

Experiencias preliminares con *Artemia persimilis* (Crustacea, Anostraca) como potencial alimento vivo en acuicultura

Alejandro Sebastián Mechaly¹, Patricia Marta Cervellini¹, Gabriel A. Bambill²

¹ Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional del Sur
San Juan 670. 8000 Bahía Blanca (Argentina)
e-mail: asmechaly@hotmail.com

² Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. INIDEP
Paseo Victoria Ocampo N° 1, Escollera Norte. 7600 Mar del Plata (Argentina)

Resumen

Se llevaron a cabo experiencias de laboratorio para evaluar la utilización del recurso natural, *Artemia persimilis*, como fuente de alimento vivo en acuicultura. El material de estudio consistió en dos cepas de cistos almacenados, *Artemia franciscana* (Platinum grade Argentemia) y *Artemia persimilis* (Artemix), eclosionadas según el método descrito por Sorgeloos. Se determinaron las variables: Eficiencia de Eclosión (EE) (Número nauplios/g cistos), tasa de mortalidad a diferentes concentraciones microalgales (*Nannochloropsis oculata*) y tasa de crecimiento diaria de los nauplios. Todas las experiencias fueron realizadas en el Laboratorio de Microalgas del Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Los valores obtenidos revelaron una EE de 180 000 nauplios/g de cistos (74,5%) en 24 h, para *A. franciscana* y 175 000 (66,6%) en 30 h, para *A. persimilis*. La tasa de mortalidad para ambas especies fue superior al 80% en concentraciones inferiores a 2 millones células algas/ml. La tasa de crecimiento en largo total fue de 465 μm para *A. persimilis* y 502 μm para *A. franciscana*, llegando a 967 μm y 969 μm respectivamente a las 72 h. Los datos fueron analizados estadísticamente (test Tuckey y test Friedman). Las elevadas tasas de EE obtenidas y la adecuada talla de nauplios de *A. persimilis*, confirman la potencialidad de la especie para uso en diversas etapas larvales en acuicultura.

Palabras clave: *Artemia persimilis*, experiencias de laboratorio, nauplios

Summary

Preliminary experiences with *Artemia persimilis* (Crustacea, Anostraca), as potential alive food in aquaculture

Experiences on laboratory were carried out to evaluate utilization of *Artemia persimilis* as a natural resource in aquaculture. Different strains of *Artemia franciscana* (Platinum grade Argentemia) and *Artemia persimilis* (Artemix), hatching in accordance with Sorgeloos method were used. Hatching efficiency (Number nauplii/g cysts), rate of mortality to different concentrations microalgae (*Nannochloropsis oculata*) and daily rate of growth of the nauplii were determined. Experiments were carried out at the laboratory of Microalgas of the Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). The values obtained revealed that hatching efficiency was 180 000 nauplii/g cysts (74,5%) in 24 h, for *A. franciscana* and 175 000 (66,6%) in 30 h, for *A. persimilis*. The rate of mortality for both species was 80% at lower concentrations (2 million cells algae/ml). The rate of growth in total length went of 465 mm for *A. persimilis* and 502 mm for *A. franciscana*, arriving at 967 mm and 969 mm respectively at 72 h. The data was analyzed statistically using test Tuckey and test Friedman. High rates of Hatching Efficiency and the adequate size of nauplii of *A. persimilis*, confirm the potentiality of the species to use them in aquaculture.

Keywords: *Artemia persimilis*, laboratorial experiences, nauplii

Introducción

Los anostracos pertenecientes a la Clase Branchiopoda habitan charcos temporarios continentales, de agua dulce o salina. Estos cuerpos de agua sufren períodos de desecación o congelamiento y su tamaño puede variar desde pequeños charcos a los costados de los caminos, hasta extensas salinas (Cohen, 1995).

El género *Artemia* (Leach, 1819), a pesar del amplio intervalo de salinidades que tolera, no ha conquistado el mar, lo cual estaría relacionado con el hecho de que es muy sensible a la depredación y es rápidamente erradicado en presencia de peces (Cohen, 1995). Este género considera especies bisexuales y partenogenéticas (Crespo, 1999), formando cistos como parte de la estrategia de supervivencia, cuando las condiciones son desfavorables (Ortega García, 1991).

