

Biotecnología agropecuaria aplicada

Leandris Argentel-Martínez
Ofelda Peñuelas-Rubio
Lucila Perales-Aguilar
Ugur Azizoglu
Editores



Pantanal Editora

2024

Leandris Argentel-Martínez
Ofelda Peñuelas-Rubio
Lucila Perales-Aguilar
Ugur Azizoglu
Editores

Biotecnología agropecuaria aplicada



Pantanal Editora

2024

Copyright© Pantanal Editora

Editor Jefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Ejecutivos: Dr. Jorge González Aguilera y Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diseño: El editor. **Diseño y arte:** el editor. Imágenes de portada y contraportada: Canva.com. **Reseña:** Autor(es), organizador(es) y editor.

Consejo editorial

Grado académico y nombre

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu
Prof. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Prof. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Prof. Dra. Patrícia Maurer
Prof. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Prof. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Institución

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
UEMA
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Consejo Científico Técnico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Hoja de catálogo

Catalogación en publicación
Preparado por Bibliotecario Janaina Ramos – CRB-8/9166

B616

Biotecnología agropecuaria aplicada / Edición de Leandris ArgenteL-Martínez, Ofelda Peñuelas-Rubio, Lucila Perales-Aguilar, Ugur Azizoglu. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024.
203p. ; il.

Reserva en PDF

ISBN 978-65-85756-36-5

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756365>

1. Biotecnología en la agricultura. 2. Microorganismos. I. ArgenteL-Martínez, Leandris (Editores). II. Peñuelas-Rubio, Ofelda (Editores). III. Lucila Perales-Aguilar (Editores). IV. Azizoglu, Ugur (Editores). V. Título.

CDD 631.52

Índice del catálogo sistemático

I. Biotecnología en la agricultura



Nuestros libros electrónicos son gratuitos y se permite el acceso público, la descarga y el intercambio, pero solicitamos que se dé el debido crédito a Pantanal Editora y también a los organizadores y autores. Sin embargo, no se permite el uso de libros electrónicos con fines comerciales, salvo autorización expresa de los autores y acuerdo de Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Presentación

Sin duda, la biotecnología representa una de las áreas científicas de mayor avance y aplicación en la actualidad. Aun cuando sus inicios fueron hace miles de años, con la obtención de cerveza y queso, gracias al avance científico-tecnológico en las ciencias relacionadas con la biología, se ha potenciado la rama agropecuaria.

En México, considerando que las actividades de producción agrícola y pecuaria son primordiales para el desarrollo del país, existe gran interés de la comunidad científica para buscar alternativas que den solución a los problemas más relevantes que limitan la producción de alimentos.

El presente compendio científico “**Biología agropecuaria aplicada**” aborda temas relevantes del área agropecuaria. Se hace énfasis en el aprovechamiento de microorganismos bacterianos y fúngicos y su potencial uso en los agroecosistemas. Estas aplicaciones con la finalidad de promover prácticas sustentables de producción, desde la promoción del crecimiento vegetal en condiciones ambientales adversas, el biocontrol de fitopatógenos y malezas, así como la biorremediación. También se exploran metodologías novedosas para la obtención de compuestos antioxidantes y antifúngicos. Además, se presentan avances en la elaboración de nuevos alimentos para la producción acuícola, como alternativas para la nutrición efectiva.

Los trabajos aquí presentados constituyen evidencias de los pasos sólidos que dan los diferentes grupos de investigación nacionales e internacionales del área de la biología agropecuaria. Se agradece la participación de los autores que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI-CONACYT) de los Estados Unidos Mexicanos.

