



ALLIANCE™

[.https://www.globalseafood.org](https://www.globalseafood.org)

Aquafeeds

La harina de larvas de mosca soldado negra reemplaza de manera rentable a la harina de pescado en las dietas de vivero de postlarvas de camarón blanco del Pacífico

12 February 2024

By Alberto J.P. Nunes, Ph.D.

La harina de pescado se puede reemplazar completamente con BSFLM en dietas de vivero bien balanceadas para PL de *P. vannamei* en cultivos de alta densidad



Este estudio demostró que la harina de larvas de mosca soldado negra puede reemplazar eficazmente la harina de pescado y al mismo tiempo garantizar la rentabilidad en las dietas de vivero de camarón *P. vannamei* si se integra una cuidadosa consideración del equilibrio de nutrientes de la dieta y la sensibilidad al precio para lograr un crecimiento y un rendimiento económico óptimos. Todas las fotos de Alberto Nunes.

El uso de harinas de insectos en alimentos acuáticos ha ganado una mayor atención en los últimos años, impulsado por una mayor volatilidad en el suministro y los precios de las fuentes de proteínas convencionales, junto con la apremiante necesidad de reducir las emisiones de carbono y promover una economía circular. En comparación con las fuentes de proteínas obtenidas de la pesca, la agricultura y la ganadería, la utilización de insectos como ingredientes alimentarios puede integrar de manera integral las ventajas relacionadas con la sostenibilidad, el valor nutricional y la funcionalidad. Los insectos también tienen un ciclo de vida corto y una alta eficiencia como convertidores de alimentos, por lo que requieren menos recursos para su producción.

Se han examinado numerosos insectos como posibles ingredientes alimentarios para especies acuáticas. Su valor nutritivo radica en sus niveles adecuados de proteínas digeribles, aminoácidos (AA), lípidos y energía. Un estudio previo con juveniles de camarón blanco del Pacífico (*Penaeus vannamei*) reveló que una harina completa de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) (BSFLM) contiene proteína cruda (PB) y un contenido de lípidos de 41,7 y 17,4 por ciento (base de materia seca), respectivamente. Otros autores han informado coeficientes de digestibilidad aparente altos para proteínas ($85,1 \pm 5,58$ por ciento, media \pm DE), lípidos ($95,2 \pm 2,43$ por ciento) y energía ($87,1 \pm 6,08$ por ciento). En los alimentos para camarones, la BSFLM ha sido la fuente de proteína de insectos más estudiada. Sus beneficios reportados han incluido el reemplazo parcial de la harina de pescado, una mejor salud intestinal, crecimiento y eficiencia alimenticia, mayor resistencia a infección de *Vibrio* sp. y aumento de los niveles de actividad de la proteasa digestiva.

Sin embargo, tanto la disponibilidad como los precios de la BSFLM siguen siendo una limitación para su uso generalizado como ingrediente en alimentos para animales en momentos en que se considera poco competitiva. Pero se espera que su utilización prevalezca en las dietas especiales mediante la sustitución de costosos ingredientes proteicos, como la harina de pescado (FML).

Este artículo – resumido de la **publicación original** (<https://doi.org/10.3390/fishes8120605>) (Nunes, A.J.P. et al. 2023. The Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Meal Can Cost-Effectively Replace Fish Meal in Practical Nursery Diets for Post-Larval *Penaeus vannamei* under High-Density Culture. *Fishes* 2023, 8(12), 605) – reporta los resultados de un estudio que investigó el rendimiento del crecimiento de postlarvas de *P. vannamei* alimentadas con dietas de vivero con un reemplazo progresivo de FML por BSFLM. Además, se realizó un análisis de sensibilidad sobre el precio de BSFLM para determinar el nivel óptimo de reemplazo de la harina de pescado.



A comprehensive solution for the wild seafood supply chain.

- ✓ Crew rights
- ✓ Food safety
- ✓ Environmental responsibility

Best Seafood Practices

LEARN MORE >

(<https://bspcertification.org/>).

Configuración del estudio

El presente estudio investigó el crecimiento y el desempeño económico de postlarvas de *P. vannamei* alimentadas con dietas de vivero que contenían niveles graduados de harina de larvas de mosca soldado negra parcialmente desgrasada (BSFLM). Utilizamos un reemplazo progresivo de harina de pescado por BSFLM al 0, 25, 50, 75 y 100 por ciento. La investigación consistió en un cultivo de vivero de 42 días realizado en LABOMAR (Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil) para evaluar el desempeño del crecimiento del camarón *P. vannamei* durante las etapas postlarval y juvenil temprana, que se adquirieron como postlarvas de un criadero comercial (Aquatec Aquacultura Ltda., Canguaretama, Brasil).

