

Año 17, PCTI 257-SC-2026-09-03

Hidrolizado de copépodos: un ingrediente novedoso en alimentos artificiales para reducir el uso de alimento vivo en el cultivo larvario de peces marinos

Ulises Amador Marrero, Roberto Civera Cerecedo, Héctor Nolasco Soria, Saúl Zamora Méndez, Gabriel Robles Villegas y Sandra de La Paz Reyes

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), Ave. IPN 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz B.C.S., 23096, México.

BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

Abstract

Dairy Marine fish larval rearing relies on live feed, which increases production costs and hinders the development of more sustainable aquaculture. The objective of this study was to develop and evaluate balanced feeds containing copepod hydrolysate to partially or completely replace live feed in Pacific red snapper (*Lutjanus peru*) larvae. The results demonstrated that it is possible to replace up to 50% of the live feed without affecting larval survival. This advance represents a promising alternative for reducing dependence on live feed and for developing more efficient and sustainable aquaculture to strengthen food security.

Keywords: Pacific red snapper, larval culture, copepod hydrolysate, balanced feed, aquaculture.

Resumen

El cultivo larvario de peces marinos depende del uso de alimento vivo, lo que incrementa los costos de producción y dificulta el desarrollo de una acuicultura más sostenible. El objetivo de este trabajo fue desarrollar y evaluar alimentos balanceados con hidrolizado de copépodos para sustituir parcial o totalmente el alimento vivo en larvas de huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*). Los resultados demostraron que es posible sustituir hasta el 50 % del alimento vivo sin afectar la supervivencia de las larvas. Este avance representa una alternativa prometedora para reducir la dependencia del alimento vivo y contribuir al desarrollo de una acuicultura más eficiente, sostenible y orientada a fortalecer la seguridad alimentaria.

Palabras clave: huachinango del Pacífico, cultivo larvario, hidrolizado de copépodos, alimento balanceado, acuicultura.

Problemática

El cultivo larvario de peces marinos depende del uso de alimento vivo, cuya producción es costosa, compleja y susceptible a fallas debido a problemas en la calidad del agua, la disponibilidad de microalgas y la contaminación por microorganismos. Esta dependencia limita la eficiencia, la sostenibilidad y la expansión de la acuicultura, por lo que es necesario desarrollar alternativas que reduzcan el uso de alimento vivo sin afectar el desempeño de las larvas.

Usuarios

Empresas productoras de alimentos para peces, productores acuícolas, empresas dedicadas al cultivo de peces marinos, laboratorios de producción de larvas, investigadores, estudiantes e instituciones de investigación y desarrollo tecnológico en acuicultura, así como entidades públicas y privadas interesadas en fortalecer la producción sostenible de alimentos de origen acuático. A largo plazo, los avances derivados de esta investigación también podrán beneficiar a medianos y pequeños productores interesados en incursionar en el cultivo de peces marinos, e incluso a los consumidores finales por una baja en el precio del producto.

Introducción

La acuicultura es la actividad con mayor potencial para contribuir a la producción sostenible de proteína marina de alta calidad y satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos. Sin embargo, el cultivo larvario de peces marinos



Figura 1. Alimento microparticulado menor a 250 µm. Imagen tomada en un microscopio óptico a 40X.

continúa siendo una de las etapas más complejas y costosas del proceso productivo debido, entre otros factores, a la dependencia del alimento vivo (Melaku et al., 2024). La producción de alimento vivo requiere infraestructura especializada, insumos de alto costo y personal capacitado, y además es susceptible a fallas asociadas a problemas de calidad del agua y a la proliferación de microorganismos. Por lo anterior, el desarrollo de alimentos balanceados capaces de sustituir parcialmente o totalmente el alimento vivo representa uno de los principales retos de la acuicultura moderna, ya que, además de ofrecer una composición nutricional constante, disponibilidad durante todo el año y menor riesgo sanitario, su uso podría reducir hasta en un 80% los costos de producción de juveniles (Chen et al., 2021). En este contexto, los hidrolizados proteicos constituyen una alternativa prometedora debido a su alta disponibilidad de péptidos pequeños y aminoácidos libres, que son mejor absorbidos por las larvas de peces marinos, cuyo sistema digestivo se encuentra en desarrollo. Específicamente, un hidrolizado obtenido a partir de copépodos, considerados la principal presa natural de las larvas de peces marinos, podría presentar alta biodisponibilidad y una composición química adecuada para favorecer el aprovechamiento de nutrientes en un alimento balanceado. Adicionalmente, hasta donde sabemos, este es el primer estudio que evalúa un hidrolizado de copépodos como ingrediente de un alimento balanceado para larvas de peces marinos.

