



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

Análisis nutricional de la harina de cucaracha doméstica *Periplaneta americana* para una acuicultura sostenible en camarón blanco *Litopenaeus vannamei*

**AGUILAR LOAYZA FABRICIO ANDRES
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

**Análisis nutricional de la harina de cucaracha doméstica
Periplaneta americana para una acuicultura sostenible en camarón
blanco Litopenaeus vannamei**

**AGUILAR LOAYZA FABRICIO ANDRES
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

EXAMEN DE GRADO O FIN DE CARRERA DE CARÁCTER COMPLEXIVO

**Análisis nutricional de la harina de cucaracha doméstica
Periplaneta americana para una acuicultura sostenible en camarón
blanco Litopenaeus vannamei**

**AGUILAR LOAYZA FABRICIO ANDRES
INGENIERO ACUICOLA**

CUN JARAMILLO MILTON LUIS

**MACHALA
2024**

Análisis nutricional de harina de cucaracha doméstica

por Fabricio Aguilar

Fecha de entrega: 12-ago-2024 11:36a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2431121573

Nombre del archivo: Aguilar_Fabricio.docx (81.62K)

Total de palabras: 2108

Total de caracteres: 11746

Análisis nutricional de harina de cucaracha doméstica

INFORME DE ORIGINALIDAD

1 %

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

- 1** José Armando Ulloa, Mayte Carolina Villalobos Barbosa, Juan Alberto Resendiz Vazquez, Petra Rosas Ulloa et al. " Production, physico-chemical and functional characterization of a protein isolate from jackfruit () seeds ", CyTA - Journal of Food, 2017
Publicación <1 %

- 2** Sun, Hong, Xiaohong Yao, Xin Wang, Yifei Wu, Yong Liu, Jiangwu Tang, and Jie Feng. "Chemical composition and in vitro antioxidant property of peptides produced from cottonseed meal by solid-state fermentation", CyTA - Journal of Food, 2014.
Publicación <1 %

- 3** Angélica Espinosa-Plascencia, María del Carmen Bermúdez-Almada. "Las aflatoxinas, un tóxico que continúa presente en los alimentos y sus efectos biológicos en los humanos y en los animales", TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 2023
Publicación <1 %

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

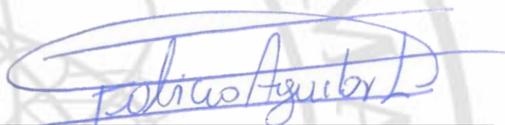
El que suscribe, AGUILAR LOAYZA FABRICIO ANDRES, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Análisis nutricional de la harina de cucaracha doméstica Periplaneta americana para una acuicultura sostenible en camarón blanco Litopenaeus vannamei, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



AGUILAR LOAYZA FABRICIO ANDRES

0704877554

RESUMEN

En Ecuador la acuicultura se basa principalmente en la producción de camarón, siendo esta actividad objeto de estudio para mejorar el rendimiento productivo, entre los varios factores se destaca la nutrición de este organismo. Respecto a la fórmula base de alimento balanceado en cuanto a dietas de camarones, la presente investigación se enfoca en el análisis nutricional de la harina de cucaracha como potencial alimento para una acuicultura sostenible en la producción de camarón blanco. En respuesta a la creciente demanda de alternativas alimenticias en la acuicultura, se investigó el potencial de la harina de cucaracha como fuente de nutrientes para el camarón blanco, con el objetivo de promover prácticas acuícolas más sostenibles y eficientes. Se llevaron a cabo análisis detallados de las propiedades nutricionales de la harina de cucaracha (*Periplaneta americana*). Los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para considerar la harina de cucaracha como un recurso valioso en la dieta de camarón blanco en la acuicultura, lo que podría contribuir significativamente a la sostenibilidad ambiental y económica de esta industria como insumo acuícola, destacando su particular contenido proteico, presencia de aminoácidos, lípidos, minerales que inciden en la formación de proteínas y los beneficios que brinda aplicarlos en alimentos compuestos necesarios en la nutrición del camarón (*Litopenaeus vannamei*). La proteína contenida en la harina de cucaracha posee el nivel más idóneo en aminoácidos a diferencia de otras harinas de origen animal o vegetal, otorgando un eficiente rendimiento en el desarrollo y crecimiento del camarón, de manera que, mejora el peso final, biomasa ganada, supervivencia, conversión alimenticia y consumo de alimento del organismo en cultivo.