Para la fase experimental, se criaron camarones desde PL15 hasta más de 600 mg de peso corporal (BW) en 50 tanques al aire libre de 1,50 metros cúbicos (1,70 metros cuadrados de área del fondo × 0,88 m de altura) a 1369 PL por metro cúbico (2053 ± 33 PL por tanque). Los camarones fueron alimentados con cinco dietas de cría con niveles graduados de BSFLM como reemplazo de la harina de pescado: 0, 25, 50, 75 y 100 por ciento. Una dieta sin BSFLM que contenía 22 por ciento de harina de pescado (tal cual) sirvió como control. Esta configuración inicial permitió 10 tanques replicados por tratamiento de alimentación. En el momento de la cosecha, se determinó la supervivencia del camarón, la eficiencia alimenticia y el rendimiento del crecimiento en cada tanque.

Para información detallada sobre el diseño experimental y el sistema de cría; la cría de animales; formulación y preparación de dietas; alimentación y calidad del agua; desempeño del camarón; sensibilidad de precios y análisis estadísticos, consulte la publicación original.



El fabricante brasileño de la harina de larvas de mosca soldado negra utilizada en el estudio reportó un nivel mínimo de proteína cruda y grasa del 56 por ciento y 5 por ciento, respectivamente.



Vista de los tanques de 1,5 metros cúbicos con mínimo intercambio de agua donde se criaron los camarones en el estudio.

Resultados y discusión

El desempeño de los camarones en el presente estudio fue consistente con otros trabajos realizados en condiciones de cría similares. Por ejemplo, **Nunes et al.** (<https://doi.org/10.1111/anu.13187>) criaron postlarvas de *P. vannamei* de 3,6 a 2,5 mg de peso corporal en un sistema de tanques interiores y exteriores a 2371-2504 PL por metro cúbico, respectivamente. Después de 52 a 41 días de cría, los camarones alcanzaron una supervivencia final promedio de 84,0 a 91,8 por ciento, un rendimiento de 1568 a 1611 gramos por metro cúbico, un crecimiento diario de 14,2 a 14,2 mg y un índice de conversión alimenticia (FCR) de 1,70 a 0,89, respectivamente. En ese estudio, el peso corporal final del camarón varió según la dieta, de 683 a 775 mg y de 567 a 629 mg en los tanques exteriores e interiores, respectivamente.

Fig. 1: Peso corporal (PC) medio (\pm error estándar) de *P. vannamei* durante los 42 días de crianza. Cada columna es el peso corporal medio obtenido de 10 tanques de cría. Dieta BSF0 por ciento sin reemplazo de harina de pescado con 22,00 por ciento de inclusión dietética; dieta BSF 25 por ciento con 25 por ciento de reemplazo de harina de pescado (16,50 por ciento) por BSFLM (6,33 por ciento); dieta BSF 50 por ciento con 50 por ciento de reemplazo de harina de pescado (11,00 por ciento) por BSFLM (13,04 por ciento); dieta BSF75 por ciento, con un 75 por ciento de reemplazo de harina de pescado (5,50 por ciento) por BSFLM (19,74 por ciento); y dieta BSF100 por ciento, con 100 por ciento de reemplazo de harina de pescado por BSFLM (26,46 por ciento). Las letras comunes indican diferencias no estadísticamente significativas según la prueba de Duncan al nivel significativo de 0,05.

Nuestros resultados aquí demostraron que es posible reemplazar completamente la harina de pescado con BSFLM en las dietas de vivero para postlarvas de *P. vannamei* sin perjudicar el rendimiento del camarón. El nivel de inclusión dietética más alto obtenido para BSFLM fue del 26,46 por ciento (porcentaje de la dieta, tal cual), lo que equivale a un reemplazo completo de la harina de pescado. Esto contrasta con otros estudios que sólo han informado de una sustitución parcial de la harina de pescado por BSFLM. Por ejemplo, **Chen et al.** (<https://doi.org/10.1111/anu.13187>) evaluaron el reemplazo de harina de pescado marrón (68,21 por ciento de PB y 9,00 por ciento de lípidos) por BSFLM en 10, 20 y 30 por ciento.

