AquaTechnica 8(2):92-101 (2026)
ISSN 2737-6095
DOI https://doi.org/10.33936/at.v8i2.8699
https://doi.org/10.5281/zenodo.20618585

Efecto de diferentes estrategias de alimentación con zooplancton sobre la supervivencia larval del pez payaso *Amphiprion ocellaris* (CUVIER, 1830) bajo condiciones controladas

Effect of different zooplankton feeding strategies on the larval survival of the Clown anemonefish *Amphiprion ocellaris* (Cuvier, 1830) under controlled conditions

Ernesto Mata Picos[1,2], **Thomas Blanco**[1,3], **Pedro Rodríguez**[1,2], **Carlos Lira**[1,2]
[1] Centro Nacional de Investigación de Pesca y Acuicultura (CENIPA), Caracas, Venezuela
[2] Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Universidad de Oriente, Isla de Margarita, Venezuela
[3] Universidad Bolivariana de Venezuela, Porlamar, Isla de Margarita, Venezuela

Correspondencia: *Ernesto Mata Picos* ***E-mail:*** *ematapicos@gmail.com*

Artículo original | *Original article*

Palabras clave
alimento vivo
supervivencia
peces ornamentales
copépodos
rotíferos

RESUMEN | El pez payaso, *Amphiprion ocellaris,* es muy popular en el comercio de acuarios marinos por su coloración atractiva, su alta resistencia y su comportamiento dócil. Este estudio tuvo como finalidad determinar la dieta zooplanctónica, así como su concentración y combinación más adecuadas para la larvicultura de la especie. En la fase I, las mayores supervivencias larvales se obtuvieron con copépodos *Apocyclops distans* (52,00 ± 3,19 %), seguidas por la mezcla de dieta copépodos/rotíferos (33,40 ± 2,77 %) y, posteriormente, por rotíferos *Brachionus plicatilis* (29,90 ± 2,82 %). El análisis mediante PERMANOVA reveló diferencias estadísticamente significativas entre las dietas ($F = 23,59$; $p < 0,05$), en las densidades zooplanctónicas ($F = 9,59$; $p < 0,05$) y en sus interacciones ($F = 8,01$; $p < 0,05$). En la segunda fase del estudio, se registraron tasas de supervivencia larvaria considerablemente más elevadas: 92,20 ± 0,42 % con copépodos, 89,40 ± 1,19 % con la mezcla de copépodos/rotíferos y 81,60 ± 0,75 % con rotíferos. Al comparar estos resultados con los obtenidos en la fase I, se evidenció un incremento en la supervivencia larval, lo que permitió vincular los porcentajes de eclosión con la densidad de presas zooplanctónicas, los horarios de alimentación y el número de raciones suministradas al día, elementos de gran relevancia en el cultivo larval de *A. ocellaris.* Los porcentajes de supervivencia observados recomiendan incorporar el copépodo *A. distans* a la dieta larvaria de *A. ocellaris*. Dichos resultados pueden estar relacionados con su composición nutricional, la estimulación del comportamiento depredador de las larvas y la variedad de tamaños óptimos para la larvicultura de *A. ocellaris*, lo que podría mejorar la asimilación del alimento. No obstante, estos factores deberán ser evaluados de forma específica, dado que el empleo de *A. distans* en esta investigación permitió optimizar la producción de larvas de pez payaso.

Keywords
live food
survival
ornamental fish
copepods
rotifers

ABSTRACT | The clown anemonefish, *Amphiprion ocellaris*, is very popular in the marine aquarium trade for its attractive coloration, hardiness, and docile behavior. This study aimed to determine the most suitable zooplankton diet, as well as the concentration and combination, for rearing the species' larvae. In phase I, the highest larval survival rates were obtained with the copepod *Apocyclops distans* (52.00 ± 3.19 %), followed by the copepod/rotifer diet mixture (33.40 ± 2.77 %) and, subsequently, by *Brachionus plicatilis* rotifers (29.90 ± 2.82 %). PERMANOVA analysis revealed statistically significant differences among diets ($F = 23.59$; $p < 0.05$), zooplankton densities ($F = 9.59$; $p < 0.05$), and their interactions ($F = 8.01$; $p < 0.05$). In the second phase of the study, larval survival rates were considerably higher: 92.20 ± 0.42% with copepods, 89.40 ± 1.19% with the copepod/rotifer mixture, and 81.60 ± 0.75% with rotifers. Compared with Phase I results, these values indicated higher larval survival and supported a link between hatching rates and zooplankton prey density, feeding schedules, and daily feeding frequency—factors critical to rearing *A. ocellaris* larvae. The observed survival rates supported including the copepod *A. distans* in *A. ocellaris* larval diets. These results may relate to its nutritional composition, stimulation of larval predatory behavior, and optimal size range for *A. ocellaris* larviculture, which may improve food assimilation. However, these factors should be evaluated separately, since using *A. distans* in this study helped optimize clown anemonefish larval production.