Palabras clave: sostenibilidad, camarón blanco, nutrición, harina de cucaracha.

SUMMARY

In Ecuador, aquaculture is based mainly on shrimp production, this activity being the subject of study to improve productive performance, among the various factors the nutrition of this organism stands out. Regarding the base formula of balanced feed in terms of shrimp diets, this research focuses on the nutritional analysis of cockroach meal as a potential food for sustainable aquaculture in the production of white shrimp. In response to the growing demand for feed alternatives in aquaculture, the potential of cockroach meal as a nutrient source for white shrimp was investigated, with the aim of promoting more sustainable and efficient aquaculture practices. Detailed analyzes of the nutritional properties of cockroach (*Periplaneta Americana*) flour were carried out. The results obtained provide a solid basis to consider cockroach meal as a valuable resource in the diet of white shrimp in aquaculture, which could contribute significantly to the environmental and economic sustainability of this industry as an aquaculture input, highlighting its particular protein content. , presence of amino acids, lipids, minerals that affect the formation of proteins and the benefits of applying them in compound foods necessary for the nutrition of shrimp (*Litopenaeus vannamei*). The protein contained in cockroach flour has the most ideal level of amino acids unlike other flours of animal or plant origin, providing efficient performance in the development and growth of the shrimp, so that it improves the final weight, biomass gained, survival, feed conversion and food consumption of the organism in culture.

Keywords: sustainability, white shrimp, nutrition, cockroach flour.

ÍNDICE

RESUMEN.....	0
SUMMARY	1
1. INTRODUCCIÓN	4
2. DESARROLLO	5
2.1. Harina de cucaracha como fuente de alimento para la acuicultura	5
2.2. Propiedades nutricionales de la harina de cucaracha.....	6
2.3. CULTIVO DE LA CUCARACHA	6
2.4. Proceso de cría y recolección de cucaracha.....	7
2.5. Proceso de secado y molienda de cucarachas.....	7
2.6. Análisis nutricional de la harina de cucaracha	8
2.6.1. Determinación de aminoácidos esenciales	8
2.6.2. Evaluación de vitaminas y minerales	9
2.6.3. Composición proximal de la harina de cucaracha.....	9
2.7. Consideraciones ambientales y sanitarias.....	10
2.7.1. Impacto ambiental del uso de harina de cucaracha.....	10
2.7.2. Riesgos sanitarios asociados al uso de harinas de cucaracha.....	11
3. CONCLUSIÓN	12
4. BIBLIOGRAFÍA.....	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Perfil de aminoácidos de <i>Periplaneta americana</i> (cucaracha).....	8
Tabla 2 Perfil de contenido mineral de la harina de cucaracha.....	9
Tabla 3 Análisis químico proximal de la harina de cucaracha.....	10

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de alternativas sostenibles y eficientes para la alimentación en la acuicultura se ha convertido en un tema de vital importancia en la actualidad. En este contexto, la harina de cucaracha emerge como un recurso potencialmente prometedor debido a su alto contenido nutricional y a su abundante disponibilidad (Long *et al.*, 2022).

La harina de cucaracha como un potencial sustituto en la dieta del camarón blanco, con el objetivo de promover la sostenibilidad y la eficiencia en la producción acuícola. Para abordar este objetivo, estudios realizados determinaron las propiedades nutricionales de la harina de cucaracha, así como su impacto en el crecimiento, la salud y la calidad del camarón blanco. A través de este estudio, se busca contribuir al desarrollo de prácticas acuícolas más responsables y respetuosas con el medio ambiente, aprovechando los recursos disponibles de manera innovadora y sustentable (Tufail & Takeda, 2008).

La harina de cucaracha "*Periplaneta americana*" como una posible solución para promover la sostenibilidad en la acuicultura del camarón blanco. A través de un enfoque multidisciplinario que abarca la biología, la nutrición animal y la ecología acuática, se pretende examinar en profundidad las propiedades nutricionales de la harina de cucaracha y su impacto en el crecimiento del camarón blanco (Orire *et al.*, 2020).

