



Reporte

# **NUTRICIÓN OMEGA** **ÓPTIMA™** PARA CAMARONES

---

Por Dra. Ester Santigosa, Ian Carr, and Prof. Brett Glencross

## CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS DIETÉTICOS DE EPA Y DHA DE LOS CAMARONES: MEJORA DE LA SALUD, EL BIENESTAR Y EL RENDIMIENTO

### RESUMEN:

El ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA) son ácidos grasos esenciales (AGE) Omega-3 vitales para la supervivencia, la salud, el rendimiento y, finalmente, la calidad del producto final de las distintas especies de camarón de cultivo. Tradicionalmente, los requerimientos nutricionales de AGE han sido cubiertos con aceite de pescado (AP) y harina de pescado (HP). Sin embargo, las limitaciones de suministro y las consideraciones medioambientales están impulsando el uso de ingredientes más sostenibles, como lo son los aceites vegetales o de algas marinas.

Sin embargo los aceites vegetales tienen un contenido muy bajo o nulo de ácidos grasos Omega-3, lo que afecta negativamente al bienestar de los camarones, su desempeño productivo y su perfil de ácidos grasos, y por tanto entorpece la calidad del producto final. Por el contrario, el aceite de algas marinas tiene un alto contenido en EPA y DHA Omega-3, lo que lo convierte en una alternativa consistente y favorable a la HP y AP.

El aceite natural de algas marinas Veramaris® es una fuente sostenible de EPA y DHA y permite alcanzar las necesidades nutricionales en camarones, de al menos un 1% de EPA y DHA en la dieta, y mejora su salud, robustez y desempeño productivo a lo largo de su ciclo de vida y bajo condiciones de cultivo desafiantes. Sin embargo, aún no están totalmente identificados los requerimientos de AGE a lo largo del ciclo de vida de los camarones de cultivo. Para desarrollar dietas nutricionalmente completas y aprovechar al máximo el potencial de producción de los camarones, es necesario conocer a fondo las necesidades nutricionales en todas las fases de desarrollo.

### LO FUNDAMENTAL DE LOS ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES

Los lípidos se consideran los nutrientes de la dieta más importantes para los camarones debido a su papel como mensajeros químicos, componentes clave de las membranas celulares, y fuente tanto de energía como de ácidos grasos esenciales (AGE) (1). Los AGE son ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) que no pueden ser sintetizados por los animales, por lo que deben ser adquiridos a través de la dieta (2). Los AGE se dividen en dos familias principales. La primera, los PUFA Omega-3 (n-3), incluye el ácido alfa-linolénico (LNA; 18:3n-3), el ácido eicosapentaenoico (EPA; 20:5n-3) y el ácido docosahexaenoico (DHA; 22:6n-3). La segunda, los PUFA Omega-6 (n-6), incluye el ácido linoleico (LOA; 18:2n-6) y el ácido araquidónico (ARA; 20:4n-6).

Entre otras muchas funciones, los AGE son necesarios para las funciones metabólicas y endocrinas normales, la reproducción, la síntesis celular y la regulación iónica, el desarrollo y funcionamiento del sistema nervioso, y para el proceso de muda en los camarones (3-6). El EPA y el DHA, en particular, son reconocidos como los AGE más indispensables (1,7,8). Son vitales para potenciar el crecimiento, la eficiencia alimentaria y la supervivencia de los camarones (9,10), por lo que tienen un mayor valor nutricional. Además del rendimiento y el bienestar, los AGE de la dieta también conforman el perfil nutricional de los camarones, lo que afecta a la calidad del producto (4).