Recibido: 04-09-2026 | **Aprobado:** 16-10-2026 | **Versión final:** 06-11-2026

INTRODUCCIÓN

El suministro de larvas de peces marinos de alta calidad para la acuicultura ha mejorado en los últimos años gracias a los avances tecnológicos y científicos. Sin embargo, para muchas especies, la producción masiva de juveniles sigue obstaculizada por el conocimiento limitado sobre los requerimientos nutricionales y la fisiología digestiva y nutricional de las larvas (Conceição *et al*. 2003; Gleaves 2009). La primera alimentación exógena de la larva se considera el período más crítico del cultivo y constituye un cuello de botella tecnológico para las especies que se han propuesto cultivar (Taylor-Cota 2017; Tovar-Ramírez *et al.* 2017). Las larvas poseen una capacidad de depredación limitada (detección y captura), debido a su inmadurez mandibular, muscular y del sistema óptico (Hu *et al*. 2018; Pan *et al*. 2022). Por lo tanto, la expansión de la producción de larvas de peces marinos durante su etapa de alimentación requiere el avance de tecnologías más sofisticadas, tanto en larvicultura como en la cría de juveniles, para asegurar un suministro suficiente de organismos de excelente calidad para los sistemas de engorde (Escárcega-Rodríguez 2021).

Los avances en el cultivo y la producción de larvas de peces marinos han abierto nuevas posibilidades para desarrollar modelos productivos a pequeña escala orientados a diversificar las actividades de la acuicultura. Un ejemplo de ello es la acuariofilia marina, una actividad que se ha consolidado como un pasatiempo popular y en constante expansión a nivel mundial (Lango-Reynoso *et al*. 2012). La mayoría de los organismos de mayor demanda en este mercado (aproximadamente 1.471 especies) procede de la región tropical de los océanos Índico y Pacífico occidental (Lango-Reynoso *et al*. 2012). Particularmente, la familia Pomacentridae es la más popular en el comercio de peces ornamentales marinos, representando el 50% del consumo total de importaciones debido a su coloración atractiva, su gran resistencia, su comportamiento dócil y su facilidad de manejo en acuarios (Latorre-Pozos 2017). En Venezuela existen diversas iniciativas para la producción de organismos marinos de interés ornamental, orientadas a lograr una producción controlada durante todo el año. Por ejemplo, el pez payaso, *Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830, es uno de los peces más populares en el mundo de la acuariofilia gracias a su facilidad de manejo y a sus espectaculares colores.

Los protocolos para el mantenimiento y la reproducción de peces marinos ornamentales en cautiverio han sido documentados (Ospina-Salazar *et al*. 2011; Santos-Acevedo *et al*. 2011; Chen *et al*. 2020; Pouil *et al*. 2020). Sin embargo, la información sobre su cultivo y alimentación larvaria es ambigua, lo que genera enormes vacíos en la tecnología y en los procesos de levantamiento larvario que, en ciertos casos, provocan caídas drásticas en la producción de emprendimientos acuícolas ornamentales a nivel regional. La presente investigación tiene como finalidad determinar la dieta zooplanctónica, así como su concentración y combinación más adecuadas para optimizar la larvicultura de la especie, de modo que los emprendedores puedan obtener producciones óptimas de pez payaso en condiciones controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Reproductores de *Amphiprion ocellaris*

Un total de 128 reproductores del pez payaso (*A. ocellaris*), con una talla promedio de 2-4 cm de longitud total, fueron adquiridos en tres tiendas de peces ornamentales ubicadas en el territorio nacional. Una vez en el laboratorio, los ejemplares fueron aclimatados y mantenidos en tanques de polietileno de alta densidad, de 400 L de capacidad, con agua de mar filtrada y esterilizada (28 ± 1 °C; 37 ± 1 ‰). Diariamente, se alimentaron cada 2 h hasta la saciedad con un alimento comercial (Tetra Marine®, granos XL). Al cabo de un mes, se procedió a emparejar a los animales, eligiendo organismos que no presentaban malformaciones estructurales y que mostraban una natación excelente y una coloración adecuada. Formadas las parejas (32 en total), fueron colocadas en acuarios de vidrio de 30 L de capacidad, cada uno con 25 L de agua de mar filtrada y esterilizada. Estos acuarios poseían tres de sus lados oscuros (laterales y posterior) para reducir los reflejos y los estímulos visuales externos, y solo el lado frontal estaba sin pintar para facilitar la observación y el mantenimiento de los organismos (Mata *et al*. 2026). Los peces fueron alimentados con *Artemia* sp. adulta viva, biomasa de misidáceos (*Metamysidopsis insularis*) congelada y alimento seco (Tetra Marine®), alternando entre ellos cada 2 h durante 10 h diarias. Además, como refugios para las parejas se utilizaron materos de barro pequeños y cónicos. El ensayo se mantuvo bajo un fotoperiodo de 12 h de luz y 12 h de oscuridad, utilizando lámparas incandescentes de luz blanca de 40 W. Diariamente se registraban la temperatura con un termómetro digital (± 1 de apreciación), la salinidad con un refractómetro portátil (± 1 de apreciación) y el amonio, siguiendo lo recomendado por Strickland y Parsons (1972).

Larvas de *Amphiprion ocellaris*

Una vez registrados los desoves y la fertilización, cada matero que contenía las masas ovígeras fue trasladado a un acuario de vidrio de 60 L de capacidad (55 cm de largo por 41 cm de ancho por 27 cm de profundidad), con caras laterales y posteriores oscuras y fondo blanco, y con 40 L de agua de mar filtrada y esterilizada. Cada matero fue colocado con sumo cuidado en el fondo del nuevo acuario y, por la parte posterior del recipiente, se le suministró aire mediante una piedra difusora de burbujas finas, lo que permitió crear una corriente suave de agua para mantener la masa ovígera aireada y en constante movimiento.

