

Nutrición acuícola emergente

Emergent aquaculture nutrition

Por Fredy Alexey López Trujillo, Gehovana González Blanco, David García Mondragón e Iván Gallego Alarcón

Resumen: Un reto de la acuicultura es garantizar la calidad en la producción de organismos acuáticos, particularmente a través de la nutrición. Debido a las desventajas que trae consigo la elaboración de piensos hechos a base de harinas de pescado, la búsqueda de alternativas de materia prima se presenta como un área de oportunidad en la acuicultura moderna. Por ello, la solución podría encontrarse en el aprovechamiento de fuentes no convencionales que aquí se describen: cereales, insectos, microorganismos y residuos alimentarios.

Palabras clave: acuicultura, nutrición emergente, piensos.

Abstract: Guarantee aquatic organisms production is a challenge for aquaculture, particularly through nutrition. Due to the resultant disadvantages of feeds elaboration made of fish meal, alternatives search of raw material is presented as an opportunity area in modern aquaculture. Thus, the solution could be found in the advantage of non-conventional sources, which are here described: whole grains, insects, microorganisms and food waste.

Keywords: aquaculture, emergent nutrition, foods.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), la acuicultura produce la misma cantidad de peces y mariscos que los obtenidos mediante la pesca. En 2020, la producción mundial en este campo alcanzó un récord histórico de 114.5 millones de toneladas de peso vivo, con un valor total de venta en la explotación de 263,600 millones de dólares (2020). Esta actividad permite el abastecimiento de organismos acuáticos de interés comercial, como atún, mojarra, camarones, trucha, entre otros (OECD/FAO, 2023).

Sin embargo, uno de los desafíos más importantes que enfrenta esta actividad es la alimentación, debido a que los piensos utilizados para la producción requieren una base de harina



Tecnología

de pescado que se obtiene a partir de pequeños peces (lacha, arenque, sardinas), con una producción de 0.22 kg por cada kilo de pescado fresco en promedio (Boyd, 2015). Si bien la harina permite el correcto crecimiento de los peces, también representa el principal costo en la acuicultura y altera la cadena alimentaria oceánica (Turchini *et al.*, 2019).

Por este motivo, la nutrición acuicola emergente o formulación de piensos a partir de nuevas materias primas es considerado un hito al reemplazar la harina de la dieta por una elaborada con otros productos de mayor cantidad proteica (Ioshi *et al.*, 2021). Algunas materias primas no convencionales que han cobrado auge como alternativa son los cereales, insectos, microorganismos y residuos alimentarios (Figura 1).

CEREALES

Los cereales han sido utilizados ampliamente por tener alrededor de 10% de grano entero; son una buena fuente de proteína, aportan vitaminas (niacina, colina y otras), ácidos grasos como el omega-6 y ácido linoleico (Turchini *et al.*, 2019). Semillas de soya, maíz y trigo son las más usadas. Estos granos son más económicos y poseen mejores rendimientos que los peces: en promedio, para 1 kg de harina se requieren 1.4 kg de cereales (Turchini *et al.*, 2019).

INSECTOS

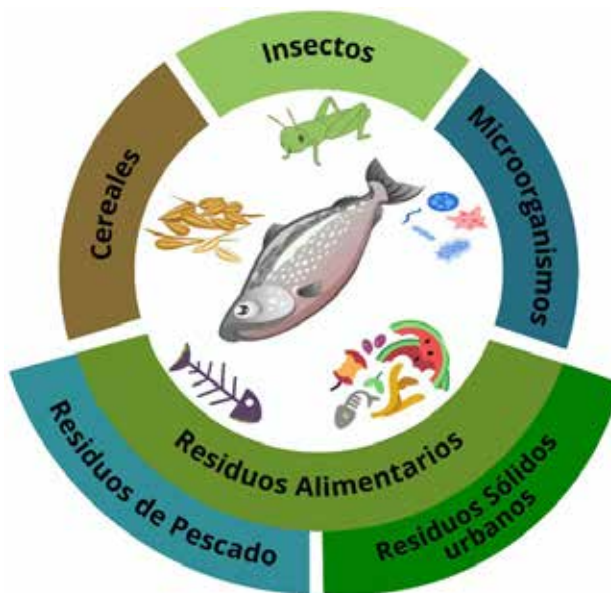
Los insectos como materia prima se han popularizado considerablemente en los últimos años; algunas especies contienen altos porcentajes de proteína (entre 40 y 60% de su peso seco), al igual que nutrientes esen-

ciales: fósforo, calcio y ácidos grasos. Las especies más utilizadas suelen ser el gusano de seda, los grillos y la mosca doméstica. En promedio, para producir 1 kg de harina se requiere el doble de peso, es decir 2 kg de insectos enteros (Alfiko *et al.* 2022). Aun con todas estas ventajas, el principal desafío que presenta esta alternativa es la necesidad de equipos y áreas destinadas a la reproducción de los insectos, así como para las evaluaciones que ayudan a determinar su calidad, lo cual aumenta significativamente el costo del producto final (Alfiko *et al.* 2022).