Los AGE también son de especial interés por su papel en el sistema inmunitario de los camarones. Son precursores de los eicosanoides, que actúan como mediadores de la respuesta inmune (11,12). Más concretamente, los eicosanoides derivados de los ARA son proinflamatorios. Se ha informado que el ARA de la dieta modula la respuesta inmune de los camarones inducidas por el estrés de la micro cistina-LR (MC-LR), lo cual causa un gran daño a los camarones (6). Por otro lado, los eicosanoides derivados del EPA y el DHA son antiinflamatorios (13). Aunque tanto los ácidos grasos (AG) n-3 como los n-6 son componentes esenciales, un ratio sesgado a favor de los AG n-3 resulta, sin embargo, favorable: la investigación en mamíferos, peces e invertebrados ha establecido que un ratio elevado n-3:n-6 promueve la síntesis de moléculas antiinflamatorias que pueden repercutir en la respuesta inmunitaria y aumentar la resistencia a las enfermedades y al estrés (7,14-16). Los niveles más altos de AG n-3 también evitan los efectos negativos en la composición de los AG, asegurando así una alta calidad de los productos (5,17,18). Sin embargo, todavía es necesario investigar más en las especies de camarones para determinar los niveles óptimos de AGE, así como sus proporciones, y así satisfacer las demandas de los camarones y también ofrecer un producto de alta calidad a los consumidores finales (19).

## EL ARDUO CAMINO HACIA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS ACUÁTICOS

El camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) es la principal especie de camarón cultivada en todo el mundo (20). A medida que crece la demanda de camarones, también lo hace la del alimento balanceado. Durante años, la principal fuente de lípidos para las dietas acuícolas ha sido el aceite de pescado (AP) y la harina de pescado (HP) (7,18). De hecho, aproximadamente el 70% del suministro anual de AP se destina a la acuicultura (21). Sin embargo, la sostenibilidad de las dietas se ha convertido en una cuestión crítica para la cadena de suministro del cultivo del camarón. La disponibilidad mundial de AP y HP está limitada por la capacidad de las pesqueras, muchas de las cuales ya pescan en los límites sostenibles o por encima de ellos (14), lo que conduce a una disponibilidad impredecible, a costos más elevados y a la variación de la calidad de estas fuentes de AGE. Aparte de las consideraciones comerciales, la creciente preocupación medioambiental y social por la explotación de las pesqueras silvestres y el uso de AP y HP en alimentación acuícola han catalizado cambios en las formulaciones de las dietas.

Encontrar ingredientes alternativos más sostenibles con niveles constantes de EPA y DHA que satisfagan la demanda de Omega-3 de los camarones, se ha convertido en una cuestión urgente. Los aceites vegetales (AV) se han utilizado como alternativa al AP y HP en los alimentos acuícolas durante décadas (4). De hecho, la sustitución de AP y HP por AVs ha reducido el uso de HP en los piensos para camarones del 20% a finales de los 90 a menos del 10% en la actualidad (22). Además, la sustitución de ingredientes de alto costo como el AP en los piensos acuícolas ayuda a reducir los costos de las dietas para camarones, los cuales representan una parte significativa de los costos de producción. Si bien esto podría estimular el crecimiento y la sostenibilidad económica de la industria (18), el uso de AVs conlleva consecuencias negativas para los camarones y el consumidor final. Es importante destacar, que la nutrición y la salud de los camarones no son óptimas cuando se utilizan los AVs debido a su alto contenido en Omega-6 y bajo contenido en Omega-3 (4). Esto altera el ratio n-3:n-6 y promueve la síntesis de moléculas proinflamatorias, afectando así a la respuesta inmune del camarón y disminuyendo su capacidad de resistencia al estrés y a las enfermedades (11). No obstante, los recientes esfuerzos de investigación se han centrado en la modificación de los aceites vegetales, en particular el de canola, para mejorar los niveles de Omega-3 y validar su uso como ingrediente alternativo al AP (23). Sin embargo, y a pesar de su potencial para favorecer el crecimiento de los camarones sin afectar negativamente

a su perfil de ácidos grasos (24), los aceites vegetales genéticamente modificados (GM) contienen niveles acotados o muy bajos de EPA o DHA, pero carecen de un equilibrio de ambos. Además, la introducción de estos productos conlleva problemas relacionados con la percepción y la aceptación de los organismos GM por parte de los consumidores (25).

