaciones de <i>Artemia</i> estudiadas				
	Cuatro Ciénegas	Santo Domingo, Zacatecas	Las Salinas, San Luis Potosí	Texoco, Estado de México	Lago Urmia, Irán
0	0.468 ^a	0.430 ^b	0.425 ^b	0.423 ^b	0.469 ^b
D.S.	± 0.013	± 0.010	± 0.007	± 0.018	± 0.012
3	2.039	1.868	1.837	1.825	1.835
D.S.	± 0.121	± 0.114	± 0.148	± 0.167	± 0.117
6	5.310	4.864	4.784	4.750	3.771
D.S.	± 0.162	± 0.287	± 0.257	± 0.120	± 0.485
9	5.536	5.071	4.987	4.952	5.172
D.S.	± 0.136	± 0.139	± 0.232	± 0.118	± 0.912
12	7.932	7.266	7.146	7.096	7.605
D.S.	± 0.143	± 0.273	± 0.271	0.270	± 0.726
15	9.864	9.036	8.885	8.822	8.968
D.S.	± 0.099	± 0.103	± 0.126	± 0.137	± 0.062
18	11.166	10.227	10.057	9.985	10.175
D.S.	± 0.165	± 0.144	± 0.099	± 0.116	± 0.104
21	12.175 ^a	11.152 ^b	10.966 ^b	10.888 ^b	11.110 ^b
D.S.	± 0.094	± 0.065	± 0.078	± 0.110	± 0.118

Nota: Mismas letras en fila, indican no diferencias significativas ($P < 0.05$).

Tasa de crecimiento de dos especies bisexuales de *Artemia*
Castro-Mejía J, Eimanifar A, Castro-Mejía G, Alcántara-Muñiz NF, Wink M.