Los Autores


Resumen


Presentación	4
Capítulo 1	6
Perspectivas de la aplicación del microbioma bacteriano de <i>Parkinsonia aculeata</i> en suelos salinos	6
Capítulo 2	17
Microorganismos promotores del crecimiento vegetal y yeso agrícola en el cultivo de uva industrial variedad <i>Cabernet sauvignon</i> , Valle del Yaqui	17
Capítulo 3	26
Efecto de pulsos ultrasónicos en la extracción de compuestos antioxidantes y antifúngicos en <i>Euphorbia prostrata</i> (golondrina)	26
Capítulo 4	36
Evaluación de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de <i>Amaranthus hybridus</i> para cultivo de tilapia (<i>Oreochromis aureus</i>)	36
Capítulo 5	48
Potencial del género <i>Pleurotus</i> como agente biorremediador en la eliminación de metales pesados de suelos: un enfoque biotecnológico para la agricultura sostenible	48
Capítulo 6	59
El papel de las bacterias quitinolíticas en interacciones planta-patógeno y su potencial empleo biotecnológico en la agricultura	59
Capítulo 7	71
Avances en el desarrollo de micoherbicidas para el manejo agroecológico de la correhuela (<i>Convolvulus arvensis</i> L.) en la agricultura	71
Capítulo 8	84
Caracterización fisicoquímica parcial de la harina de grillo domestico <i>Acheta domesticus</i> como ingrediente novedoso en formulaciones	84
Capítulo 9	93
El género <i>Bacillus</i> como aliado en la agricultura sostenible	93
Capítulo 10	114
<i>Trichoderma</i> , bioinsumo para la agricultura sustentable y protegida	114
Capítulo 11	135
El papel de la Agrobiotecnología en la Agricultura	135
Capítulo 12	148
Cromatografía: Una técnica esencial en la Biotecnología Agropecuaria	148
Capítulo 13	186
Propagación <i>in vitro</i> de Cactáceas y Agaváceas tolerantes a metales pesados en el suelo	186
Índice Remissivo	202
Editores	203

Caracterización fisicoquímica parcial de la harina de grillo domestico *Acheta domestica* como ingrediente novedoso en formulaciones

Recibido en: 23/05/2024


Aprobado en: 06/06/2024

 10.46420/9786585756365cap8

Aldo Fraijo-Valenzuela¹ 

Joe Luis Arias-Moscoso^{2*} 

Barbara Aboites-Martínez² 

José Reyes Gonzalez-Galaviz³ 

Libia Zulema Rodriguez-Anaya³ 

RESUMEN

El incremento en la demanda de harina de pescado ha creado una fuerte necesidad de emplear fuentes de proteína que cumplan con el requerimiento nutricional de los cultivos y a su vez sean asequibles y sostenibles con el medio ambiente. En el presente estudio se analizó la composición nutricional de la harina de grillo *Acheta domestica* mediante análisis bromatológico para determinar su factibilidad como ingrediente en formulaciones acuícolas. Su alto contenido de proteína cruda, (54.44%) similar a la harina de pescado, hace de la harina de grillo *A. domestica* un ingrediente novedoso y de calidad que podría ser empleado como ingrediente en formulaciones acuícolas. En adición, el impacto medioambiental de su producción es nulo en comparación con otras fuentes de proteína y su composición puede ser modificada mediante distintos procesos químicos para mejorar su calidad final.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura representa el sector alimentario de mayor crecimiento de la última década (Little et al., 2016), con una producción anual de 88 millones de toneladas en peso vivo, equivalentes a 265 millones de dólares en ganancia (FAO, 2022). Además, ha superado la producción de la pesquería por captura y ha mantenido un crecimiento constante a lo largo de los años. No obstante, en años recientes su producción se ha estancado debido a la disminución de la harina de pescado, la cual es la principal

¹ Programa de Doctorado en Ciencias Especialidad en Biotecnología /Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, México, CP: 85000

² Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Bácum Sonora, México, CP: 85270

³ CONAHCYT /Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, México, CP: 85000.

* Autor(a) correspondiente: jarias.moscoso@itvy.edu.mx

fuelle de proteína, aminoácidos y ácidos grasos en formulaciones acuícolas (FAO, 2022; Jobling, 2012). El crecimiento acelerado de la producción por acuicultura conlleva a un incremento en la demanda de harina de pescado, que a su vez incrementa el precio este ingrediente principal para la formulación de alimentos acuícolas. Debido a lo anterior, se pone en riesgo la sostenibilidad de la acuicultura pues el costo de los alimentos representa el 50% de los costos de producción (Ayisi et al., 2017; Dai et al., 2017). Ante esta problemática han surgido fuentes de proteína alternas a la harina de pescado, siendo la más común la harina de soya (Gasco et al., 2018; Hodar et al., 2020). Sin embargo, la presencia de factores anti nutricionales y déficit de aminoácidos esenciales ha limitado su uso y solo han logrado sustituir parcialmente la harina de pescado.