Objetivos

Desarrollar y evaluar alimentos balanceados con diferentes niveles de inclusión de hidrolizado de copépodos para sustituir parcial o totalmente el alimento vivo durante el cultivo larvario del huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*).

Materiales y Métodos

Se elaboró un hidrolizado proteico de copépodos (*Cyclops* sp.) mediante hidrólisis enzimática, siguiendo el método descrito por Galicia-González (2003). El hidrolizado se incorporó a diferentes niveles de inclusión (0, 10 y 20 %) en alimentos balanceados. Posteriormente, los alimentos fueron elaborados mediante extrusión siguiendo el método descrito por Civera-Cerecedo et al. (2008). Debido al reducido tamaño de la boca de las larvas de peces recién eclosionadas, los pellets obtenidos se molieron finamente y se tamizaron a 250 y 100 µm para obtener alimentos microparticulados adecuados para su consumo (Figura 1).

Los bioensayos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Acuícola del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR, S.C.), utilizando un sistema de cultivo compuesto por 21 tanques de fibra de vidrio con una capacidad de 120 L. Se utilizaron larvas de huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*), obtenidas de desoves proporcionados por la empresa Santomar, las cuales se sembraron a una densidad de 50 larvas/L (4,000 larvas por tanque).

Se realizaron tres bioensayos para evaluar diferentes estrategias de sustitución parcial (50 %) y total (100

%) del alimento vivo por alimento balanceado durante las primeras etapas del cultivo larvario. El bioensayo 1 tuvo una duración de 10 días después de la eclosión (DDE), y se enfocó en la sustitución de la primera presa, los nauplios del copépodo calanoideo *Parvocalanus crassirostris*. El bioensayo 2 tuvo una duración de 20 DDE, y se evaluó la sustitución de la segunda presa, el rotífero *Brachionus rotundiformis*. Finalmente, en el bioensayo 3, con una duración de 20 DDE, se evaluaron diferentes cantidades (3 y 6 mg/L/día) y frecuencias de suministro (2 y 4 veces al día) del alimento balanceado, desde la primera alimentación (3 DDE) y hasta el fin del bioensayo, para optimizar el uso del alimento balanceado. Variables como el consumo del alimento, la supervivencia y el crecimiento de las larvas fueron registradas.

Resultados y Discusión

En el bioensayo 1, las larvas consumieron el alimento balanceado desde la primera alimentación, alcanzando una incidencia alimenticia ≥ 50 %, similar a la observada en el tratamiento alimentado exclusivamente con alimento vivo (Figura 2). Este resultado demuestra que el alimento desarrollado tuvo buena aceptación por parte de las larvas desde el inicio de la alimentación exógena, lo que constituye un aspecto fundamental para su aplicación en el cultivo larvario. La sustitución total del alimento vivo por alimento balanceado no permitió mantener la supervivencia de las larvas por más de 10 días de cultivo. En contraste, en los bioensayos 1 y 2, la sustitución parcial (50 %) del alimento vivo por el alimento balanceado con 10 % de hidrolizado de copépodos resultó en supervivencias comparables a la del tratamiento convencional basado únicamente en alimento vivo (control). Por lo tanto, el alimento balanceado con 10 % de hidrolizado de copépodos fue seleccionado para optimizar su uso en el bioensayo 3. En este último bioensayo, uno de los tratamientos no presentó diferencias significativas en la supervivencia ($p > 0.05$) en comparación con el uso de alimento vivo (Figura 3). Aunque el mayor crecimiento se registró en el tratamiento control, los resultados evidencian que la incorporación de hidrolizado de copépodos en el alimento balanceado representa una alternativa viable para disminuir la dependencia del alimento vivo durante las primeras etapas del cultivo de peces marinos.

Los resultados del presente trabajo son consistentes con lo reportado por otros autores. La sustitución total del alimento vivo en otras especies, como el *Pagrus major*, también ha derivado en la mortalidad completa de las larvas (Khoá et al., 2020). Por otro lado, la sustitución parcial de alimento vivo en *Sparus aurata* ha permitido mantener niveles de supervivencia similares, con un crecimiento menor o igual (Pousão-Ferreira et al., 2003; Karakatsouli et al., 2021). Lo anterior sugiere que, por el momento, la sustitución parcial representa la estrategia más viable para reducir la dependencia del alimento vivo sin comprometer significativamente el desempeño larvario, sin descartar que futuros avances en la formulación y elaboración de alimentos balanceados permitan alcanzar una sustitución total exitosa.