## ACEITE DE ALGAS VERAMARIS®: DE LA FUENTE NATURAL A LAS CRIADEROS DE CAMARONES

El aceite de algas marinas se ha convertido recientemente en una fuente prometedora de AGE: el aceite de algas es una fuente rica de Omega-3, con altos niveles de EPA y DHA. El interés por las algas marinas tiene su origen en una mejor comprensión de las redes tróficas marinas: las algas marinas son el principal productor primario de nuestros océanos y la fuente de alimentación del zooplancton, el cual es consumido por los camarones o los peces que se capturan y se convierten en AP para los piensos acuícolas. Con base en esto, Veramaris® recurrió a las algas marinas como fuente original de AGE para producir una alternativa sostenible que favorezca de forma natural el crecimiento, la salud y el desarrollo de los camarones.

El aceite de algas Veramaris® es el primer y único aceite natural del mundo procedente de algas marinas con alto contenido en EPA y DHA Omega-3 (> 60%). La alta concentración en Omega-3 asegura una relación n-3:n-6 naturalmente equilibrada. Además, sólo se necesita una pequeña cantidad de aceite de algas (< 2%) para alcanzar los requisitos nutricionales de los camarones (niveles de EPA y DHA del 1% de la dieta). Estas cualidades hacen del aceite de algas una fuente de lípidos mejor que otros ingredientes, y con una producción más estable. De hecho, una tonelada de aceite de algas Veramaris® proporciona el EPA y DHA equivalente a 66 toneladas de peces de forraje. Este descubrimiento innovador puede suplementar e incluso sustituir a los ingredientes marinos, reduciendo así la huella marina de los productores de camarones y permitiendo que la industria acuícola crezca de forma más sostenible. Además, gracias a su producción estable, se minimiza la variabilidad del suministro y del precio, lo que ofrece una mayor seguridad en el mercado. El aceite de algas Veramaris® puede utilizarse junto con las directrices de Nutrición Omega Óptima (OON por sus siglas en Inglés). Las directrices OON se basan en una revisión por expertos de la ciencia más reciente para ayudar a los criadores a satisfacer los requerimientos de Omega-3 y Omega-6 de los camarones, apoyando así el bienestar y el rendimiento de los camarones en condiciones exigentes.

Múltiples ensayos científicos han demostrado que el aceite de algas Veramaris® favorece el rendimiento y la supervivencia de los camarones tan bien como el AP y la HP (datos internos). Además, se reportó que los camarones alimentados con aceite de algas Veramaris® son al menos tres veces más ricos en EPA y DHA Omega-3 que aquellos alimentados con una dieta convencional basada en AP (datos internos). Otros ensayos también demostraron una mayor resistencia a los patógenos: la sustitución de HP y AP por el aceite de algas Veramaris®, junto con un producto comercial a base de soja (MrFeed® Pro50), en la dieta del camarón blanco del Pacífico mejoró significativamente ( $p < 0,01$ ) la supervivencia luego de haberlos expuesto a *Vibrio parahaemolyticus*, el agente causante del síndrome de mortalidad temprana (26). Estos resultados apoyan el uso del aceite de algas Veramaris® en los piensos para camarones y muestran cómo mejoran la productividad de la acuicultura sin comprometer la conservación de los recursos naturales.

## ASUNTO PENDIENTE: DEFINIR LOS REQUERIMIENTOS DE EFA PARA EL CAMARÓN DE CULTIVOP

Cumplir con los requerimientos de omega en la dieta, específicamente de EPA y DHA, es crucial en condiciones

TABLA 1

Peso de los camarones	ARA	EPA	DHA	EPA + DHA	n-3 : n-6	EPA : DHA
0.1 – 1 g	0 – 0,1	0,2 – 0,5	0,2 – 0,5	0,5 – 1,1	>2 : 1	1 – 1.5 : 1 – 2
1 – 10 g	0 – 0,1	0,1 – 0,5	0,2 – 0,5	0,4 – 1	>2 : 1	1 – 1.5 : 1 – 3
10 – 40 g	0 – 0,1	0,1 – 0,4	0,2 – 0,4	0,4 – 0,8	>2 : 1	1 : 1 – 3