La importancia de la *Artemia* radica en el cultivo en laboratorio de los nauplios como suplemento proteico o como alimento vivo en acuicultura (Amat, 1985; Castro y cols, 1995). De hecho, los nauplios son nutricionalmente adecuados, fáciles de obtener como presa móvil de talla apropiada, incubados a partir de sus cistos en estado latente obtenibles comercialmente. A su vez, son más atractivos y versátiles para las especies cultivadas que sus propias dietas naturales las cuales son difícilmente colectadas (Tackaert y cols, 1989). Es un alimento de gran valor nutricional que cubre los requerimientos de macro y micronutrientes que requieren las larvas de peces y crustáceos, debido a la presencia de ácidos grasos esenciales o HUFAs (Crespo, 1999).

La fuerte demanda de *Artemia* causa cuellos de botella en el abastecimiento, además de los problemas debidos a los altos precios y a la baja calidad (Sorgeloos y cols, 1986). En la actualidad se comercializan cistos principalmente de la especie *A. franciscana*, proveniente del gran lago salado de Estados Unidos. No obstante se están explotando otras especies, principalmente en China, Brasil, y Vietnam (de los Ríos, 2001).

La especie *Artemia franciscana* es la dominante a nivel mundial, distribuyéndose desde Canadá hasta Chile. Por otro lado en Argentina también se encuentra la especie *Artemia persimilis* (Piccinelli y Prosdociami, 1968), considerada endémica hasta 1996, año en que se halló en el sur de Chile (Gajardo y cols, 1999; de los Ríos y Zúñiga, 2000).

Mientras algunos países de América Latina no tienen *Artemia* en sus costas y dependen de inoculaciones masivas de este crustáceo, Argentina posee áreas aptas para el aprovechamiento de cistos de *Artemia* como las lagunas hipersalinas de la provincia de Buenos Aires (Álvarez-León, 1994).

El estudio de la especie *A. persimilis* en Argentina, es fragmentario y está basado principalmente en aspectos sistemáticos y de distribución (Cohen, 1995, 1998). Escaseando aun información sobre las características de su cultivo, por lo tanto los estudios a escala experimental serían de gran importancia para garantizar un desarrollo sostenido del recurso en acuicultura.

El objetivo del presente trabajo, consistió en determinar mediante experiencias de laboratorio, las características de eclosión, eficiencia y tallas de los nauplios de la *A. persimilis* con el fin de analizar la aplicabilidad práctica del recurso en acuicultura.

Material y métodos

Con el objetivo de analizar la aplicabilidad práctica del recurso natural *Artemia persimilis* en acuicultura, se llevaron a cabo experiencias de laboratorio. El material de estudio consistió en cepas de la especie *A. franciscana* (Platinum grade Argentemia) y *A. persimilis* (Artemix).

Determinación de las características de eclosión (Sorgeloos, 1986)

Se colocó 1 g de cistos de cada especie en una solución descapsuladora, donde permanecieron 2 minutos, se agitó constantemente con una varilla de vidrio y se enjuagó con agua dulce. Para el lavado y desactivación de residuos descapsulantes, se extrajeron los cistos de la solución y se filtraron a través de una malla de 120 μm , se colocó 1 g de cistos en tanques troncocónicos de 50 l. Se mantuvieron diferentes parámetros fundamentales para la incubación de cistos: salinidad a 33‰, temperatura a 28°C, pH entre 8 y 8,2, oxígeno a saturación y luz diurna.

A las 24 h, se retiró del tanque artemiero una jarra con 1 l de agua. Se obtuvieron muestras de 1 ml con pipeta Pasteur, las cuales se contaron con cámara de Sedgwick Rafter, al microscopio óptico. La misma operación se realizó en 90 réplicas, obteniéndose una media de las réplicas y expresando el valor obtenido en número de cistos/50 l. El mismo procedimiento se realizó a las 27, 30 y 48 h. Se determinó el porcentaje de eclosión (PE): número de nauplios/100 cistos y la eficiencia de eclosión (EE): número de nauplios/1 g de cistos.