Detectada la eclosión de las larvas, se taparon el frente y la mitad superior del acuario con láminas negras de plexiglás para evitar la luz excesiva en el sistema de cultivo. Inmediatamente, se retiró el recipiente, se verificó si quedaban huevos y/o se determinó el número de huevos inviables. Se calculó el porcentaje de eclosión (%E) comparado con el número total de huevos presentes en la masa ovígera al momento de la puesta, utilizando la siguiente ecuación matemática:

$$\%E = \frac{Nº\ total\ de\ huevos - Nº\ huevos\ muertos}{Nº\ total\ de\ huevos} \times 100$$

En las 32 parejas, cada desove detectado fue manejado en un acuario independiente para larvicultura, cumpliendo con lo establecido para cada dieta zooplanctónica y su concentración, equivalente al manejo de un sistema de producción real; por lo tanto, el número de larvas por réplica fue variable, ya que dependía de la masa ovígera obtenida.

Dieta para larvas de *Amphiprion ocellaris*

Fase I

Se evaluaron tres estrategias alimentarias, por triplicado, mediante la realización de 36 larviculturas de pez payaso, compuestas de la siguiente manera: el rotífero *Brachionus plicatilis*, a tres densidades (0,2; 0,4 y 0,6 organismos/mL), como iniciador del cultivo, con un tamaño de 60 µm el primer día. Para el segundo día de cultivo, se les adicionó a las larvas una proporción del 60 % de rotíferos de talla 60 µm y del 40 % de rotíferos de talla 80 µm. Para el día tres, se suministraron rotíferos de mayor tamaño, a partir de 80 µm. Al cuarto día de cultivo, se alimentaron con rotíferos (100 µm) y se les incluyeron nauplios de *Artemia* sp. recién eclosionados a una densidad inicial de 0,1 organismos/mL, la cual se ajustó posteriormente (estrategia 1).

Por otro lado, se utilizó el copépodo ciclopoide *Apocyclops distans* a tres densidades: 0,2, 0,4 y 0,6 organismos/mL. El primer día, se les suministraron nauplios de *Artemia* sp. a las larvas. Seguidamente, durante el segundo día de cultivo, se suministró a las larvas el mismo zooplancton, pero con una proporción de 60 % de nauplios y 40 % de copépodos. El día tres, se suministraron copépodos de mayor tamaño. Al cuarto día, fueron alimentados con copépodos adultos y se les comenzó a suministrar nauplios de *Artemia* sp. recién eclosionados a una densidad de 0,1 organismos/mL, la cual se ajustó posteriormente a lo largo del tiempo (estrategia 2). Además, se utilizó una mezcla de rotíferos y copépodos (50:50), respetando siempre las condiciones de densidad, número de réplicas y tamaño de las presas previstas en las estrategias alimentarias mencionadas.

El cultivo de *B. plicatilis* y *A. distans* se realizó en tanques de 500 L con agua de mar filtrada y esterilizada, alimentados con la microalga *Tetraselmis chuii*, según lo recomendado por León (2013) y por Cardozo *et al*. (2024). La descapsulación y eclosión de los nauplios de *Artemia* sp. se realizaron según la metodología descrita por Ainza Zazurca (2017). Para determinar sus concentraciones, se tomaron alícuotas de 1 mL de los tanques de cultivo, que se colocaron en cámaras de Bogorov y se cuantificaron con un microscopio estereoscópico.

Fase II

Se realizaron nuevas larviculturas (n = 30), manteniendo las dietas zooplanctónicas y las concentraciones determinadas en la Fase I, y se estableció una tabla de alimentación larval vinculada a los porcentajes de eclosión, al número de larvas nacidas y al horario de alimentación, para evitar el crecimiento explosivo del zooplancton e incrementar la supervivencia larval (Tabla 1). Hay que destacar que, con esta metodología, se alimentaron las larvas del pez payaso cada dos horas,

distribuyendo el alimento diario en cinco raciones.

Tabla 1. Alimentación larval del pez payaso (*Amphiprion ocellaris*) y su relación con los porcentajes de eclosión.
Table 1. Larval feeding of clown anemonefish (*Amphiprion ocellaris*) and its relationship to hatching percentages.

Eclosión larval (%)	Densidad zooplanctónica (pieza/mL)
40-50	0,1 – 0,3
60-70	0,3 – 0,5
70-80	0,5 – 0,7
> 90	0,7 – 0,9

Todos los cultivos larvales de *A. ocellaris* se realizaron siguiendo la metodología de "agua verde", añadiendo la microalga *T. chuii* a una concentración diaria de 200.000 células/mL, y cultivándola con la formulación F/2 de Guillard (1975) a 0,3 mL/L. Además, dos veces al día, por la mañana y al final de la tarde, se retiraba la aireación durante 10 min y, con cuidado, se sifonaba el fondo del acuario. Inmediatamente, se realizaba un recambio de agua del 90 % del volumen del sistema de cultivo a las 08:00 h y del 40 % a las 19:00 h.

Una vez finalizadas las diferentes experiencias, se realizó un análisis de PERMANOVA para evaluar las supervivencias finales obtenidas con las diferentes estrategias y concentraciones utilizadas, utilizando el programa RStudio, ya que permite analizar variables biológicas complejas sin asumir los supuestos restrictivos de la estadística paramétrica tradicional, mediante permutaciones aleatorias de los datos reales (R Core Team 2026). Al detectarse diferencias significativas, se realizaron comparaciones múltiples por pares mediante la corrección de Bonferroni con 9999 permutaciones. Elegida la estrategia alimentaria y su concentración, se iniciaron nuevas larviculturas (n = 45) para estandarizar los procesos de producción del pez payaso en condiciones controladas.