Estos autores informaron una caída significativa en el peso corporal final de los camarones juveniles (de $7,76 \pm 0,09$ a $7,06 \pm 0,16$ gramos) y en el aumento de peso ($776,4 \pm 10,3$ a $698,4 \pm 19,0$ por ciento) cuando los camarones fueron alimentados con dietas con 0 y 14,25 por ciento de BSFLM, respectivamente. Con un reemplazo del 30 por ciento de la harina de pescado, informaron de apoptosis (muerte celular programada) y degeneración de las células intestinales. A diferencia de estos resultados, nuestro estudio no identificó ningún impacto adverso en el rendimiento del camarón que pudiera indicar un daño potencial a la salud del camarón. Esto podría deberse al perfil de nutrientes del BSFLM, que puede variar según el tipo de residuos con los que se criaron estas moscas.

Las postlarvas de camarón se alimentaron exclusivamente en bandejas de alimentación.

En nuestro estudio, los resultados favorables con respecto a la sustitución de la harina de pescado probablemente estuvieron influenciados por una suplementación adecuada con AA cristalinos, un suministro suficiente de ácidos grasos omega-3 y la inclusión de atrayentes alimentarios en todas las dietas. La importancia de la suplementación dietética de estos nutrientes y atrayentes alimentarios cuando se cuestiona la harina de pescado ha sido demostrada en **varios otros estudios** (<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101422>), con camarones peneidos.

Como BSFLM posee inherentemente niveles más bajos de estos nutrientes en comparación con la harina de pescado, lograr un reemplazo completo de la harina de pescado requiere la formulación de una dieta bien balanceada. Por lo tanto, garantizar que todos los nutrientes clave se complementen adecuadamente en la dieta es un elemento clave para lograr el reemplazo completo de la harina de pescado con la BSFLM. Varios otros investigadores han informado resultados positivos similares con la sustitución de harina de pescado por BSFLM en las dietas para juveniles de *P. vannamei*. En general, la sustitución completa de FML por BSFLM es posible si las dietas están adecuadamente equilibradas en cuanto a nutrientes clave, como los AA esenciales y los ácidos grasos omega-3.

En nuestro estudio, observamos una respuesta de crecimiento con niveles más altos de inclusión dietética de BSFLM, incluso en dietas privadas de harina de pescado. En términos de digestibilidad de proteínas, tanto BSFLM como la harina de pescado presentan características similares. Se ha informado que el coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína para BSFLM es de $85,1 \pm 5,58$ por ciento (en comparación con 78,9 por ciento y 85,8 por ciento para la harina de salmón, harina de pescado, utilizada en el presente estudio). Nuestras dietas fueron formuladas para contener casi el mismo contenido de AA, pero se encontró un aumento en el contenido total de Met (Met más cisteína) en la dieta con un reemplazo progresivo de FML. Los niveles dietéticos totales aumentaron del 0,85 por ciento (1,39 por ciento) en la dieta de control (CTL) a un máximo del 1,03 por ciento (1,56 por ciento) en la dieta con un reemplazo del 100 por ciento de FML. Por otro lado, la dieta CTL contenía niveles ligeramente más altos de ácidos grasos omega-3 y HUFA que las dietas que contenían BSFLM. Por lo

tanto, el efecto de mejora del crecimiento registrado en camarones alimentados con BSFLM puede no haber estado asociado con los niveles de nutrientes en la dieta, que probablemente estaban por encima de los requerimientos de los camarones.

Los productores de harina de larvas de mosca soldado negra se vuelven innovadores y colaborativos



Después de años de investigación y desarrollo, la harina de larvas de mosca soldado negra ahora se considera un ingrediente de alimentos que está en camino a una adopción generalizada en la industria.



Global Seafood Alliance

Otros autores (<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738095>), que investigaron el uso de BSFLM para postlarvas de *P. vannamei* (PL41, 0,1 gramos de peso corporal inicial) informaron una mejora similar en el rendimiento del crecimiento del camarón con la inclusión dietética de BSFLM. Informaron que todas las dietas con BSFLM mejoraron el aumento de peso, el FCR y la tasa de crecimiento específico (SGR) en comparación con la dieta con el nivel más alto de FML. Además, reportaron que el SGR mejoró significativamente con la inclusión dietética del 4,5 por ciento, mientras que la FCR mejoró significativamente con un 7,5 por ciento. Y **otros investigadores** (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260305>) han identificado al BSFLM como una de las dos opciones principales para mejorar el rendimiento del crecimiento del *P. vannamei* juvenil (0,17 y 11,1 gramos de peso corporal inicial y final, respectivamente) entre siete harinas de insectos.