Los objetivos de este estudio no solo podrían contribuir al conocimiento científico sobre la alimentación animal en la acuicultura, sino también proporcionar información crucial para el desarrollo de prácticas acuícolas más sostenibles y responsables. En última instancia, se espera que este trabajo impulse la utilización eficiente de recursos disponibles y fomente la adopción de enfoques innovadores para garantizar la seguridad alimentaria y la conservación del medio ambiente en la producción de camarón blanco.

2. DESARROLLO

2.1. Harina de cucaracha como fuente de alimento para la acuicultura

El uso de harina de cucaracha como alimento en la acuicultura es un enfoque innovador y prometedor. Se menciona que la harina de cucaracha contiene una amplia gama de nutrientes esenciales, como proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales que destacan su alto contenido de aminoácidos esenciales y su potencial para mejorar el crecimiento y salud de los camarones blancos. El uso de harina de cucaracha también ofrece beneficios ambientales al reducir la dependencia de fuentes de alimento convencionales y aprovechar un recurso abundante y sostenible (Khajuie *et al.*, 2022).

La rentabilidad en la acuicultura, tanto para organismos destinados al consumo humano como para el acuarismo, se ha visto impactada por los costos de producción, especialmente en lo que respecta al alimento y a la mano de obra, que pueden representar hasta un 90% del costo total. Estos costos han aumentado significativamente, particularmente en lo que concierne a las materias primas para la elaboración de alimentos balanceados, como las harinas de pescado, soya, sorgo, maíz y trigo (Torres *et al.*, 2023). Este aumento se debe a su uso en la producción de alimentos para animales y biocombustibles. Además, Millward (2012) señala que la industria de alimentos para organismos acuáticos debe considerar el uso de harina de pescado, lo cual tiene un impacto en el ecosistema, ya que se requieren grandes cantidades de peces silvestres para alimentar a los peces cultivados, lo que ha llevado a fluctuaciones en las poblaciones de especies como sardinas y anchovetas debido a la sobrepesca y eventos globales como El Niño (Naylor *et al.*, 2000).

Por ello, es esencial buscar ingredientes no convencionales que puedan reemplazar, al menos en parte, estas materias primas. Los insectos, por ejemplo, son ricos en proteínas y grasas, especialmente en las etapas larvales y en las pupas de las especies holometábolos

(Ramos-Elorduy & Pino-Moreno, 2001), además de proporcionar calorías, algunas sales minerales y vitaminas del grupo B(Sociedad Química de México. & Pino M., 2001) .

En su estado inmaduro, los insectos tienen baja cantidad de fibra cruda, y su contenido equilibrado de aminoácidos esenciales contribuye a una digestibilidad in vitro e in vivo muy alta (Babers, 1961). Este estudio proporciona información sobre el uso potencial de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758), conocida comúnmente como cucaracha, seleccionada por su alta demanda como pez ornamental, su facilidad de manejo y su adaptación a condiciones de laboratorio (Ramos & Pino, 2001).

2.2.Propiedades nutricionales de la harina de cucaracha

La harina de cucaracha se destaca por su perfil nutricional completo y equilibrado. Contiene altos niveles de proteínas de alta calidad biológica, grasas beneficiosas, vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales para los organismos acuáticos. Además, la harina de cucaracha es baja en antinutrientes, como fitatos y taninos, que podrían interferir con la absorción de otros nutrientes. Su contenido de fibra dietética tampoco es significativo, lo que promueve una buena digestibilidad y asimilación de los nutrientes presentes en la harina, contribuyendo así al óptimo crecimiento y desarrollo de los peces y crustáceos en la acuicultura(Sule *et al.*, 2022) .

2.3.CULTIVO DE LA CUCARACHA

De para iniciar un cultivo de cucarachas, es necesario seleccionar una especie, siendo las más comunes la cucaracha domestica *P. american*, debido a su tamaño, ciclo de vida y facilidad de cuidado, para realizar dicho cultivo se requieren cajas o contenedores adecuados que pueden variar sus dimensiones según el tamaño de la colonia que se desee cultivar. Se debe asegurar una ventilación adecuada y también evitar escapatorias de las mismas con una malla protectora. El ambiente de debe mantener en condiciones húmedas y con la temperatura

controlada específica para la especie, generalmente estas oscilan entre 25 y 30 grados Celsius, con un cierto nivel de humedad que ronda el 60% (S. Chen *et al.*, 2021) .