RESULTADOS

Fase I

En la Figura 1A se observa que las mayores supervivencias larvales ($\overline{x}$ ± SD) se obtuvieron con copépodos (52,00 ± 3,19 %), seguidas por la mezcla (33,40 ± 2,77 %) y, en último lugar, por los rotíferos *B. plicatilis* (29,90 ± 2,82 %). Al compararlas mediante el análisis PERMANOVA, se hallaron diferencias estadísticamente significativas en las dietas ($F = 23,59$; $p < 0,05$), en las densidades zooplanctónicas ($F = 9,59$; $p < 0,05$) y en sus interacciones ($F = 8,01$; $p < 0,05$). Por otro lado, en la Figura 1B se observa un incremento de la supervivencia con copépodos y una disminución con el rotífero como dieta principal.

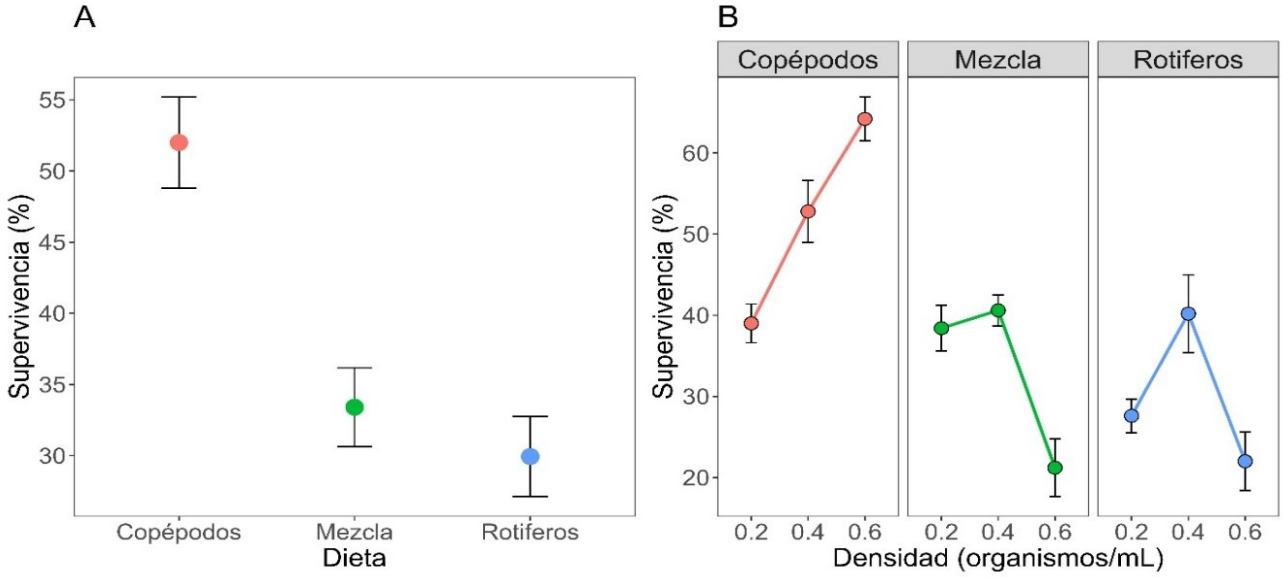

Figura 1. Supervivencia larvaria (%, media ± DE) según el tipo de dieta zooplanctónica (**A**) y la densidad de organismos (organismos/mL) (**B**) durante la larvicultura del pez payaso *Amphiprion ocellaris*.
Figure 1. Larval survival (%, mean ± SD) according to the type of zooplankton diet (**A**) and organism density (organisms/mL) (**B**) during clown anemonefish larviculture *Amphiprion ocellaris*.

Al realizar comparaciones múltiples por pares de las dietas y densidades zooplanctónicas utilizadas, mediante el método de Bonferroni y con 9999 permutaciones, se observan todas las interacciones que presentaron diferencias estadísticamente significativas en las larviculturas del pez payaso (Fig. 2).

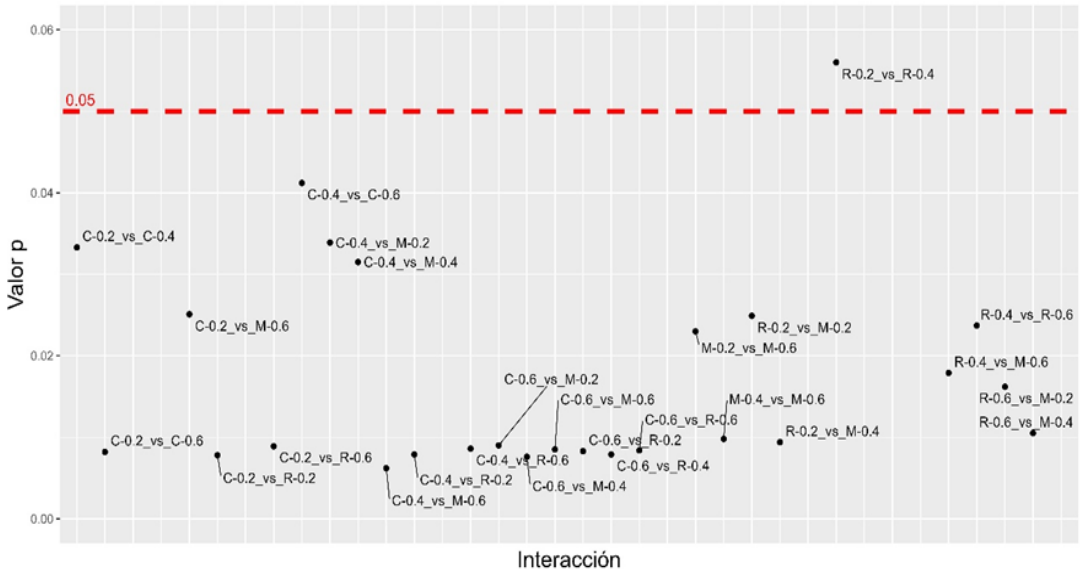

Figura 2. Interacciones con diferencias estadísticamente significativas. **C:** copépodos. **M:** mezcla. **R:** rotíferos. 0,2; 0,4 y 0,6 organismos/mL.