La harina de grillo domestico *Acheta domesticus* se presenta como un ingrediente de calidad, apto para sustituir la harina de pescado, pues posee un alto contenido de proteína digestible, lípidos, aminoácidos, vitaminas y minerales (Alfiko et al., 2022; Barker et al., 1998; Barroso et al., 2014; Finke, 2002; Oonincx & Finke, 2021; Pilco-Romero et al., 2023; Tran et al., 2015) (Figura 1), cuya composición se puede modificar mediante enriquecimiento del sustrato y diferentes procesos químicos (Lucas-González et al., 2019; Ndiritu et al., 2017; Oloo et al., 2020) para satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos. En adición, su producción posee un mínimo impacto ambiental al requerir menos espacio y agua y generar substancialmente menos emisiones de gases de invernadero en comparación con otras fuentes de proteína (Guo et al., 2022; Siddiqui et al., 2023; Van Peer et al., 2024; Vauterin et al., 2021) (Figura 2). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue caracterizar la composición proximal de la harina de grillo domestico mediante análisis bromatológicos para evaluar su potencial como ingrediente en formulaciones acuícolas.

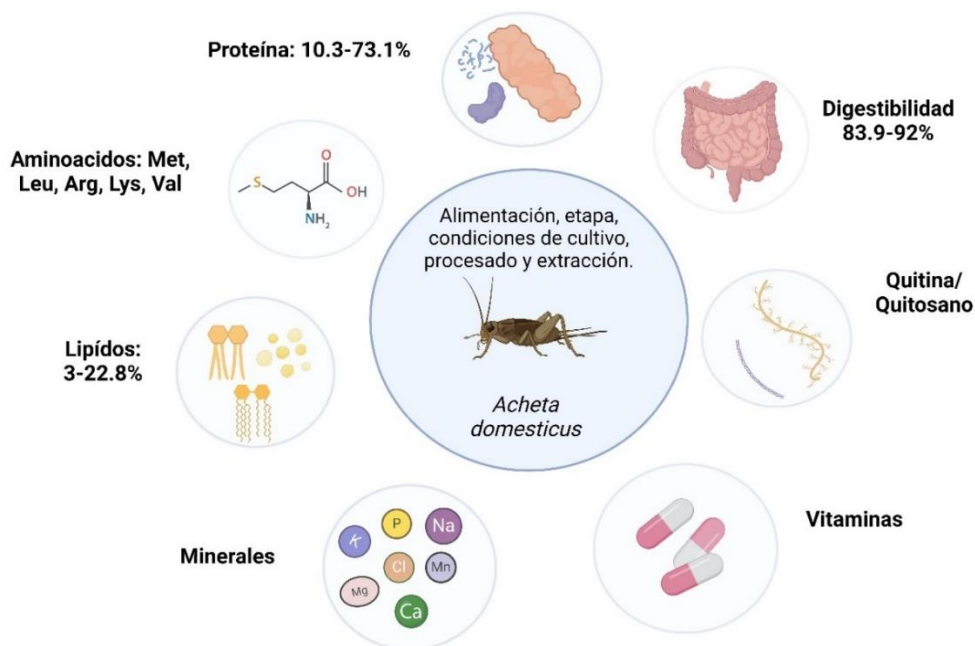


Figura 1. Composición nutricional del grillo domestico *A. domesticus*. Creadas con Biorender.com