*Opinión de los expertos sobre los requerimientos de ácidos grasos esenciales en el camarón blanco del Pacífico y en el langostino tigre gigante en condiciones de laboratorio y de cultivo para favorecer un crecimiento, supervivencia y salud adecuados. Valores expresados en % de la dieta.*

de cultivo que desafían constantemente a los camarones, por ejemplo, cambios en la salinidad y la temperatura, y brotes de enfermedades. Las consideraciones óptimas actuales para la inclusión de EPA y DHA en los piensos de los camarones son de al menos un 1% en la dieta para favorecer su robustez al contrarrestar los efectos negativos de los estresores biológicos y ambientales (27-29). Más concretamente, la opinión de los expertos sugiere que la inclusión de EPA y DHA Omega-3 no debe ser menor del 0,4 - 0,6% de la dieta en *L. vannamei*, y hasta del 1,1% de la del langostino tigre gigante (*Penaeus monodon*) (Tabla 1, Figura 1).

A pesar de todos los esfuerzos por investigar los requerimientos de AGE, estos siguen siendo inciertos (3,4). Hasta ahora, los requerimientos nutricionales de *L. vannamei* siguen siendo incompletos y principalmente se centran en una sola etapa del ciclo de vida. Las diferencias en los requerimientos observados en los estudios de las etapas post-larvales y juveniles del camarón blanco del

Pacífico, véase por ejemplo, Mayra L. González-Felix et al. (30) y Wang et al. (31), evidencian la necesidad de conocer mejor los requerimientos PUFA de esta especie en las distintas etapas de su vida (32). Una definición precisa de los requerimientos de las fases larval, juvenil y adulta ayudará a explotar plenamente el potencial de crecimiento del camarón.

Además, la industria necesita integrar mejor los hallazgos científicos y la investigación en las formulaciones de los piensos para camarones. Se ha observado una tendencia a la baja en los niveles de EPA y DHA en los piensos comerciales para camarones, con una reducción de un 16% entre 2014 y 2016. Esto está probablemente asociado a la sustitución de HP y AP por ingredientes vegetales y su compensación con fosfolípidos y proteínas (27). Esto pone de manifiesto cómo el desconocimiento de la investigación científica sobre los niveles de requerimientos de AGE de los camarones puede ser ampliamente perjudicial para la industria. Es innegable que la investigación demuestra que la reducción en los lípidos esenciales, como el EPA y el DHA, impacta significativamente en el crecimiento de los camarones, la conversión alimenticia y la eficiencia proteica (27). Abordar las necesidades dietéticas de los camarones en cuanto a los AGE, en lo que respecta a la investigación

como en su aplicación en los alimentos acuícolas, será un paso esencial hacia adelante y permitirá el crecimiento sostenible de la industria en el largo plazo.