Determinación de las características de la microalga *Nannochloropsis oculata*, como alimento para *A. persimilis*

Para determinar las características de la microalga *N. oculata* como alimento, se realizaron experiencias para las especies *A. persimilis* y *A. franciscana* a diferentes concentraciones algales; 0,5 x 10⁶ cel/ml, 1 x 10⁶ cel/ml, 2 x 10⁶ cel/ml y un control sin algas.

Se inocularon frascos con 40 nauplios recién eclosionados en 100 ml de suspensión de microalgas a las concentraciones celulares mencionadas, por un período de 7 días. Se realizaron 2 réplicas (Sorgeloos y cols, 1986; Tizol, 1994). Los nauplios fueron extraídos con pipeta Pasteur y contados en su totalidad.

Una vez transcurridos los 7 días se contaron los organismos vivos, fijados previamente con solución lugol. Se midió el largo total en un analizador de imagen, calculando posteriormente el largo medio para cada una de las concentraciones estudiadas. Se determinó el porcentaje de mortalidad para cada frasco. Los parámetros fundamentales medidos en la experiencia fueron: salinidad a 33‰, temperatura a 28°C, pH entre 8 y 8,5 y luz diurna. Las muestras se analizaron estadísticamente con un ANOVA de 2 factores y un test de Tukey.

Determinación de la tasa de crecimiento diaria

Se colocó a eclosionar 1 g de *A. persimilis* y 1 g de *A. franciscana*. En los mismos tanques artemieros se inoculó 2 x 10⁶ cel/ml de concentración de microalgas (*N. oculata*). Se midió el largo total de 40 nauplios, un vez por día, durante 5 días consecutivos. También se realizó un recuento de la concentración algal para mantenerla constante. Se midieron los parámetros abióticos: pH, temperatura y salinidad. Los resultados se analizaron por medio del test de Friedman.

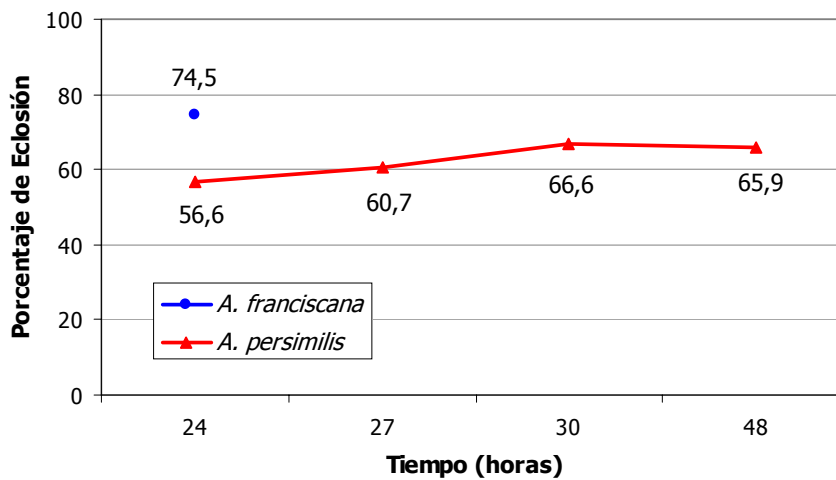
Resultados

Determinación de las características de eclosión

Para la cepa de cistos de la especie *A. franciscana* se obtuvo un porcentaje de eclosión de 74,5% a las 24 h, valor significativamente mayor al 56,6% de la especie *A. persimilis*. Por otro lado, al no existir valores de referencia en la literatura para esta última especie, también se realizaron recuentos en los tiempos T= 27, 30 y 48 h, registrándose un PE de 66,6% para un T= 30 h.

En cuanto a la eficiencia de eclosión, los valores obtenidos fueron 180 000 nauplios/g para *A. franciscana* a las 24 h, mientras que para *A. persimilis* los valores fueron 175 000 nauplios/g a las 30 h (Figura 1).