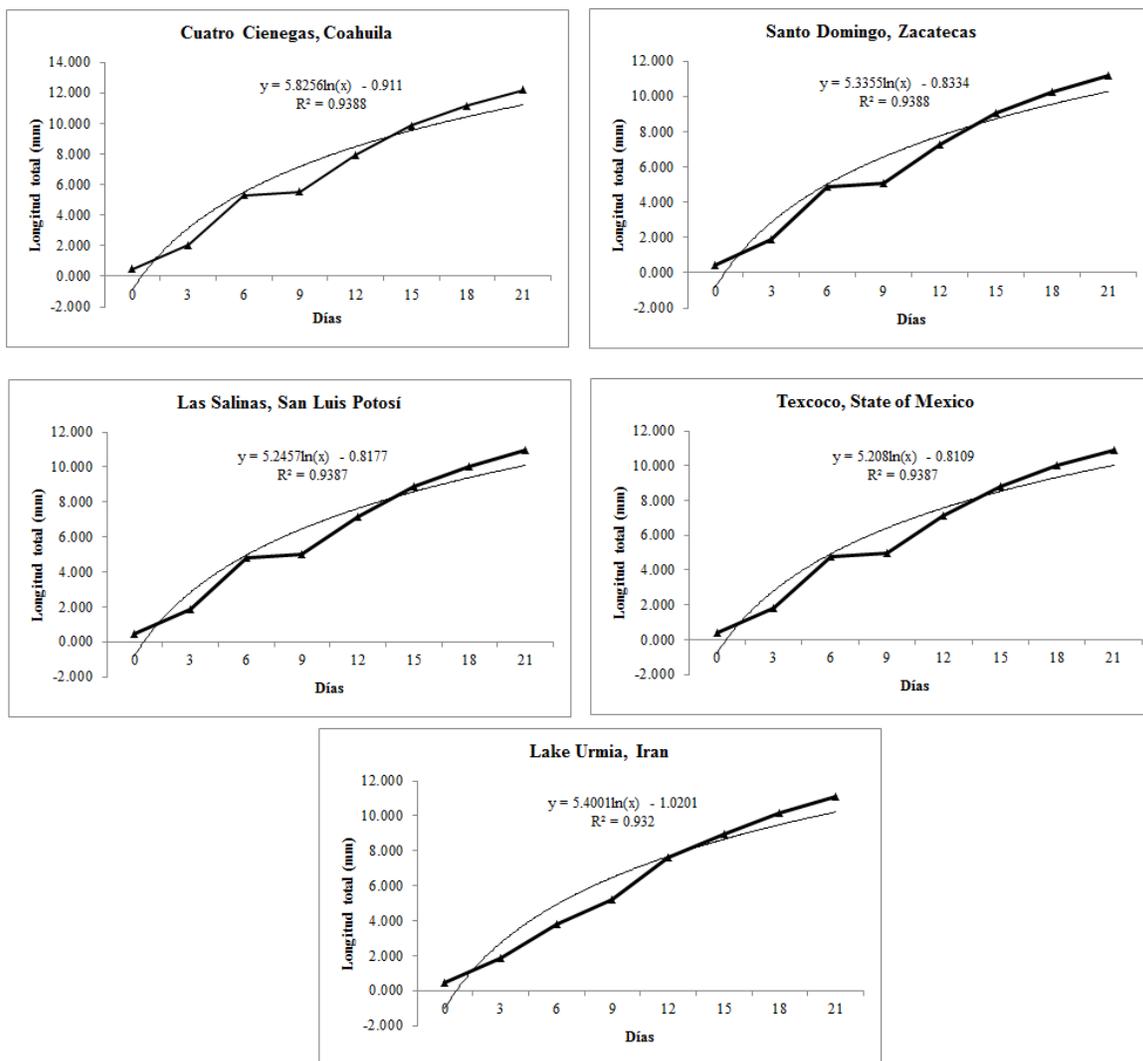


Fig.3. Curvas de tendencia del análisis de los valores de crecimiento en las poblaciones de *Artemia* estudiadas.

DISCUSIÓN

Muchos de los trabajos realizados con diferentes poblaciones de *Artemia* indican que existen diferencias en la sobrevivencia, crecimiento y patrones reproductivos entre ellas (Castro *et al.* 2011). Triantaphyllidis *et al.* (1995), El-Bermawi *et al.* (2004), Agh *et al.* (2008) y Castro *et al.* (2011), reportan que las tasas de crecimiento en *Artemia* es inversamen-

te proporcional a la salinidad y que cada una de las poblaciones de *Artemia* presentan diferentes respuestas a la concentración de la sal en el medio de cultivo. En este caso, la salinidad se mantuvo en los 60 gL⁻¹ durante todo el experimento, para eliminar esta variable físico-química en los valores obtenidos para las tasas de crecimiento de cada una de las poblaciones. Esto se puede observar claramente en los

Tabla 3. Valores de la longitud total y tasas de crecimiento de las poblaciones de *Artemia* estudiadas.

Poblaciones de <i>Artemia</i>	Longitud total del cuerpo (mm)	Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA) (mm)	Tasa de Crecimiento Instantáneo (TIC) (%)
Lago Urmia, Irán	10.64	0.507	11.261
Cuatro Ciénegas, Coahuila	11.71	0.557	11.715
Santo Domingo, Zacatecas	10.72	0.511	11.297
Las Salinas, San Luis Potosí	10.54	0.502	11.215
Texcoco, estado de México	10.64	0.507	11.261

valores de las tasas de crecimiento, por ejemplo las TCA y TCI no mostraron diferencias en los milímetros y porcentaje diario ganado. El mayor valor de crecimiento observado fue en la población de Cuatro Ciénegas, la cual tiene el valor más alto debido también a que comienza con el valor más alto de nauplio al eclosionar con respecto a las otras poblaciones estudiadas. Un nauplio grande, que incremente a la misma tasa de crecimiento que las demás, dar por consecuencia organismos adultos más grandes.

Forster y Hirst (2012), confirman que el tamaño del organismo adulto es un efecto del producto de la tasa de crecimiento (incremento en tamaño y peso con respecto al tiempo) y por consiguiente que las diferencias se muestren al final del estadio adulto y sobre todo cuando el organismo llega a la madurez sexual (Stillweel and Fox 2005).