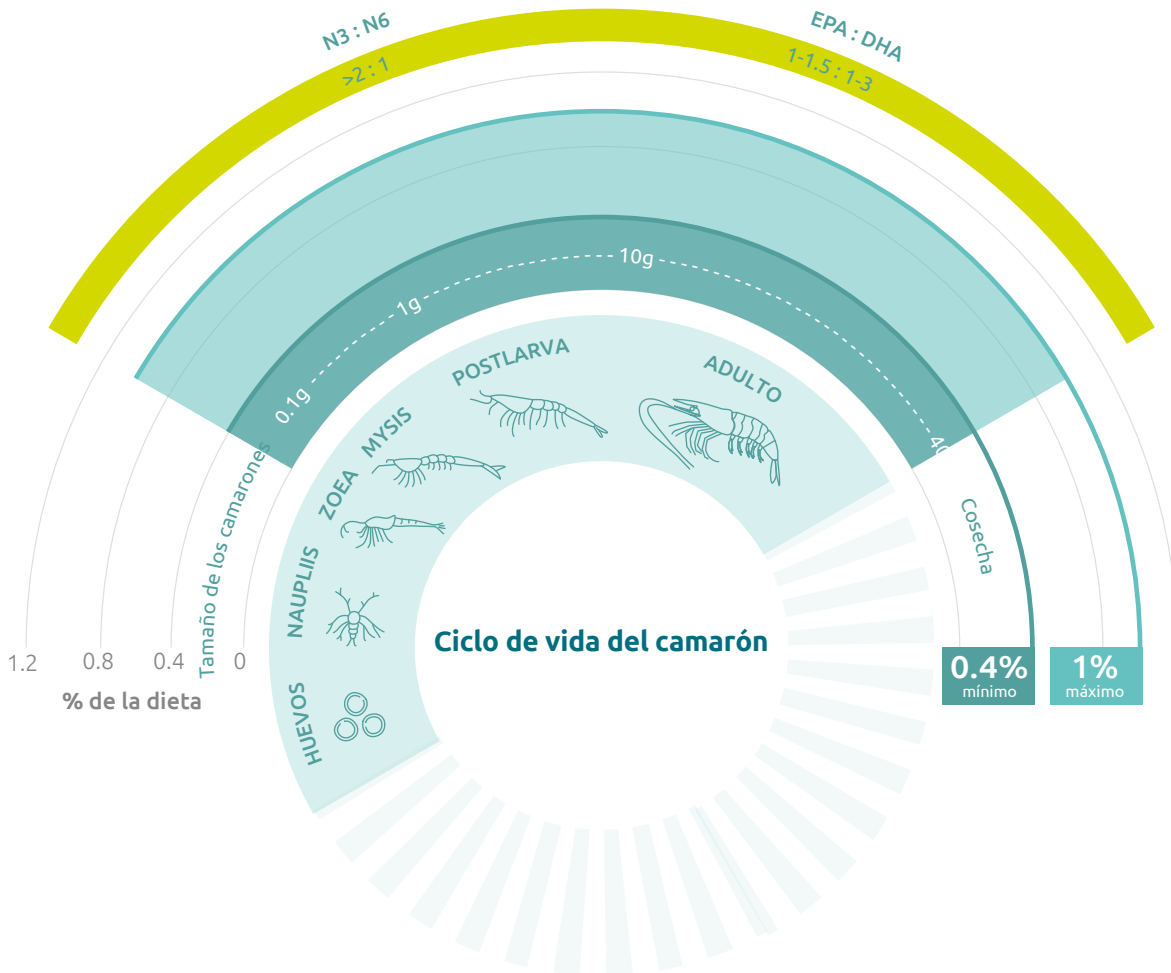
En general, es evidente que se necesitan más esfuerzos de investigación para definir por completo los requerimientos nutricionales cuantitativos de los AGE a lo largo del ciclo de vida del camarón de cultivo, y en particular la proporción óptima de n-3:n-6. Esta información finalmente debe utilizarse para desarrollar dietas nutricionalmente completas, sostenibles y rentables que sean específicas para las necesidades de las diferentes etapas de desarrollo del camarón de cultivo, desde los viveros hasta los criaderos de crecimiento. Esto no sólo es necesario para satisfacer las demandas nutricionales de los camarones, sino también por los cambiantes valores de abastecimiento de los minoristas y la opinión de los consumidores. En definitiva, estos avances promoverán la futura expansión y el desarrollo sostenible de la industria de la acuicultura del camarón.