Figure 2. Interactions with statistically significant differences. **C:** copepods. **M:** mixture. **R:** rotifers. 0.2, 0.4, and 0.6 organisms/mL.

Las experiencias realizadas en esta fase arrojan resultados poco satisfactorios en cuanto a los porcentajes finales de supervivencia en las larviculturas del pez payaso. Se detecta una acumulación de rotíferos al final del ciclo diario de alimentación, especialmente a densidades iniciales de 0,4 y 0,6 organismos/mL, con concentraciones de amonio total de 1,43 ± 0,27 mg/L, lo cual podría afectar negativamente la calidad del medio de cultivo y la supervivencia de las larvas.

Fase II

Al finalizar las nuevas larviculturas (n = 30), y con base en los porcentajes de eclosión y en la referencia de la tabla de alimentación, se obtuvieron resultados significativos en la supervivencia larvaria del pez payaso (Fig. 3). Al utilizarse copépodos *A. distans* se obtuvieron altos porcentajes de supervivencia (92,20 ± 0,42 %); en segundo lugar, la mezcla de copépodos y rotíferos (89,40 ± 1,19 %) y, en tercer lugar, el rotífero *B. plicatilis* (81,60 ± 0,75 %). Al comparar estos resultados con los obtenidos en los primeros ensayos (Fase I), se constata un incremento de la supervivencia larval, lo que permite vincular los porcentajes de eclosión con la densidad de presas zooplanctónicas, los horarios de alimentación y la distribución diaria del alimento en raciones, lo cual constituye una herramienta de vital importancia para el cultivo larval de *A. ocellaris.*

Al comparar las medias de supervivencia larvaria del pez payaso obtenidas en la segunda experiencia mediante un análisis PERMANOVA, se detectan diferencias estadísticamente significativas entre las dietas ($F = 42,13$; $p < 0,05$). Tras realizar múltiples comparaciones por pares entre las dietas zooplanctónicas utilizadas, mediante el método de Bonferroni y con 9999 permutaciones, se observan diferencias estadísticamente significativas en las interacciones entre copépodos y rotíferos ($F = 146,53$; $p < 0,001$), entre rotíferos y la mezcla ($F = 30,89$; $p < 0,001$) y, en menor medida, entre copépodos y la mezcla ($F = 4,85$; $p < 0,05$).

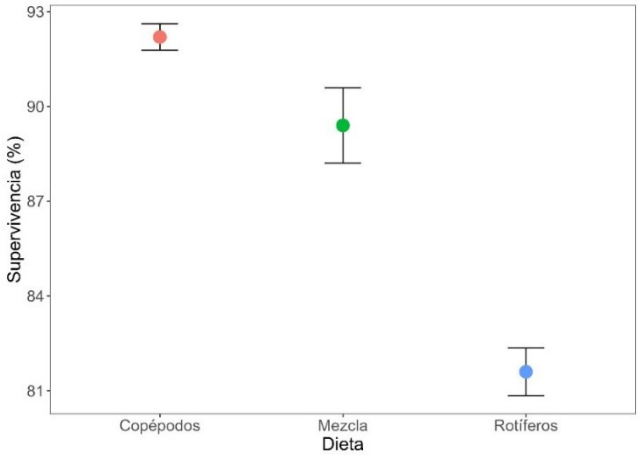

Figura 3. Supervivencia larval (%, media ± DE) del pez payaso *Amphiprion ocellaris* según el tipo de dieta de zooplancton proporcionada.

Figure 3. Larval survival (%, mean ± SD) of the clown anemonefish *Amphiprion ocellaris* according to the type of zooplankton diet provided.

DISCUSIÓN

La superioridad de *A. distans* como alimento vivo para las larvas de *A. ocellaris* se evidenció tanto en la fase I como en la fase II del presente estudio. La supervivencia larvaria obtenida en la fase II con copépodos superó la registrada con la dieta mixta de copépodos/rotíferos y con *B. plicatilis*. Estos resultados coinciden con la condición de los copépodos como presa natural de larvas de peces marinos y con su reconocido valor nutricional, asociado a un perfil favorable de ácidos grasos esenciales, proteínas, carbohidratos, enzimas y compuestos antioxidantes (van der Meeren *et al*. 2008; de Melo-Costa *et al*. 2015; Abate *et al*. 2016). No obstante, la diferencia entre tratamientos no puede atribuirse exclusivamente a la composición bioquímica de las presas, pues en la fase I la densidad zooplanctónica, la frecuencia de alimentación y la interacción entre ambos factores también resultaron significativas. Por lo tanto, la respuesta larvaria debe interpretarse como el resultado conjunto de la calidad nutricional, la disponibilidad de presas de talla adecuada y el manejo adecuado de las raciones de alimento. El desempeño de *A. distans* podría estar relacionado con la estimulación del comportamiento depredador en las larvas. Al tratarse de organismos vivos de movimiento activo y de tamaños compatibles con las primeras etapas del desarrollo, los copépodos pueden favorecer la detección, la captura y la ingesta de alimento, así como estimular la producción de enzimas digestivas y la maduración del tracto digestivo (Matoz-Fernández 2014). Hay que destacar que en el presente estudio no se evaluaron indicadores directos de ingesta, actividad enzimática, crecimiento somático, condición nutricional ni desarrollo histológico; por ello, se formulan hipótesis que requieren verificación experimental.