2.4. Proceso de cría y recolección de cucaracha

El proceso de cría y recolección de cucarachas se lleva a cabo en condiciones controladas para garantizar la producción constante de harina de cucaracha.

- ✓ Primero: se selecciona una especie de cucaracha adecuada para el cultivo
- ✓ Segundo: utilizar sistemas de crianza en cautiverio, como cajas o contenedores, a los cuales se los complementan con cartones reciclables y sustratos.
- ✓ Tercero: se establece un ambiente óptimo con temperatura, humedad y alimentación adecuados para el crecimiento y reproducción de los organismos.
- ✓ Cuarto: una vez que las cucarachas alcanzan la madurez, se procede a la recolección que se puede llevar a cabo de manera manual o con el uso de trampas y equipos especializados
- ✓ Quinto: realizar de manera periódica la recolección y tomar las medidas de bioseguridad necesarias para evitar cualquier contratiempo (S. Chen *et al.*, 2021).

2.5. Proceso de secado y molienda de cucarachas

La clave en la obtención de harina de cucaracha es el secado y molienda después de la recolección. Las cucarachas se lavan minuciosamente para eliminar cualquier sustancia no deseada y luego se colocan en el horno a 60°C durante diez a doce horas, para eliminar la humedad, preservar nutrientes y evitar quemar el producto, luego se procede a ubicar las cucarachas secas en un molino y se las tritura, este proceso garantiza la máxima extracción de nutrientes presentes en la cucaracha y permite obtener una harina de alta calidad (Li, Yang, *et al.*, 2023).

2.6. Análisis nutricional de la harina de cucaracha

2.6.1. Determinación de aminoácidos esenciales

Para llevar a cabo este análisis, se utilizará una técnica de cromatografía de aminoácidos, que permitirá identificar y cuantificar los diferentes aminoácidos presentes en la harina de cucaracha, este análisis proporcionará información precisa y objetiva sobre la calidad proteica de la harina de cucaracha y su utilidad como alimento suplementario (Li, Bing, *et al.*, 2023).

La composición proximal en base seca de la harina obtenida de *P. americana* incluyó: proteínas (47.9%), extracto etéreo (36.8%), fibra cruda (7.1%), extracto libre de nitrógeno (4.2%) y sales minerales (4%). La digestibilidad de las proteínas *in vitro* alcanzó un 79.09% (L. Chen *et al.*, 2023).

Tabla 1 Perfil de aminoácidos de Periplaneta americana (cucaracha)

Aminoácido	<i>P. americana</i> (%)
Ácido aspártico	5.95
Ácido glutámico	7.85
Serina	4.80
Histidina	1.53
Glicina	5.63
Treonina	3.64
Arginina	5.21
Alanina	8.87
Tirosina	4.90
Metionina	0.94
Valina	5.13
Fenilalanina	2.18
Isoleucina	2.74
Leucina	5.70
Lisina	4.00
Cisteína	0.06
Triptofano	0.15

Fuente: (L. Chen *et al.*, 2023).

Se encontró que la harina de cucaracha contiene una variedad de aminoácidos esenciales en cantidades significativas, incluyendo la lisina, metionina y treonina los cuales son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de los camarones (Zhang *et al.*, 2022).

2.6.2. Evaluación de vitaminas y minerales

Los análisis realizados, determinan la concentración de diversas vitaminas, como el retinol (vitamina A), colecalciferol (vitamina D), cianocobalamina (vitamina B12), tocoferol (vitamina E), y minerales esenciales como el Ca (calcio), P (fosforo), Fe (hierro) y Zn (zinc) que ayudan al crecimiento del camarón, sistema inmunológico y desarrollo (Zhang *et al.*, 2022).

El contenido mineral de Na (sodio) (4518,72 mg/kg), K (potasio) (10007,69 mg/kg) y Ca (calcio) (2174,10 mg/kg) fue superior a los valores informados por Ayssiweide *et al.* (2011), similar a Bernard y Allen (1997) y dentro del rango de macro minerales, Mn (20,85 mg/kg) y Zn (185,66 mg/kg) mientras que Fe (1303,37 mg/kg) y Cu (50,22 mg/kg) en este estudio fueron mayores (Dixit *et al.*, 2018).