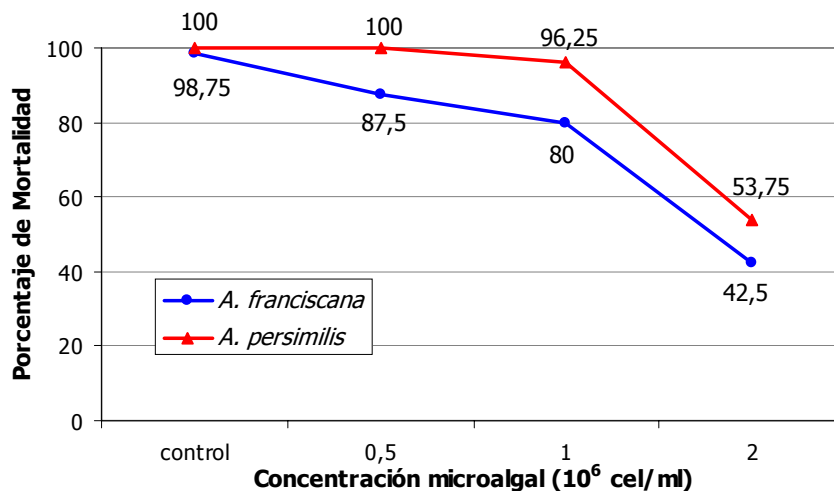
Figura 1. Resultados de eficiencia de eclosión (EE).



Determinación de las características de la microalga *N. oculata*, como alimento para *A. persimilis*

Al variar las concentraciones algales se generaron cambios estadísticamente significativos en el porcentaje de mortalidad ($p=0,0001$). Existieron diferencias entre los porcentajes de mortalidad correspondientes a las dos especies ($p=0,0065$).

Figura 2. Mortalidades de nauplios (%) a diferentes concentraciones microalgales.

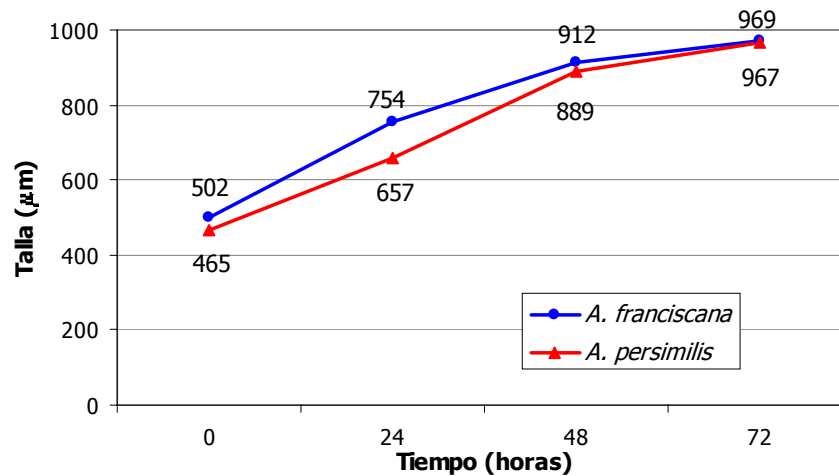


Las diferencias estadísticamente significativas quedaron establecidas entre el tratamiento de 2×10^6 cel/ml y las restantes concentraciones algales ($p=0,0002$, $p=0,0005$ y $p=0,0017$). Para ambas especies, el menor porcentaje de mortalidad correspondió a la concentración algal 2×10^6 cel/ml (Figura 2).

Determinación de la tasa de crecimiento diaria

En cuanto al crecimiento diario de los nauplios de las dos cepas testeadas, los resultados indican que existieron diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento de las dos especies ($p<0,045$). El largo total para los nauplios recién eclosionados fue de 465 μm para *A. persimilis* y 502 μm para *A. franciscana*, llegando a 967 y 969 μm respectivamente, a las 72 h. (Figura 3).

Figura 3. Tallas de nauplios recién eclosionados (μm) en función del tiempo (h).