MICROORGANISMOS

El rápido crecimiento de los microorganismos (levaduras, bacterias y microalgas) en diferentes clases de sustratos (Ioshi *et al.*, 2021) es muy

Figura 1. Materias primas no convencionales para la formulación de piensos en la acuicultura



LA NUTRICIÓN ACUÍCOLA EMERGENTE REEMPLAZA LA HARINA DE PECES POR LA DE CEREALES, INSECTOS, MICROORGANISMOS Y RESIDUOS ALIMENTARIOS

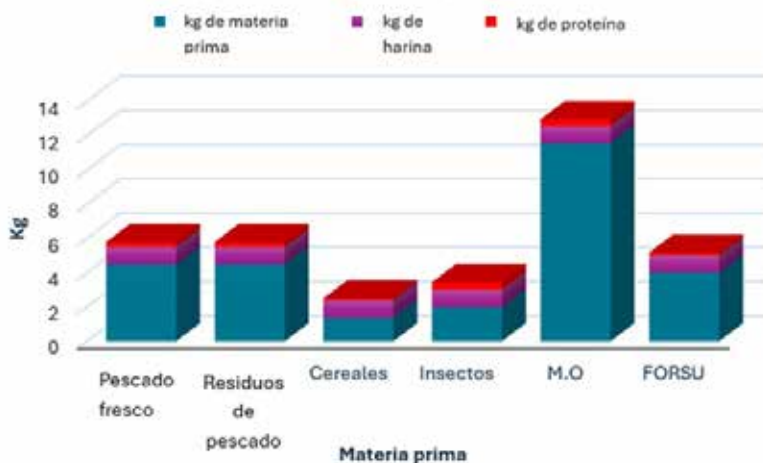
útil para la elaboración de piensos. Por sí solos, los microorganismos tienen un alto contenido proteico (38 a 52% de su peso seco), así como macro y micronutrientes, además de que pueden actuar como pro y prebióticos que mejoran la salud de los peces. En cuanto a su rendimiento, por cada kilogramo de crema de levadura obtenemos 86.4 g de extracto seco, y para 1 kg de extracto seco requerimos cerca de 27 l de crema de levadura.

Sin embargo, el contenido de proteína cruda a partir de microorganismos es menor que el de la harina de pescado y la mayoría de los peces difícilmente pueden consumir microorganismos suspendidos en el agua; lo mejor es que estén fijados en superficies en forma de biopelículas o en conglomerados de mayor tamaño, como los bioflóculos. Por tanto, se requieren equipos y sistemas robustos para producir cantidades suficientes de alimento, pero eso eleva los costos (Martínez *et al.*, 2014).

RESIDUOS DE PESCADO

La alternativa más común a los piensos de pescado es el uso de residuos del procesamiento de otros peces (vísceras, esqueletos, piel, aletas, etc.), que son

Gráfica 1. Comparativa de rendimiento y porcentaje de proteína



tratados para hacer harinas. Si bien esto disminuye significativamente los precios de elaboración, también genera gastos de transporte y refrigeración, pues los restos orgánicos tienden a entrar en putrefacción en cortos periodos de tiempo (1 a 3 días sin refrigeración y 1 a 10 días a 0 °C) (OECD/FAO, 2023).

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

La fracción orgánica de residuos sólidos urbanos (FORSU) se constituye por materias orgánicas generadas en viviendas, establecimientos o la vía pública; algunos ejemplos son los restos alimentarios y de poda. Su acumulación ocasiona problemas ambientales: al descomponerse producen gases de efecto invernadero (SEMARNAT, 2022). Sin embargo, la FORSU suele contener en promedio 45% de carbohidratos, 15% de proteínas y, en menor porcentaje, lípidos, convirtiéndola en una excelente materia prima para los piensos. En promedio, por cada kilogramo de FORSU tratada obtenemos de 200 a 250 g de extruido; a su vez, 100 g de extruido de FORSU contiene de 15 a 20% de fuente de proteína.