Tabla 2 Perfil de contenido mineral de la harina de cucaracha.

Minerales	(mg/kg)
Fosforo (P)	4527.40 ± 90.64
Calcio (Ca)	2174.10 ± 15.01
Magnesio (Mg)	1180.50 ± 14.06
Potasio (K)	10007.69 ± 79.68
Sodio (Na)	4518.72 ± 213.33
Manganeso (Mn)	20.85 ± 1.55
Hierro (Fe)	1303.37 ± 9.77
Cobre (Cu)	50.22 ± 1.52
Zinc (Zn)	185.66 ± 2.70

Fuente: Bernard y Allen (1997)

2.6.3. Composición proximal de la harina de cucaracha

El análisis de la composición proximal de la harina de cucaracha reveló los siguientes datos: 57.89/100 gr de proteína cruda, 20.45/100 gr de carbohidratos, 9.82/100 gr de fibra y 6.70/100 gr de cenizas y 5.14/100 gr de grasa cruda. Estos resultados demuestran que la harina

de cucaracha es una excelente fuente de proteínas, con un contenido comparable al de otros alimentos utilizados en la acuicultura. Además, su bajo contenido de carbohidratos y fibra la convierte en un alimento altamente digestible para el camarón blanco (Yang *et al.*, 2023).

Tabla 3 Análisis químico proximal de la harina de cucaracha

Análisis	Gramos/100 gramos
	Experimental
Proteína cruda	57.89
Cenizas	6.70
Grasa cruda	5.14
Fibras	9.82
Carbohidratos totales	20.45
Total	100

Fuente: (Ballinas Díaz *et al.*, 2009).

Dado su alto contenido de proteínas, excelente digestibilidad, perfil de aminoácidos favorable y gran aceptación por parte de los peces, se puede concluir que la harina de *P. americana* es un ingrediente no convencional apto para formular dietas de especies acuícolas. Aunque, en pruebas experimentales, el costo por kilogramo de esta dieta es algo mayor que el del alimento balanceado convencional, la producción masiva de insectos podría hacerla competitiva (Ballinas Díaz *et al.*, 2009).

2.7.Consideraciones ambientales y sanitarias

2.7.1. Impacto ambiental del uso de harina de cucaracha en la acuicultura

La harina de cucaracha en la acuicultura puede tener varios impactos ambientales, tanto positivos como negativos. Por un lado, la harina de cucaracha puede ser una fuente sostenible de proteínas y nutrientes para alimentar a los peces de cultivo, reduciendo así la dependencia de fuentes de alimentos tradicionales como el pescado salvaje y la soja. Esto podría contribuir a la conservación de los recursos marinos y terrestres (Mathew *et al.*, 2014).

Según Li, Bing, *et al.* (2023) , el cultivo de cucarachas para la producción de harina ocasionan preocupaciones ambientales, especialmente en la gestión de residual por el consumo

de recursos y los posibles impactos de los ecosistemas locales. Además, se necesitarían estudios adicionales para evaluar el impacto potencial de la harina de cucaracha en la salud de los peces y en la calidad del agua en los sistemas acuícolas.

El uso de harina de cucaracha en la acuicultura tiene el potencial de ser una alternativa sostenible, pero es importante considerar y gestionar adecuadamente los posibles impactos ambientales asociados con su producción y uso (Paranagama & Sujantha Ekanayake, 2004).

2.7.2. Riesgos sanitarios asociados al uso de harinas de cucaracha

Según el uso de harina de cucaracha plantea algunos riesgos sanitarios potenciales que deben ser considerados y gestionados adecuadamente. Algunos de estos riesgos incluyen:

1. Contaminación microbiológica: Las cucarachas pueden albergar microorganismos patógenos como bacterias, virus y parásitos. Si no se manejan adecuadamente durante el proceso de producción de harina, estos microorganismos podrían contaminar el producto final y representar un riesgo para la salud humana y animal (Sagar, 2020).

3. Contaminación química: Las cucarachas pueden acumular contaminantes químicos como pesticidas y metales pesados de su entorno. Si se utilizan cucarachas recolectadas en áreas contaminadas para producir harina, existe el riesgo de que estos contaminantes se transfieran al producto final y puedan representar un riesgo para la salud (Kouřimská *et al.*, 2023).