Discusión

Los criterios para definir la calidad de *Artemia* y su uso como un organismo útil en larvicultura son el porcentaje de eclosión, eficiencia de eclosión, biomasa, tasa y su valor nutricional (Sorgeloos y cols, 1986).

Los resultados de Porcentaje de Eclosión (PE) y Eficiencia de Eclosión (EE) reflejan la calidad del producto y varían de acuerdo al manejo y a las condiciones a que se someten los cistos. Amat (1985), menciona que de la literatura la mejor calidad de EE obtenida en una serie de controles realizados sobre productos comerciales fue de 294 000 nauplios/g, por otro lado Sorgeloos y cols. (1986) señala que el porcentaje considerado como bueno es por arriba del 70% y la eficiencia de eclosión debe ser superior a 250 000 org/g. Amat y cols. (1994) obtuvieron para cistos de las Salinas Chicas, Argentina una EE de $8\,330 \pm 8,036$ a las 24 h y de $16\,660 \pm 3,818$ a las 8 h. Los resultados de EE y PE, para *A. persimilis* en nuestras experiencias podrían considerarse, relativamente buenos si se comparan con los valores obtenidos por estos autores.

En nuestros ensayos, la cepa comercial, *A. franciscana* registró a las 24 h, un porcentaje de eclosión mucho más elevado (74,5%) respecto al valor de *A. persimilis* (56,6%), mientras que a las 30 h *A. persimilis* subió a 66,6%. Cuando analizamos estos datos con la eficiencia de eclosión (EE), se obtienen valores similares, ya que *A. franciscana* con el 74,5% obtuvo un número de 180 000 nauplios/g de cistos, en 24 h y *A. persimilis* con el 66,6% obtuvo 175 000 nauplios/g en 30 h. La obtención de

valores de EE próximos para las dos especies, podría deberse a la menor talla que presentaron los nauplios de *A. persimilis*.

A pesar de que las microalgas son consideradas el alimento más adecuado para *Artemia*, no se pueden valorar como alimento único en los cultivos intensivos, pues para producciones en gran escala de biomasa, no es económicamente rentable debido a los grandes volúmenes necesarios (Tizol, 1994). Castro y cols. (1989) obtuvieron buenos resultados de crecimiento y supervivencias elevadas con distintos tipos de dietas, no regida a base de microalgas. Tizol (1994) recomienda como la mejor concentración para obtener una alta supervivencia y tasa de crecimiento, valores de concentración algal de $1,2 \times 10^6$ cel/ml.

En las experiencias, donde se utilizó *N. oculata* como fuente de alimento para *Artemia*, se registraron los mejores valores de supervivencia en aquellas concentraciones algales superiores a 2×10^6 cel/ml.

En relación al tamaño de nauplios en Argentina, Amat y cols. (1994) obtuvieron un tamaño medio de nauplios recién eclosionados en poblaciones de Salinas Chicas de $403 \pm 0,026 \mu\text{m}$ y en Colorada Chica de $422 \pm 0,026 \mu\text{m}$. Por otro lado, Dhont y cols. (1993) encontraron nauplios de $431 \mu\text{m}$ en poblaciones de la Provincia de Buenos Aires. Las tallas naupliares en nuestras experiencias registraron valores de $502 \mu\text{m}$ para

A. franciscana y $465 \mu\text{m}$ para *A. persimilis*, por lo tanto los resultados son coincidentes con los obtenidos para otros cuerpos de agua en la provincia de Buenos Aires. Como señalan Vilela y Menezes (1994), las tallas de nauplios de menor tamaño, son las mejores para la utilización como alimento vivo en peces marinos y crustáceos, por consiguiente en dicho criterio se confirmaría el potencial de *A. persimilis* para esos propósitos.

Los buenos resultados de porcentaje de eclosión y la adecuada talla naupliar, confirman la potencialidad de los nauplios de *A. persimilis*, para su producción si se los compara con las cepas comerciales.

Por todo lo mencionado, esta especie podría ser una buena alternativa para la utilización como alimento vivo en acuicultura en Argentina y permiten continuar las investigaciones, orientadas hacia una futura producción comercial.