Para la transformación de estos residuos, se deshidratan y muelen hasta conseguir la harina que, para obtener más nutrimentos, es mezclada con vitaminas, hidratos de carbono y pigmentos (Turchini *et al.*, 2019). Adicionalmente, la FORSU puede ser tratada mediante fermentaciones, donde los microorganismos procesan los restos en componentes de fácil digestión para los peces. Aun así, para aumentar el porcentaje de proteína, este alimento se combina con piensos



Tecnología

a base harina de pescado, pues se ha demostrado que el uso de ambos productos en la dieta de los peces aumenta la tasa de supervivencia y crecimiento (Turchini et al., 2019; Joshi et al., 2021). No obstante, la principal desventaja de los piensos a base de FORSU es su bajo porcentaje de proteína, pero son más económicos y pueden ser transportados y comercializados con mayor facilidad, a diferencia del resto de las opciones mencionadas (Gráfica 1).

Actualmente, el Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua (IITCA) lleva a cabo la caracterización fisicoquímica, así como la formulación de piensos a partir de la FORSU y microorganismos, con la finalidad de ofrecer una alternativa de nutrición emergente a partir de residuos.

- Martínez-Córdova, Luis Rafael et al. (2014). "Uso de microorganismos en el cultivo de crustáceos", en *Biocencia*, vol. 16, núm. 3. <<https://biocencia.unison.mx/index.php/biocencia/article/view/141>>.
- OECD/FAO (2023). "Pescado", en *OCDE-FAO perspectivas agrícolas* <https://www.oecd.org/es/publications/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2022-2031_820ef1bb-es.html>.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2022). *Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2022-2024*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5673264&fecha=05/12/2022#gsc.tab=0>.
- Turchini, Giovanni, Jesse Trushenski, Brett Glen-cross (2019). "Thoughts for the future of aquaculture nutrition: Realigning perspectives to reflect contemporary issues related to judicious use of marine resources in aquafeeds.", en *North American Journal of Aquaculture*, vol. 81, núm. 1, pp. 13-39. <<https://www.stir.ac.uk/research/hub/publication/1067679>>.

Referencias

- Alfiko, Yuzer et al. (2022). "Insects as a feed ingredient for fish culture: Status and trends", en *Aquaculture and Fisheries*, vol. 7, núm. 2. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468550X21001465>>.
- Boyd, Claude Elson (2015). "1- Overview of aquaculture feeds: Global impacts of ingredient use", en *Feed and feeding practices in aquaculture. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780081005064000015>>.
- Cuellar Lemus, Silvia Margarita, José Aníbal Erazo Cornejo y Xenia Marlene Vaquerano Castro (1994). *Optimización de los efectos de concentración de levadura y tiempo de agitación en la ruptura de pared celular de saccharomyces uvarum residual de la etapa de fermentación de cervecerías*. Tesis de Ingeniería Química. Universidad del Salvador. <<https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/da7523e0-3809-4a7f-ae3c-9fcf1edbbe13/content>>.
- FAO (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción*. <<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a4a23148-b335-40ff-b2ca-364a50eb233d/content>>.
- Joshi, Prasanna, Sreeramana Aithal y Praveen B.M. (2021). "Introduction to the Fish Nutrition, Feed Formulation, and Feeding Conversion", en *Bioscience Discovery*, vol. 12, núm. 4, pp. 208-216. <https://www.researchgate.net/publication/363432175_Introduction_to_the_Fish_Nutrition_Feed_Formulation_and_Feeding_Conversion>.



Fredy Alexey López Trujillo es egresado de la Licenciatura en Biotecnología por la UAEMéx. Sus líneas de investigación comprenden el tratamiento integral de residuos y su revalorización.



Ghevovana González Blanco es Doctora en Ciencias Ambientales por la UAM. Sus líneas de investigación comprenden aspectos bioquímicos y metabólicos de consorcios microbianos con aplicación al tratamiento de aguas residuales, bioingeniería, tratamiento integral de residuos y su revalorización.



David García Mondragón es Doctor en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales por la UAEMéx. Sus líneas de investigación comprenden la gestión de residuos sólidos, sistemas de producción acuícola y sistemas de nutrición acuícola emergentes.



Iván Gallego Alarcón es Doctor en Ciencias del Agua por la UAEMéx. Sus líneas de investigación comprenden los sistemas de recirculación acuícola, simulación de sistemas para oxigenación y biofiltración, así como sistemas de nutrición acuícola emergentes.