Para mitigar estos riesgos, es crucial implementar prácticas adecuadas de producción, procesamiento y manipulación de harina de cucaracha, incluyendo el uso de cucarachas criadas en condiciones controladas, la aplicación de protocolos de higiene estrictos y el cumplimiento de regulaciones sanitarias y de seguridad alimentaria (L. Chen *et al.*, 2023).

3. CONCLUSIÓN

En relación a la recopilación obtenida, enfocada a la harina de cucaracha, puedo indicar lo siguiente:

La harina de cucaracha, es un producto que tiene gran contenido nutricional como lo indican muchos estudios y que podrían ser sustituidos parcialmente como nutriente en la elaboración de dietas balanceadas para el camarón *Litopenaeus vannamei*.

La proteína presente en la harina de cucaracha posee el requerimiento de aminoácidos esenciales que necesita el camarón blanco, otorgando un eficiente crecimiento y rendimiento en su desarrollo, a diferencia de otras harinas de origen animal y vegetal que cada vez se están agotando y generando un impacto negativo al ambiente.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Babers, F. H. (1961). Biochemistry of Insects. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 7(4). <https://doi.org/10.1093/besa/7.4.260a>
- Ballinas Diaz, E. J., Yáñez Tovar, C., Aguilar Najera, O., Caballero Roque, A., & García Hernández, A. (2009). Evaluación nutricional de la proteína de cucaracha. *Ciencias UNICACH*, 3(1).
- Chen, L., Xu, J., Li, L., Zhao, C., & Long, X. (2023). Effects of dietary fishmeal replacement by *Periplaneta americana* meal on biochemical indexes, disease resistance and metabolomics of juvenile *Oncorhynchus mykiss*. *South China Fisheries Science*, 19(4). <https://doi.org/10.12131/20220208>
- Chen, S., Wei, X., Sui, Z., Guo, M., Geng, J., Xiao, J., & Huang, D. (2021). Preparation of antioxidant and antibacterial chitosan film from *periplaneta Americana*. *Insects*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/insects12010053>
- Dixit, A. M., Subba Rao, S. V., Article, O., Choudhary, K., Singh, M., Choudhary, O. P., Pillai, U., Samanta, J. N., Mandal, K., Saravanan, R., Gajbhiye, N. A., Ravi, V., Bhatia, A., Tripathi, T., Singh, S. C. S., Bisht, H., Behl, H. M., Roy, R., Sidhu, O. P., ... Helmy, M. (2018). Morfologi dan Sistematika *Periplaneta americana*. *Analytical Biochemistry*, 11(1).
- Khajuiie, F., Valizadeh, R., Naserian, A. A., Dadvar, P., & Dayani, O. (2022). Evaluation of cockroach (*Periplaneta americana*) powder as a potential feed ingredient for ruminants: chemical composition, fatty acids profile and ruminal degradability. *Journal of Livestock Science and Technologies*, 10(1). <https://doi.org/10.22103/JLST.2022.18955.1396>

- Kouřimská, L., Kvasnička, F., Kurečka, M., Rajchl, A., Škvorová, P., & Kulma, M. (2023). Taurine content of insects used as feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 9(9). <https://doi.org/10.3920/JIFF2022.0140>
- Li, Y. C., Bing, F., Zhang, J. M., Wang, G. J., Gong, W. B., Tian, J. J., Li, H. Y., Zhang, K., Xia, Y., Li, Z. F., Xie, J., & Yu, E. M. (2023). Dietary *Periplaneta americana* extract improved the growth performance, immune, and antioxidative status, and crowding stress responses in Nile tilapia. *Journal of Insects as Food and Feed*, 9(8). <https://doi.org/10.3920/JIFF2022.0148>
- Li, Y. C., Yang, H. C., Zhang, J. M., Wang, G. J., Gong, W. B., Tian, J. J., Li, H. Y., Zhang, K., Xia, Y., Li, Z. F., Xie, J., & Yu, E. M. (2023). Effects of dietary defatted *Periplaneta americana* meal on the growth, antioxidant status, immunity, hepatic and intestinal health of Nile tilapia. *Journal of Insects as Food and Feed*, 10(2). <https://doi.org/10.1163/23524588-20230081>
- Long, X., Liu, Y., Li, Y., Li, J., Zhao, C., & Deng, J. (2022). Effects of Dietary American Cockroach *Periplaneta americana* Meal Inclusion on the Growth Performance, Antioxidant Capacity, and Immunity of Juvenile Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Nutrition*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8359405>
- Mathew, A., Rejitha, T. P., & Reshma, J. K. (2014). Study of Repellent Activity of Different Plant Powders against Cockroach (*Periplaneta americana*). *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 2(6).
- Millward, D. J. (2012). Identifying recommended dietary allowances for protein and amino acids: A critique of the 2007 WHO/FAO/UNU report. *British Journal of Nutrition*, 108(SUPPL. 2). <https://doi.org/10.1017/S0007114512002450>

- Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C. M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., & Troell, M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. In *Nature* (Vol. 405, Issue 6790). <https://doi.org/10.1038/35016500>
- Orire, A. M., Fasomo, G. B., & Haruna, M. A. (2020). Effects of replacing fish meal with cockroach (*Periplaneta americana*) meal in the diet of African catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings. *Journal of Aquatic Sciences*, 34(2). <https://doi.org/10.4314/jas.v34i2.16>
- Paranagama, P. A., & Sujantha Ekanayake, E. M. D. (2004). Repellant properties from essential oil of *Alpinia calcarata* Rosc. Against the American cockroach, *Periplaneta Americana*. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 32(1–2). <https://doi.org/10.4038/jnsfsr.v32i1-2.2420>
- Ramos, J., & Pino, J. (2001). Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. *Revista de La Sociedad Química de México*, 45(2).
- Ramos-Elorduy, J., & Pino-Moreno, J. M. (2001). Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. *Revista de La Sociedad Química de México*, 45(2).
- Sagar, S. (2020). In Silico Modelling of Antibacterial Protein Transferrin from *Periplaneta americana* and its Interaction Analysis with Membrane Protein of MRSA. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 13(2). <https://doi.org/10.21786/bbrc/13.2/42>
- Salazar, M. O. L., Planas-Sitjà, I., Sempo, G., & Deneubourg, J. L. (2018). Individual thigmotactic preference affects the fleeing behavior of the American cockroach (Blattodea: Blattidae). *Journal of Insect Science*, 18(1). <https://doi.org/10.1093/jisesa/iex108>

- Sociedad Química de México., J., & Pino M., J. M. (2001). Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. In *Revista de la Sociedad Química de México* (Vol. 45, Issue 2).
- Sule, S. O., Sotolu, A. O., Yakubu, S. O., & Mohammed, R. (2022). Cockroach (*Periplaneta Americana*) as fishmeal replacer in diets of African catfish (*Clarias gariepinus*) Juveniles. *Journal of Aquatic Sciences*, 36(2), 119–132. <https://doi.org/10.4314/jas.v36i2.11>
- Torres, A., Vivaldo Patraca, L. G., & Serrano Guzmán, S. J. (2023). Evaluación de la sustitución de harina de pescado por la de *Spirulina subsalsa* Oersted ex Gomont 1892, en el crecimiento del caracol manzana *Pomacea bridgesii* (Reeve, 1856) en un sistema de recirculación y bajo condiciones de laboratorio. *AquaTechnica Revista Iberoamericana de Acuicultura*, 5(1). <https://doi.org/10.33936/at.v5i1.5402>
- Tufail, M., & Takeda, M. (2008). Molecular characteristics of insect vitellogenins. In *Journal of Insect Physiology* (Vol. 54, Issue 12). <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2008.08.007>
- Yang, H. C., Li, Y. C., Wang, G. J., Xie, J., & Yu, E. M. (2023). Effects of dietary *Periplaneta americana* water extract on growth, chemical composition, muscle antioxidant status, and meat quality of Nile tilapia. *Journal of Insects as Food and Feed*, 10(4). <https://doi.org/10.1163/23524588-20230162>
- Zhang, Y., Su, J., Luo, L., & Zhang, J. (2022). Effects of water extracts of American cockroach (*Periplaneta americana*) on the growth and physiological and biochemical indices of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, 53(11). <https://doi.org/10.1111/are.15897>