Hemos descubierto que el retorno de la inversión (ROI) para el cultivo de camarones de hasta 23,5 gramos puede verse afectado por el precio y la inclusión dietética de BSFLM en las dietas de vivero. A medida que el precio de BSFLM aumenta junto con su nivel de inclusión, se produce una disminución progresiva del ROI. No obstante, se produjo una reducción notable en el retorno de la inversión solo cuando se reemplazó más del 75 por ciento de FML, pero esto ocurrió cuando el precio de BSFLM superó los \$3,04 por kg. Con un reemplazo del 100 por ciento de la harina de pescado, un precio de 2,65 dólares por kg para el BSFLM seguía siendo ventajoso. Es importante señalar que estas simulaciones económicas se centraron únicamente en el impacto de la supervivencia del camarón y el FCR durante la fase de cría en respuesta al tratamiento dietético.

Fig. 2: Retorno de la inversión (ROI) medio (\pm error estándar) para diferentes niveles de inclusión dietética de harina de pescado y BSFLM en dietas para postlarvas de *P. vannamei*. Las simulaciones de retorno de la inversión se basaron en un precio fijo de \$1,86 por kg para la harina de pescado y un precio base de \$2,00 por kg para BSFLM con un aumento gradual del precio del 15 por ciento. Dieta BSF0 por ciento sin reemplazo de harina de pescado con 22,00 por ciento de inclusión dietética; dieta BSF 25 por ciento con 25 por ciento de reemplazo de harina de pescado (16,50 por ciento) por BSFLM (6,33 por ciento); dieta BSF 50 por ciento con 50 por ciento de reemplazo de harina de pescado (11,00 por ciento) por BSFLM (13,04 por ciento); dieta BSF75 por ciento, con un 75 por ciento de reemplazo de harina de pescado (5,50 por ciento) por BSFLM (19,74 por ciento); y dieta BSF100 por ciento, con 100 por ciento de reemplazo de harina de pescado por BSFLM (26,46 por ciento). Las letras comunes indican diferencias no estadísticamente significativas según la prueba de Duncan al nivel significativo de 0,05.

El peso corporal del camarón al final de la fase de cría también juega un papel crucial en el rendimiento posterior del camarón. Por ejemplo, iniciar la fase de crecimiento con camarones más grandes puede conducir a ciclos de producción más cortos, cosechas tempranas, costos operativos reducidos y un mayor rendimiento anual. En nuestras simulaciones, los costos operativos asociados con el uso de dietas de vivero representaron una pequeña porción de los costos totales de alimentación para producir un camarón de 23,5 gramos, oscilando entre el 3,8 y el 4,5 por ciento dependiendo de la formulación de la dieta. Esto se atribuye a las cantidades mínimas de alimento utilizadas en las primeras etapas del cultivo del camarón. La fase de vivero permite un mayor control de los insumos de alimento debido a áreas de cultivo más pequeñas y compactas, lo que resulta en FCR más bajos en comparación con el engorde.

Perspectivas

Con base en nuestros hallazgos en el presente estudio, se puede concluir que la harina de pescado se puede reemplazar completamente con BSFLM en dietas de vivero bien balanceadas para *P. vannamei* (pesos individuales entre 2,7 y 600 mg. Esto corresponde a un nivel de inclusión dietética del 26,46 por ciento) de BSFLM (porcentaje de la dieta, tal como está).

Si bien se logró con éxito el reemplazo total de FML por BSFLM, cabe señalar que el retorno de la inversión (ROI) competitivo se mantuvo solo cuando el precio máximo de BSFLM no superó los 3,04 dólares estadounidenses por kg. Este nivel de precios corresponde a una inclusión dietética máxima del 19,74 por ciento o un reemplazo del 75 por ciento de la harina de pescado. Puede ser necesaria más investigación para ajustar los niveles de inclusión rentables de BSFLM para optimizar los resultados económicos teniendo en cuenta los precios fluctuantes de la harina de pescado.

Author



ALBERTO J.P. NUNES, PH.D.

Autor de correspondencia

LABOMAR—Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Avenida da Abolição, 3207, Meireles, Fortaleza 60165-081, CE, Brazil

alberto.nunes@ufc.br (<mailto:alberto.nunes@ufc.br>)

Copyright © 2024 Global Seafood Alliance

All rights reserved.