El menor desempeño del rotífero con dieta exclusiva puede explicarse por una combinación de factores nutricionales y operativos. Aunque *B. plicatilis* es ampliamente utilizado en la larvicultura de peces marinos por su facilidad de producción, su alta tasa de reproducción, la aceptación por parte de las larvas y su valor nutricional, este último depende en gran medida del enriquecimiento previo (Huanacuni y Espinoza 2018; Escárcega Miranda 2021). Diversos autores han señalado que los rotíferos pueden presentar deficiencias de ácidos grasos esenciales, particularmente de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, lo que hace necesaria su fortificación antes de su suministro a las larvas (Rainuzzo *et al*. 1994; Sargent *et al*. 1997; Ramírez-Sánchez 2016). En consecuencia, la menor supervivencia observada al usar los rotíferos como dieta exclusiva podría reflejar tanto limitaciones nutricionales como una oferta alimenticia menos adecuada en términos de tamaño o movilidad para las larvas de *A. ocellaris*.

La acumulación de rotíferos al final del ciclo diario de alimentación resultó ser un factor crítico, especialmente con densidades iniciales de 0,4 y 0,6 organismos/mL. Bajo esas condiciones, se registraron concentraciones elevadas de amonio total (1,43 ± 0,27 mg/L), lo que podría afectar negativamente la calidad del medio de cultivo. Este resultado es consistente con lo señalado por Campaña-Torres *et al*. (2009), quienes atribuyen el incremento de compuestos nitrogenados a la descomposición del alimento no consumido y a la excreción de desechos nitrogenados por las larvas y el zooplancton. Dado que *B. plicatilis* presenta altas tasas de duplicación poblacional (Mata *et al*. 2004), su empleo en sistemas larvarios exige un control estricto de la densidad zooplanctónica, la frecuencia de sifonado y los recambios de agua. Las altas concentraciones de rotíferos no solo representan una pérdida de eficiencia alimenticia, sino que también constituyen un riesgo potencial para la estabilidad fisicoquímica del sistema.

La concentración de amonio registrada en los tratamientos con densidades elevadas de rotíferos es un aspecto relevante, ya que se ha señalado que niveles relativamente bajos de este compuesto pueden generar estrés, afectar las branquias y otros tejidos, disminuir el crecimiento e incrementar la susceptibilidad de los peces a infecciones bacterianas (Francis-Floyd *et al*. 2025). Sin embargo, la interpretación de este resultado debe realizarse con cautela, dado que la toxicidad del amonio depende principalmente de la fracción no ionizada (NH_3), cuya proporción varía con el pH, la temperatura y la salinidad del medio (Parvathy *et al*. 2023). En el presente estudio no se determinó la concentración de amonio no ionizado ni se estableció una relación causal directa entre la concentración de amonio y la mortalidad larvaria. Por ello, los resultados obtenidos permiten identificar el amonio como una variable de riesgo que debe monitorearse con mayor precisión, sin que ello permita establecer de manera definitiva su participación en la mortalidad larvaria.

La dieta mixta de copépodos y rotíferos constituyó una alternativa intermedia en términos de supervivencia. La combinación de ambas presas puede aportar cierta complementariedad nutricional y funcional, al combinar la calidad de los copépodos con la disponibilidad y la facilidad de producción de los rotíferos. Sin embargo, su empleo no eliminó los riesgos operacionales asociados al rotífero, en particular la proliferación poblacional y el posible deterioro de la calidad del agua. Por consiguiente, la mezcla podría ser recomendable cuando se busca mitigar la dependencia de una única presa viva, pero su implementación debería ir acompañada de protocolos que regulen la densidad residual de rotíferos y la carga orgánica del sistema. A pesar de las ventajas observadas con *A. distans*, su incorporación rutinaria en la larvicultura de *A. ocellaris* podría enfrentar limitaciones importantes. La producción masiva de copépodos depende de factores intrínsecos y extrínsecos que condicionan la fecundidad, la embriogénesis, la eclosión y la viabilidad de los nauplios; entre ellos destacan la calidad, la cantidad y las características de las microalgas empleadas como alimento (Santoyo Flores 2020). Esta dependencia puede limitar la continuidad y la escalabilidad de la producción, especialmente en unidades larvarias de pequeña escala. Aunque los resultados respaldan el uso de *A. distans* como dieta de alto valor para la larvicultura de *A. ocellaris*, su aplicación comercial requerirá estandarizar los protocolos de cultivo, garantizar la disponibilidad sostenida de nauplios y evaluar la relación costo-beneficio frente a dietas convencionales enriquecidas.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que el uso del copépodo *A. distans* mejoró la supervivencia larvaria del pez payaso *A. ocellaris* en las condiciones evaluadas. No obstante, el alcance de esta premisa está limitado por las densidades, las frecuencias de alimentación, las condiciones hidrobiológicas y los protocolos de manejo empleados. Futuros estudios deberían evaluar de manera integrada la composición bioquímica de las presas, la ingesta y la selectividad alimenticia, el crecimiento y el desarrollo larvario, la actividad enzimática digestiva, la calidad del agua, incluida la fracción tóxica del amonio, y la viabilidad técnica y económica de la producción masiva de copépodos.