# NUTRICIÓN OMEGA ÓPTIMA™ PARA CAMARONES

El análisis de Veramaris, apoyado por el profesor Brett Glencross, se basa en la información y ciencia más reciente

## REQUERIMIENTOS TOTALES DE EPA & DHA

Datos de laboratorio y de criadero



## NUTRICIÓN OMEGA ÓPTIMA™

Respaldado por el aceite natural de algas marinas

Veramaris rico en ácidos grasos esenciales EPA, DHA y ARA

**Figura 1.** Opinión de los expertos sobre los requerimientos de EPA y DHA Omega-3 de los camarones a lo largo del ciclo de producción. Es necesario seguir investigando para definir por completo los requerimientos nutricionales de EPA y DHA a lo largo del ciclo de vida de los camarones y sus proporciones óptimas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Zhou Q-C, Li C-C, Liu C-W, Chi S-Y, Yang Q-H. Effects of dietary lipid sources on growth and fatty acid composition of juvenile shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquacult Nutr*. 2007 Jun;13(3):222–9.
2. National Research Council, Division on Earth and Life Studies, Board on Agriculture and Natural Resources, Committee on the Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. National Academies Press; 2011. 392 p.
3. González-Félix, Perez-Velazquez M. Current Status of Lipid Nutrition of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. ACU [Internet]. 2002 [cited 2022 Jan 9]; Available from: <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/226>
4. Glencross BD. Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by aquaculture species. *Rev Aquac*. 2009 Jun;1(2):71–124.
5. Nesara KM, Paturi AP. Nutritional requirement of fresh water prawn and shrimps: A review. *J Entom and Zoo Stud*. 2018;6(4):1526–32.
6. Duan Y, Lu Z, Zeng S, Dan X, Zhang J, Li Y. Effects of dietary arachidonic acid on growth, immunity and intestinal microbiota of *Litopenaeus vannamei* under microcystin-LR stress. *Aquaculture*. 2022 Feb 25;549:737780.
7. Zhang W, Wang F, Tan B, Yang Q, Chi S, Dong X, et al. Effects of dietary n-3HUFA on different growth stages of the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*: Growth, haematological characteristics, enzyme activities and fatty acid profiles. *Aquacult Nutr*. 2019 Oct;25(5):1098–114.
8. Kanazawa A, Teshima S-I, Tokiwa S, Kayama M, Hirata M. Essential fatty acids in the diet of prawn. II. Effect of docosahexaenoic acid on growth. *Nippon Suisan Gakkai Shi*. 1979;45(9):1151–3.
9. González-Félix, Lawrence AL, Gatlin DM III, Perez-Velazquez M. Nutritional evaluation of fatty acids for the open thelycum shrimp, *Litopenaeus vannamei*: I. Effect of dietary linoleic and linolenic acids at different concentrations and ratios on juvenile shrimp growth, survival and fatty acid composition. *Aquacult Nutr*. 2003 Apr;9(2):105–13.
10. González-Félix, Gatlin DM III, Lawrence AL, Perez-Velazquez M. Nutritional evaluation of fatty acids for the open thelycum shrimp, *Litopenaeus vannamei*: II. Effect of dietary n-3 and n-6 polyunsaturated and highly unsaturated fatty acids on juvenile shrimp growth, survival, and fatty acid composition. *Aquacult Nutr*. 2003 Apr;9(2):115–22.
11. Nonwachai T, Purivirojkul W, Limsuwan C, Chuchird N, Velasco M, Dhar AK. Growth, nonspecific immune characteristics, and survival upon challenge with *Vibrio harveyi* in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) raised on diets containing algal meal. *Fish Shellfish Immunol*. 2010 Aug;29(2):298–304.
12. Mercier L, Racotta IS, Yepiz-Plascencia G, Muhlia-Almazán A, Civera R, Quiñones-Arreola MF, et al. Effect of diets containing different levels of highly unsaturated fatty acids on physiological and immune responses in Pacific whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) exposed to handling stress. *Aquac Res*. 2009 Nov;40(16):1849–63.
13. Calder PC. n-3 fatty acids, inflammation and immunity: new mechanisms to explain old actions. *Proc Nutr Soc*. 2013 Aug;72(3):326–36.
14. Patterson E, Wall R, Fitzgerald GF, Ross RP, Stanton C. Health implications of high dietary omega-6 polyunsaturated Fatty acids. *J Nutr Metab*. 2012 Apr 5;2012:539426.
15. Gogus U, Smith C. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *Int J Food Sci Technol*. 2010 Mar;45(3):417–36.
16. Bell JG, McVicar AH, Park MT, Sargent JR. High dietary linoleic acid affects the fatty acid compositions of individual phospholipids from tissues of Atlantic salmon (*Salmo salar*): association with stress susceptibility and cardiac lesion. *J Nutr*. 1991 Aug;121(8):1163–72.
17. Yang Q, Zhang W, Tan B, Wang F, Chi S, Dong X, et al. Effects of dietary n-3HUFA on juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*: Growth, feed utilization, antioxidant enzymes activities and fatty acid compositions. *Aquac Res*. 2019 Mar;50(3):882–94.
18. Xu Z, Wang A, Wang H. The effect of replacement of fish oil by soybean oil in practical diets, on tissue fatty acid and expression of related genes in Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Israeli Journal of ...* [Internet]. 2016; Available from: <https://evols.library.manoa.hawaii.edu/handle/10524/54929>
19. González-Félix, Perez-Velazquez M, Quintero-Alvarez JM, Davis DA. Effect of various dietary levels of docosahexaenoic and arachidonic acids and different n-3/n-6 ratios on biological performance of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, raised in low salinity. *J World Aquac Soc*. 2009 Apr;40(2):194–206.
20. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action*. Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2020. 244 p.
21. Case study - fish meal and fish oil. *European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products*; 2019. Report No.: 4.
22. OECD/FAO. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028*. Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome: OECD Publishing; 2019.
23. Napier JA, Usher S, Haslam RP, Ruiz-Lopez N, Sayanova O. Transgenic plants as a sustainable, terrestrial source of fish oils. *Eur J Lipid Sci Technol*. 2015 Sep;117(9):1317–24.
24. Gia Vo LL, Galkanda Arachchige HSC, Iassonova DR, Davis DA. Efficacy of modified canola oil to replace fish oil in practical diets of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquac Res*. 2021 Jun;52(6):2446–59.
25. Lucht JM. Public Acceptance of Plant Biotechnology and GM Crops. *Viruses*. 2015 Jul 30;7(8):4254–81.
26. McLean E, Barrows FT, Alfrey K, Tran L, Mével JY. Study replaces dietary fish oil with microalgal oil. *Global Aquaculture Advocate* [Internet]. 2020 Apr 20 [cited 2022 Jan 10]; Available from: <https://www.globalseafood.org/advocate/study-replaces-dietary-fish-oil-with-microalgal-oil/>