Considerando la tasa de alimentación, *Artemia* ha sido considerado como un organismo filtrador continuo, no-selectivo, y fagotrófico obligado (Evjemo and Olsen, 1999), el cual ingiere su alimento usando la anténula larval en los primeros estadios morfológicos, pero que durante la etapa de desarrollo post-

embrionaria la función alimenticia es realizada por los toracópodos multifuncionales (Evjemo y Olsen, 1999). Estas estructuras morfológicas cambian a la misma tasa en cada una de las poblaciones estudiadas y por consiguiente se puede dar el mismo ritmo en la tasa de crecimiento del tamaño del cuerpo en los organismos adultos de las poblaciones de *Artemia*. En este experimento, el alimento no fue un factor que estuviere alterando los resultados, debido a que el mismo tipo y la misma concentración fueron usados en el medio de cultivo de todas las poblaciones del experimento y por lo tanto, todas tenían el mismo aporte y transferencia de energía.

Otro factor que pudo ser considerado como variable por las diferencias en las tasas de crecimiento fue la temperatura. Sorgeloos *et al.* (1986), mencionan que para la mayoría de las especies de *Artemia* el intervalo óptimo se encuentre entre los 25-30°C. Los valores de temperatura en este experimento se mantuvieron entre los 26±2°C. Figueiredo *et al.* (2009), y Anger (2001), mencionan que la temperatura puede ser considerado como un factor clave que influye en el desarrollo y

crecimiento de los crustáceos. La tasa de crecimiento de los organismos se incrementa con la temperatura, debido a una aceleración metabólica y un incremento, por lo tanto, de la frecuencia en el proceso de muda en estos organismos. La tasa de crecimiento también se incrementa con la salinidad, pero la literatura concuerda que es la temperatura, el principal regulador del crecimiento en *Artemia* y no la salinidad (Narciso 2000).

Otro factor que pudo ser una variable y modificar los resultados en las tasas de crecimiento, pudo ser el tipo de microalga utilizada para la alimentación de cada una de las poblaciones. La capacidad de digestibilidad, así como el valor nutricional de la microalga puede afectar fuertemente la tasa de crecimiento de estos organismos (Evjemo y Olsen 1999). Estos mismos autores, mencionan que es necesario mantener de forma estable el tipo y la concentración del alimento, así como la densidad de los individuos a alimentar, para no tener variación en las tasas de crecimiento. Estos autores mencionan que la tasa de crecimiento de las poblaciones de *Artemia franciscana* decrece en el estadio pre-adulto (5.2-5.8 mm), pero ellos observaron el mismo tipo de curva de crecimiento. En este experimento, se puede observar los mismos valores en las tasas de crecimiento, tanto en *A. franciscana*, así como con la especie *A. urmiana*.

Sayg (2004) menciona que el aislamiento geográfico de algunas poblaciones que se encuentran en biotopos con características específicas de salinidad y temperatura, dan como resultado en las poblaciones de *Artemia* diferentes intervalos de tolerancia y la posibilidad de responder a estos factores, por parte de cada una de las poblaciones, está dado por una adaptación local, pero que al considerar colocar a las poblaciones bajo las mismas condiciones, se

pueden obtener las mismas respuestas, ya sean positivas o negativas, en el crecimiento de los individuos y por lo tanto poder comparar la información generada.

El conocimiento de las tasas de crecimiento de las diferentes poblaciones de *Artemia*, cultivadas a la misma temperatura, salinidad, tipo y concentración de alimento, es de gran importancia para entender el desarrollo del crecimiento de los organismos. Debido a que existe poca información con respecto a las tasas de crecimiento con las diferentes poblaciones de *Artemia*. Esta información obtenida, permite la realización de predicciones del posible tamaño, así como la producción de biomasa alcanzada por las diferentes poblaciones de *Artemia* y su aplicación en la industria de la acuicultura.