Declaración de conflicto de interés de los autores

Los autores declaran que no tienen ningún interés financiero ni competitivo ni relaciones personales que pudieran haber influido en los resultados presentados en este artículo ni generar conflicto de intereses**.**

Declaración de contribución de autoría (CrediT)

Ernesto Mata Picos: Conceptualización, metodología, investigación, curación de datos, visualización, adquisición de financiamiento, redacción del borrador original. Thomas Blanco: Investigación, metodología, validación. Pedro Rodríguez: Curación de datos, análisis formal y visualización. Carlos Lira: Supervisión, revisión y edición del manuscrito

Agradecimientos

Agradecemos al Ministerio de Ciencia y Tecnología (MINCYT) y a la Gran Misión Ciencia, Tecnología e Innovación “Dr. Humberto Fernández Morán” por el financiamiento de la presente investigación (N° 2025PGP257). Los autores agradecen al Dr. Edgar Zapata Vívenes por su excelente disposición, sus valiosas observaciones y el tiempo dedicado a la revisión del manuscrito, lo cual contribuyó a mejorar su calidad y a facilitar su publicación.

REFERENCIAS

Abate T., Nielsen R., Nielsenjepsen P., Hansen B. (2016). A cost-effectiveness analysis of live feeds in juvenile turbot *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758) farming: copepods versus Artemia. Aquaculture Nutrition 22:899–910. https://doi.org/10.1111/anu.12307

Ainsa Zazurca S. (2017). Mejora del cultivo y del enriquecimiento de metanauplios de *Artemia franciscana* para su aplicación en larvicultura marina. Trab. Grad. Ciencias del Mar. Facultad de Veterinaria y Ciencias Experimentales. Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. España. 43 pp. http://hdl.handle.net/10261/191918

Campaña-Torres A., Martínez-Córdova L., VillarreaL-Colmenares H., Hernández-López H., Ezquerra-Brauer J., Cortés-Jacinto E. (2009). Efecto de la adición del rotífero *Brachionus rotundiformis* (Tschugunoff, 1921) sobre la calidad del agua y la producción, en cultivos super-intensivos de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Revista de Biología Marina y Oceanografía 44(2):335-342. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572009000200007

Cardozo J., Blanco N., Morales D., Rodríguez A., Mata E., Rodríguez P., Blanco T. (2024). Optimización del cultivo de copépodo *Apocyclops distans* (Kiefer, 1956) (Copepoda: Ciclopoidae) en sistemas masivos alimentados con *Tetraselmis chuii* (Butcher,1959). 20º Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar - COLACMAR 2024 e 8º Congresso Brasileiro de Oceanografia - CBO-2024, Itajaí, Santa Catarina, Brasil, 453-454. https://aoceano.org.br/wp-content/uploads/2025/08/livro_resumo_cbo_2024.pdf

Chen J., Zeng C., Dean J., Cobcroft J. (2020). Recent advances of marine ornamental fish larviculture: broodstock reproduction, live prey and feeding regimes, and comparison between demersal and pelagic spawners. Reviews in Aquaculture 12(3):1518–1541. https://doi.org/10.1111/raq.12394.

Conceição L., Grasdalen H., Rønnestad I. (2003) Amino acid requirements of fish larvae and post-larvae: new tools and recent findings. Aquaculture 227:221–232. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00505-2

de Melo-Costa W., Avelar De Carvalho C., Passini G., Teles A., Sozo-Cecchini M., Ronzani-Cerqueira V. (2015). Inclusion of copepod *Acartia tonsa* nauplii in the feeding of *Centropomus undecimalis* larvae increases stress resistance. Latin American Journal of Aquatic Research 43(4):739–744. https://doi.org/10.3856/vol43-issue4-fulltext-12

van der Meeren T., Olsen R., Hamre K., Fyhn H. (2008). Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish. Aquaculture 274(2-4):375-397. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.11.041

Escárcega-Rodríguez S. (2021). Co-alimentación durante el desarrollo temprano de larvas de totoaba *(Totoaba macdonaldi)* bajo condiciones de cultivo. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Baja California, México. https://repositorioinstitucional.uabc.mx/entities/publication/d693a760-8999-46b1-89d9-0f8b2de6f6ec

Francis-Floyd R., Watson C., Petty D., Pouder D., Ibarra-Castro L. (2025). Amonio en sistemas acuáticos: FA16S/FA264, 7/2024. EDIS, 2025(1). https://doi.org/10.32473/edis-fa264-2024

Gleaves V. (2009). Elaboración de microdietas suplementadas con levadura *Debaryomyces hansenii* para la alimentación de larvas de peces marinos. Tesis de maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del NorOeste. Baja California Sur, La Paz, México. http://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/271

Guillard R. (1975). Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: Smith W., Chanley M. (eds) culture of marine invertebrate animals. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-8714-9_3

Hu J., Liu Y., Ma Z., Qin J. (2018). Feeding and development of warm water marine fish larvae in early life. In: Yúfera, M. (ed.). Emerging issues in fish larvae research. (Cham: Springer), 275–296. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73244-2_10

Huanacuni J., Espinoza L. (2018). Producción de alimento vivo para la investigación en acuicultura de peces marinos en la UNJBG, Tacna. Ciencia & Desarrollo 17(1):82 – 86. https://doi.org/10.33326/26176033.2018.22.749

Lango-Reynoso F., Castañeda-Chávez M., Zamora-Castro J., Hernández-Zárate G., Ramírez-Barragán M., Solís-Morán E. (2012). La acuariofilia de especies ornamentales marinas: un mercado de retos y oportunidades. Latin American Journal of Aquatic Research 40(1):12–21. https://doi.org/10.3856/vol40-issue1-fulltext-2

Latorre-Pozos E. (2017). Respuestas fisiológicas y bioenergéticas del pez payaso *Amphiprion ocellaris* (Cuvier, 1830), bajo condiciones óptimas de temperatura y salinidad. Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada-CICESE, Baja California Norte, México. https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/1058

León O. (2013). Parámetros poblacionales del rotífero *Brachionus plicatilis* (Müller, 1786) alimentados con las microalgas *Tetraselmis chuii, Nannochloris oculata* y la mezcla de ellas en cultivo continuo. Tesis de pregrado, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Núcleo de Nueva Esparta. Universidad de Oriente.