Bibliografía

1. Alvarez León, R. (1994). La *Artemia* en Colombia: Antecedentes, avances y perspectivas de su utilización. Rev. Lat. Acui. OLDEPESCA, 43:91-96
2. Amat, F. (1985). Utilización de *Artemia* en acuicultura. Inf. Tecn. Inst. Inv. Pesq. 56 pp
3. Amat, F., F. Hontoria, J.C. Navarro, R.G. Cohen y S. Rodriguez. (1994). Aproximación preliminar a la distribución del género *Artemia* (especie *A. persimilis*) en Argentina. Provincias de Buenos Aires y La Pampa. Mem. VIII Congr. Lat. Acui. 67-75
4. Castro, G., J. Castro, R. de Lara, C. Gallardo, I. Salazar y B. Sánchez. (1989). Características biométricas generales, modo de reproducción y aislamiento reproductivo de la población silvestre de *Artemia* sp. de las Salinas de Hidalgo, Potosí. Rev. Lat. Acui, Perú, 39:18-24
5. Castro, M.J., S.A. Malpica, G.I. Rodríguez, B.T. Castro y R. de Lara. (1995). Análisis morfométrico de la *Artemia* sp en la salina "Las Coloradas", Oaxaca, México. Oceanol., 2(6):116-128
6. Crespo, J.E. (1999). Sobre la reproducción de tres poblaciones sudamericanas de *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) (Crustacea, Anostraca). Bol. Soc. Biol., Chile, 70:1-5
7. Cohen, R.G. (1995). Crustacea Anostraca. En: Ecosistema de Aguas Continentales. Metodologías para su estudio. E.C. Lopretto y G. Tell. Ed. Sur. La Plata, Argentina. 871-895
8. Cohen, R.G. Anostraca. (1998). En: Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva biotaxonomía. J.J. Morrone y S. Coscarón. Ed. Sur. La Plata, Argentina. 491-501

9. de los Ríos, P.R. y O. Zúñiga. (2000). Biometric comparison of the frontal knob in american populations of *Artemia* (Anostraca Artemiidae). *Rev. Chil. Hist. Natur.*, 73:31-38
10. de los Ríos, P.R. (2001). Crecimiento en poblaciones de *Artemia franciscana* y *A. persimilis* (Crustacea: Anostraca) en condiciones controladas. *Rev. Biol. Trop.*, 49(2):629-634
11. Dhont, J., P. Lavens y P. Sorgeloos. (1993). Preparation and use of *Artemia* as food for shrimp and prawn larvae. En: CRC Handbook of Mariculture. J.P. McVey. 2nd Edition. Vol. I. Crustacean Aquaculture, Florida (USA). 61-93
12. Gajardo, G.M., C. Mercado, J.A. Beardmore y P. Sorgeloos. (1999). International study on *Artemia*. LX. Allozyme data suggest that a new *Artemia* population in southern Chile (50°29' ; 73°45'W) is *A. persimilis*. *Hydrobiol.*, 405:117-123
13. Ortega Garcia, A. (1991). Zooplancton: Su cultivo. Conselleria de Pesca, Marisqueo e Acuicultura. Xunta de Galicia. 871-895
14. Sorgeloos, P., P. Lavens, P. Léger, W. Tackaert y D. Versichele. (1986). Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in Aquaculture. State University of Ghent, Belgium. 319 pp
15. Tackaert, W., P. Larger, P. Lavens y P. Sorgeloos. (1989). El cultivo y uso de la *Artemia* en la acuicultura. En: El cultivo del camarón, langostino y cangrejo en el mundo: bases y tecnologías. J.C. Chávez y S. Nishizaki. McGraw Hill, México. 187 pp
16. Tizol, R. (1994). Evaluación de diferentes densidades de la microalga *Nannochloropsis oculata* como alimento para *Artemia*. *An. Inst. Invest. Mar. Punta. Betín.*, 23:199-203
17. Vilela, M.H. y M.A. Menezes. (1994). Characterization of *Artemia* sp. bisexual populations from Sado Estuary salines: Biometry and hatching characteristics. *Inst. Port. Invest. Marit., Portugal.* 1:187-194