BIBLIOGRAFÍA

- Abatzopoulos TJ., N El-Bermawi, C. Vasdeskis, AD Baxevanis and P. Sorgeloos (2003). Effects of salinity and temperature on reproductive and life span characteristics of clonal *Artemia*. (International Study on *Artemia*. LXVI), *Hydrobiologia* 492 (1-3): 191-199.
- Abatzopoulos TJ, N Agh, G Van Stappen, SM Razavi-Rouhani and P Sorgeloos. (2006a). *Artemia* sites in Iran. *Journal of Marine Biology Association* 86: 229-307.
- Abatzopoulos TJ, AD Baxevanis, GV Triantaphyllidis, G Criel, EI Pador, G Van Stappen and P. Sorgeloos. (2006b). Quality evaluation of *Artemia urmiana* Günther (Urmia Lake, Iran) with special emphasis on its particular cysts characteristics (international study on *Artemia*, LXIX). *Aquaculture* 254: 442-454.
- Agh NG, G Van Stappen, G Bossier, H. Sefhri, V Lofti, SMR Rouhani and P. Sorgeloos. (2008). Effects of salinity on survival, growth, reproductive and life span characteristics of *Artemia* populations from Urmia Lake and neighboring lagoons, *Pakistani Journal of Biology Science* 11: 164-172.
- Anger K. (2001). The biology of decapod crustacean larvae. In: Vonk, R. (Ed.), *Crustacean Issues*, vol. 14. A. A. Balkema Publishers, Lisse. 419 pp.
- Baxevanis AD, N. El-Bermawi, TJ Abatzopoulos and P. Sorgeloos. (2004). Salinity effects on maturation,

- reproductive and life span characteristics of four Egyptian *Artemia* populations (International Study on *Artemia*. LXVIII), *Hydrobiologia* 513: 87–100.
- Bowen ST, EA Fogarino, KN Hitchner, GI Dana, VHS Chow, MR Buoncristiani AN JR Carl. (1985). Ecological isolation in *Artemia*: population differences in tolerance of anion concentrations. *Journal of Crustacean Biology* 5: 106–129.
- Browne RA and G Waniwasekera (2000). Combined effects of salinity and temperature on survival and reproduction of five species of *Artemia*. *Journal Experimental Marine Biology Ecology* 244: 29–44.
- Browne RA., M. Li, G. Wanigasekera, S. Simoneck, D. Brownlee, G. Eiband and J. Cowan (1991). Ecological, physiological and genetic divergence of sexual and asexual (diploid and polyploid) brine shrimp (*Artemia*). *Advances Ecol.*, 1: 41–52.
- Browne RA and ST Bowen. (1991). Taxonomy and population genetics of *Artemia*. pp. 221–235. Browne RA, P Sorgeloos, CNA. Trotman (Eds.). *Artemia Biology*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Browne RA., SE Sallee, DS Grosch, WO Segreti and SM Purser. (1984). Partitioning genetic and environmental components of reproduction and lifespan in *Artemia*. *Ecology* 65(3): 949-960.
- Castro BT., MG Castro, MJ Castro, AR De Lara and SA Malpica. (2001). Alimento vivo para organismos acuáticos. Editorial AGT. S.A. México. 146 p.
- Castro BT, SA Malpica, JM Castro, GM Castro and AR de lara. (2000). Environmental and biological characteristics of *Artemia* ecosystems in México: and updated review. pp. 191-202. In Munawar M, SG Lawrence, IF Munawar and DF Malley (eds.). *Aquatic Ecosystems of México*. Status and scope. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Castro MJ. (2004). Características morfométricas y reproductivas (hibridación) de siete poblaciones de *Artemia franciscana* en México, en relación a su hábitat y latitud. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México. 114 p.
- Castro-Mejía J, T Castro-Barrera, LH Hernández-Hernández, JL Arredondo-Figueroa, G Castro-Mejía and R. De Lara-Andrade (2011). Effects of salinity on growth and survival in five *Artemia franciscana* (anostraca:Artemiidae) populations from Mexico pacific coast. *Rev. Biol. Trop. (int. J. Trop. Biol.)* 59(1): 199-206.
- El-Bermawi N, AD Baxevanis, TJ Abatzopoulos, G Van Stappen and P Sorgeloos. (2004). Salinity effects on survival, growth and morphometry of four Egyptian *Artemia* populations (International Study on *Artemia*. LXVII). *Hydrobiologia* 523: 175-188.
- Evjemo JO and Y. Olsen (1999). Effect of food concentration on the growth and production rate of *Artemia franciscana* feeding on algae (*T. iso*). *Journal of experimental marine Biology and ecology* 242: 273-296.
- Figueiredo J., R van Woelik, J Lin and L. Narciso. (2009). *Artemia franciscana* enrichment model-How to keep them small, rich and alive? *Aquaculture* 294: 212-220.
- Forster J. and AG Hirst. (2012). The temperature-size rule emerges from ontogenic differences between growth and development rates. *Functional Ecology* 26: 483-492.
- Kachigan SK. (1991). *Multivariate statistical analysis. A conceptual introduction*. Radius. New York, EEUU.
- Lavens P. and P Sorgeloos. (2000). The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture, *Aquaculture* 181: 397–403.
- Lenz PH. (1987). Ecological studies on *Artemia*: a review. pp. 5–18. In: Sorgeloos P, DA Bengtson, W Decler and E Jaspers. (eds.). *Artemia Research and its Applications*, Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren, Belgium.
- Narciso L. (2000). *Biologia e Cultivo de Artemia sp.* (Crustacea, Branchiopoda): sua Utilização em Aquacultura. Prémio do Mar Rei D. Carlos 1998. Câmara Municipal de Cascais. 94 p.
- Post FJ and NN Youssef (1977). A prokaryotick intracellular symbiont of the Great Salt Lake brine shrimp *Artemia salina* (L.). *Canadian Journal of Microbiology* 23: 1232-1236.
- Sayg YB (2004). Characterization of parthenogenetic *Artemia* population from Camalti (Izmir, Turkey) and Kalloni (Lesbos, Greece): survival, growth, maturation, biometrics, fatty acid profiles and hatching characteristics. *Hydrobiologia* 527: 227-239.
- Sorgeloos P, P Lavens, PH Leger, W Tackaert and D versichele (1986). *Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture*. Ghent University, Belgium, 319 p.
- Soriano SMB and OD Hernandez (2002). Tasa de crecimiento del pez angel *Pterophyllum scalare* (perciformes: Cichlidae) en condiciones de laboratorio. *Acta Universitaria* 12(2): 28-33.
- Stillwell RC and CW Fox (2005). Complex patterns of phenotypic plasticity: interactive effects of