Mata E., Rosas J., Velásquez A., Cabrera T. (2004). Inducción hormonal al desove y descripción larval del corocoro *Orthopristis ruber* Cuvier (Pisces: Haemulidae). Revista de Biología Marina y Oceanografía 39(1):21–29. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572004000100003.

Mata E., Blanco T., Rodríguez P., Lira, C. (2026). Manual para la larvivultura del pez payaso *Amphiprion ocellaris* (Cuvier, 1830) en condiciones controladas. XXI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR). Ciudad de Panamá, Panamá. 2026. https://colacmarpty2026.com/#sesiones.

Matoz-Fernández M. (2014). Utilización de copépodos harpacticoideos en larvicultura. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Luis, Argentina. https://www.aquadocs.org/items/9fd85f37-c5ae-49e6-83c0-30c17b8a3f67

Ospina-Salazar G., Santos-Acevedo M., López-Navarro J., Gómez-López D., Álvarez Barrera J., Gómez-León J. (2011). Avances en la reproducción y mantenimiento de peces marinos ornamentales. Serie de Publicaciones Generales N°.46. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de André", Santa Marta, Colombia. 100 pp. https://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/RinconLiterario/2011/junio/F_271.pdf

Pan Y., Dahms H., Hwang J., Souissi S. (2022). Recent trends in live feeds for marine larviculture: A mini review. Frontiers in Marine Science 9:864165. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.864165

Parvathy A., Das J., Jifiriya B., Varghese T., Pillai D., Kumar V. (2023). Ammonia induced toxic-physiological responses in fish and management interventions. Reviews in Aquaculture 15(2):452–479. https://doi.org/10.1111/raq.12730

Pouil S., Tlusty M., Rhyne A., Metian M. (2020). Aquaculture of marine ornamental fish: Overview of the production trends and the role of academia in research progress. Reviews in Aquaculture 12(2):1217–1230. https://doi.org/10.1111/raq.12381

R Core Team (2026). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.R-project.org/

Rainuzzo J., Reitan K., Jørgensen L., Olsen Y. (1994). Lipid composition in turbot larvae fed live feed cultured by emulsion of different lipid class. Comparative Biochemistry and Physiology 107(4):699–710. https://doi.org/10.1016/0300-9629%2894%2990372-7

Ramírez-Sánchez D. (2016). Técnicas innovadoras en el estudio del metabolismo lipídico de organismos marinos de interés para la acuicultura y la acuariología. Tesis de pregrado, Universidad de La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España. https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/915/3179/1/Tecnicas+innovadoras+en+el+estudio+del+metabolismo+lipidico+de+organismos+marinos+de+interes+para+la+acuicultura+y+la+acuariologia..pdf

Santos-Acevedo M., Ospina-Salazar G., López-Navarro J., Sepúlveda-Cárdenas S., Gómez-León J. (2011). Contribución a la biología y al mantenimiento de peces marinos ornamentales: usos potenciales de la biodiversidad. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de André". Serie de publicaciones generales No. 47. Santa Marta. https://www.researchgate.net/publication/236563861_Contribucion_a_la_biologia_y_mantenimiento_de_peces_marinos_ornamentales

Santoyo-Flores J. (2020). Efecto de las dietas microalgales en la alimentación y producción de huevos de *Parvocalanus crassirostris* (Copépoda, Calanoidea). Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, México. https://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/26262

Sargent, J., McEvoy, L., Bell, J. (1997). Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. Aquaculture 155(1-4):117–127. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00122-1

Strickland J., Parsons T. (1972). Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canada, 167. https://repository.oceanbestpractices.org/bitstreams/269c14dd-0c02-4ef5-96c2-2b5cc9a94564/download

Taylor-Cota R. (2017). Efecto del tipo de presa sobre el crecimiento y la supervivencia larvaria del huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922). Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. México. 69 pp. https://www.researchgate.net/publication/260768128_Efectos_de_la_temperatura_y_salinidad_sobre_el_crecimiento_y_supervivencia_de_juveniles_de_huachinango_Lutjanus_peru_Pisces_Lutjanidae

Tovar-Ramírez D., Teles A., Salas-Leiva J., Hernández-Contreras A., Asencio-Alcudia G., Le Du J., Burgoin-Cota M., Álvarez-González C., Llera-Herrera R., Gisbert E., Fernández I. (2017). Enfoques transcriptómicos en el jurel *Seriola rivoliana*. In: Cruz-Suárez L., Ricque-Marie D., Tapia-Salazar M., Nieto-López M., Villarreal-Cavazos D., Gamboa-Delgado J., López-Acuña M., Galaviz-Espinoza M. (Eds.), Investigación y Desarrollo en Nutrición Acuícola. Universidad Autónoma de Nuevo León. (pp. 390–407). https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/22