Conclusiones

El uso de un alimento balanceado con hidrolizado de copépodos permitió sustituir parcialmente el alimento vivo sin afectar la supervivencia de las larvas, lo que demuestra su potencial para reducir la dependencia de presas vivas en la larvicultura de peces marinos. Esta estrategia representa un avance en el desarrollo de protocolos de alimentación más eficientes y sostenibles, con potencial para reducir costos y facilitar la producción comercial de peces marinos.

Impacto Socioeconómico

La reducción parcial del uso de alimento vivo puede disminuir los costos de producción y simplificar la complejidad técnica del cultivo larvario de peces marinos. Esto favorecería la competitividad de las empresas acuícolas y facilitaría, en el futuro, la adopción de estas tecnologías por parte de medianos y pequeños productores. Asimismo, el desarrollo de alimentos balanceados formulados y elaborados en México podría disminuir la dependencia de alimentos importados de alto costo, promoviendo una producción acuícola más sostenible y contribuyendo a la seguridad y soberanía alimentaria.

Agradecimientos: Se agradece a la empresa Megasupply (México) por la donación de los copépodos Frozen Ocean utilizados para la elaboración del hidrolizado, y a la empresa Santomar (La Paz, B.C.S., México) por la donación de los desoves de huachinango. Asimismo, se agradece a Laura Flores Montijo y Mauricio Contreras, de la UPIMA-CICIMAR, por la donación de las presas vivas, así como a los doctores Daríel Tovar-Ramírez y Ernesto Goytortúa-Borres por su valioso apoyo durante el desarrollo de la investigación.

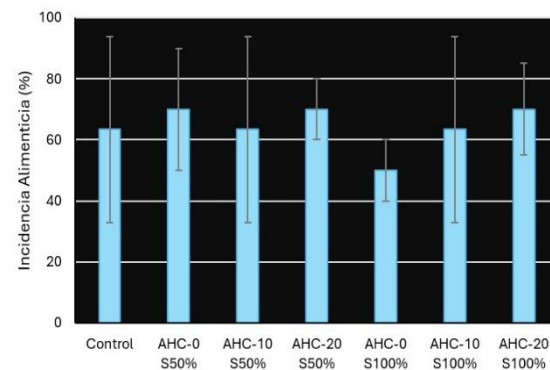


Figura 2. Bioensayo 1. Incidencia alimenticia (% de larvas con alimento en el tracto digestivo) de larvas de pargo huachinango del Pacífico a los 3 días después de la eclosión (primera alimentación). S50 y S100 = sustitución del 50 % y 100 % del alimento vivo, respectivamente; Control = solo alimento vivo. AHC = Alimento con hidrolizado de copépodos (0, 10 y 20 %). Las barras representan el promedio $\pm$ DE (n = 30 larvas por tratamiento, 10 por tanque)

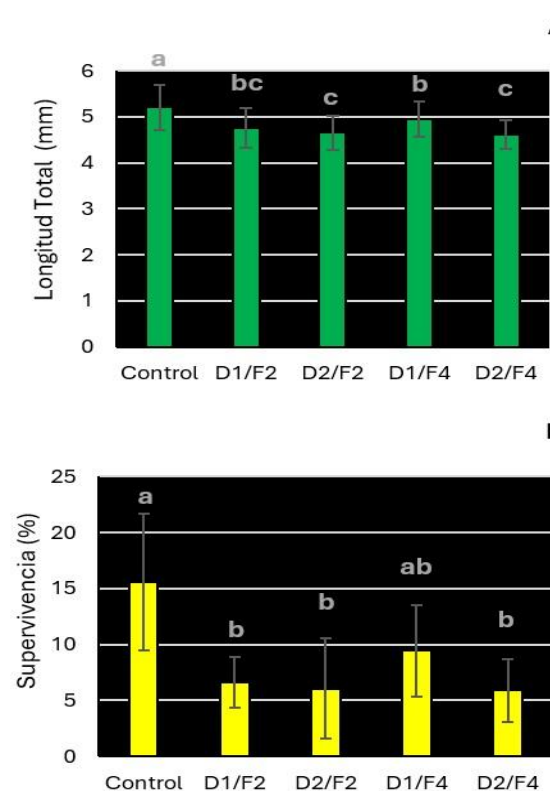


Figura 3. Bioensayo 3. Longitud total (A) y supervivencia (B) de larvas de pargo huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*) bajo diferentes dosis y frecuencias de alimentación con el alimento conteniendo 10% de inclusión de hidrolizado de copépodo. D1 y D2 = dosis menor (3 mg/L) y mayor (6 mg/L), respectivamente; F2 y F4 = frecuencia de alimentación de dos y cuatro veces al día, respectivamente. Las barras representan el promedio $\pm$ DE (n = 30 larvas por tratamiento, 10 por tanque). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$)