- temperature during rearing and oviposition. *Ecology* 86:924–934.
- Tatsuoka MM. (1970). Selected topics in advanced statistics. An Elementary Approach. No.6. Discriminant Analysis, IPAT. Illinois, EEUU. 57 p.
- Triantaphyllidis GV, K. Pouloupoulou, TJ Abatzopoulos, CAP Perez and P. Sorgeloos (1995). International study on *Artemia* XLIX. Salinity effects on survival, maturity, growth, biometrics, reproductive and lifespan characteristics of a bisexual and a parthenogenetic population of *Artemia*. *Hydrobiologia*. 302: 215–227.
- Triantaphyllidis GV., GRT Criel, TJ Abatzopoulos and P. Sorgeloos (1997a). International study on *Artemia*. LVIII. Morphological study of *Artemia* with emphasis to Old World strains. I. Bisexual populations. *Hydrobiologia* 357: 139-153.
- Triantaphyllidis GV., GRT Criel, TJ Abatzopoulos, KM Thomas, J Peleman, JA Beardmore and P. Sorgeloos (1997b). International study on *Artemia*. LVII. Morphological and molecular characters suggest conspecificity of all bisexual European and North African *Artemia* populations. *Marine Biology* 129: 477--487.
- Triantaphyllidis GV, TJ Abatzopoulos and P. Sorgeloos. (1998). Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). *Journal of Biogeography* 25: 213–226.
- Van Stappen G. (2002). Zoogeography. Chapter IV. p. 171-224. In. *Artemia* Basic and Applied Biology. Abatzopoulos TJ, JA Beardmore, JS Clegg and P Sorgeloos (eds.). Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 286 p.
- Vanhaecke P., SE Siddall and P. Sorgeloos. (1984). International study on *Artemia*. XXXII. Combined effects of temperature and salinity on the survival of *Artemia* of various geographical origins. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 80: 259–275.
- Wear RG., SJ Haslett and NL Alexander (1986). Effects of temperature and salinity on the biology of *Artemia franciscana* Kellogg from Lake Grassmere, New Zealand, 2. Maturation, fecundity, and generation times. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 98 (1-2): 167-183.
- Wootton RF (1991). Ecology of teleost fishes. Fish and Fisheries Series. Chapman Y and Hall 2-6. Bodanz Row. London SE. 1 8HN 404 p.