27. van Halteren A, Coutteau P. Survey of nutrient levels in commercial shrimp feeds in India. 2017.
28. Kanazawa A, Teshima S, Endo M. Requirement of prawn, *Penaeus japonicus*, for essential fatty acids. Mem Fac Fish Kagoshima Univ. 1979;28:27–33.
29. Shiau S-Y. Nutrient requirements of penaeid shrimps. Aquaculture. 1998;164(1–4):77–93.
30. González-Félix, Gatlin DM, Lawrence AL, Perez-Velazquez M. Effect of dietary phospholipid on essential fatty acid requirements and tissue lipid composition of *Litopenaeus vannamei* juveniles. Aquaculture. 2002 Apr 30;207(1):151–67.
31. Wang Y, Li M, Filer K, Xue Y, Ai Q, Mai K. Replacement of fish oil with a DHA-rich Schizochytrium meal on growth performance, activities of digestive enzyme and fatty acid profile of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae. Aquacult Nutr. 2017 Oct;23(5):1113–20.
32. Araújo BC, Mata-Sotres JA, Viana MT, Tinajero A, Braga A. Fish oil-free diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*: The effects of DHA-EPA supplementation on juvenile growth performance and muscle fatty acid profile. Aquaculture. 2019 Sep 15;511:734276.