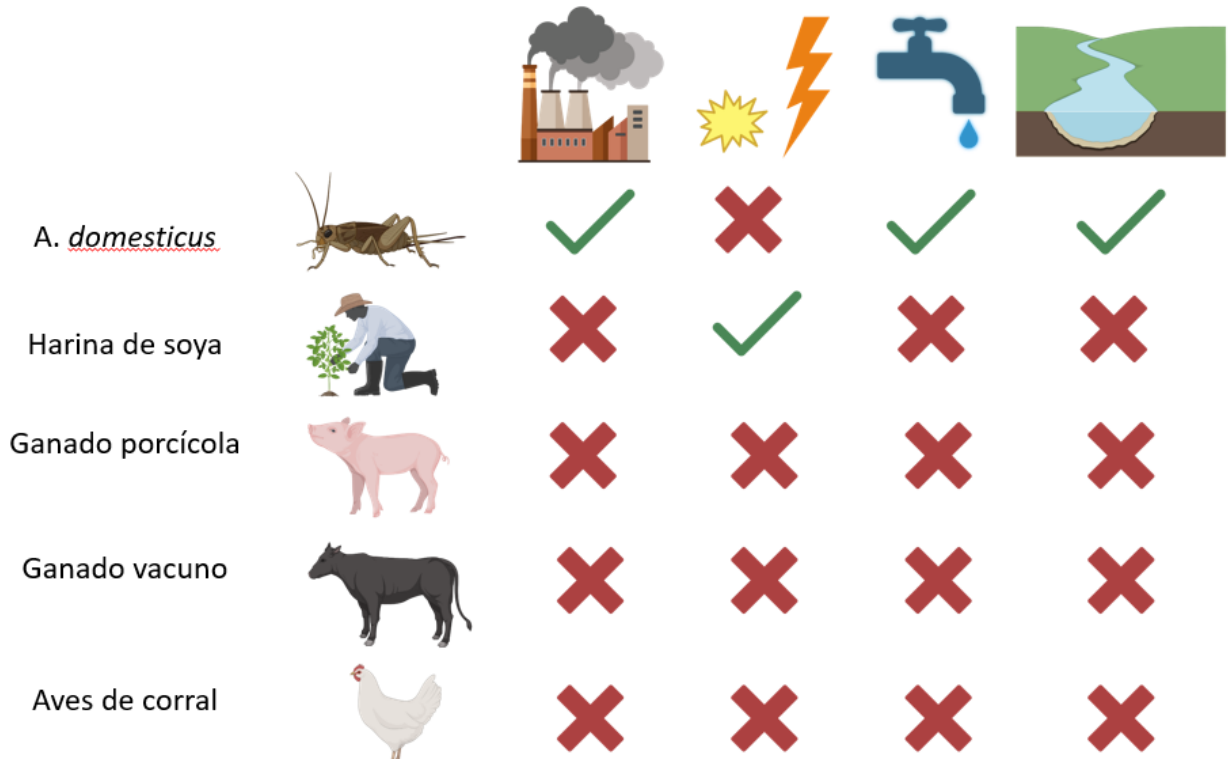


Figura 2. Comparación del impacto ambiental de la harina de grillo y otras fuentes convencionales de proteína. Creadas con Biorender.com.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivo y obtención de harina de grillo doméstico

El cultivo de grillo se llevó a cabo acorde a la metodología propuesta por Hanboonsong & Durst (2020). Para el cultivo se emplearon ejemplares adultos procurados de un productor, con una densidad inicial de 30 individuos, con una relación de 1 macho por cada 10 hembras. Los ejemplares se colocaron en contenedores plásticos de 40x60 cm, los cuales contenían carteras de huevo alineados verticalmente como refugio, bebederos de 3 cm de alto y un contenedor plástico con sustrato de maceta como colector de los huevecillos o ponedero. Cada contenedor fue etiquetado con datos como la fecha, población y ciclo reproductivo. La alimentación de los grillos consistió en alimento seco para mascotas (30% de proteína) y vegetales frescos. Una vez obtenidos los huevos se colocaron en contenedores plásticos para su incubación bajo condiciones controladas de temperatura (35°C) y humedad. Se mantuvo la humedad del sustrato rociándole agua destilada con un atomizador. Simultáneamente, se mantuvo una bitácora para el control de cada ciclo reproductivo. Después de cada ciclo de cultivo, los contenedores se desmantelaron y se limpiaron y desinfectaron. Cada ciclo de cultivo tuvo una duración de 80 días.

Una vez alcanzada la biomasa requerida (6,000 individuos) se sacrificaron los grillos por congelación para ser posteriormente secados en un horno a 50°C por 48 horas. Una vez secos, se molieron en un molino de carne hasta la obtención de la harina de grillo, acorde a la metodología

propuesta por (Udomsil et al., 2019). Al final se anotó el rendimiento en peso de la harina de grillo con respecto al total de los individuos secos molidos.

Análisis bromatológico de la harina de grillo

La composición proximal de la harina de grillo se analizó mediante la metodología propuesta por la AOAC (2005) (Figura 3). Para la determinación de humedad, cenizas, proteína cruda y lípidos. Cada análisis se efectuó por triplicado.

El contenido de humedad en la harina de grillo se determinó por secado en horno a 110°C hasta alcanzar el peso constante. Las muestras desecadas de la prueba anterior se emplearon para la determinación de proteínas y lípidos. El contenido de proteína cruda en las muestras se determinó por el método micro Kjeldahl después de una digestión acida, seguido de una neutralización, destilación y posteriormente una titulación. El contenido de grasa cruda se determinó empleando el método Soxhlet por extracción con hexano. El contenido de cenizas se determinó por incineración en mufla a 550°C.

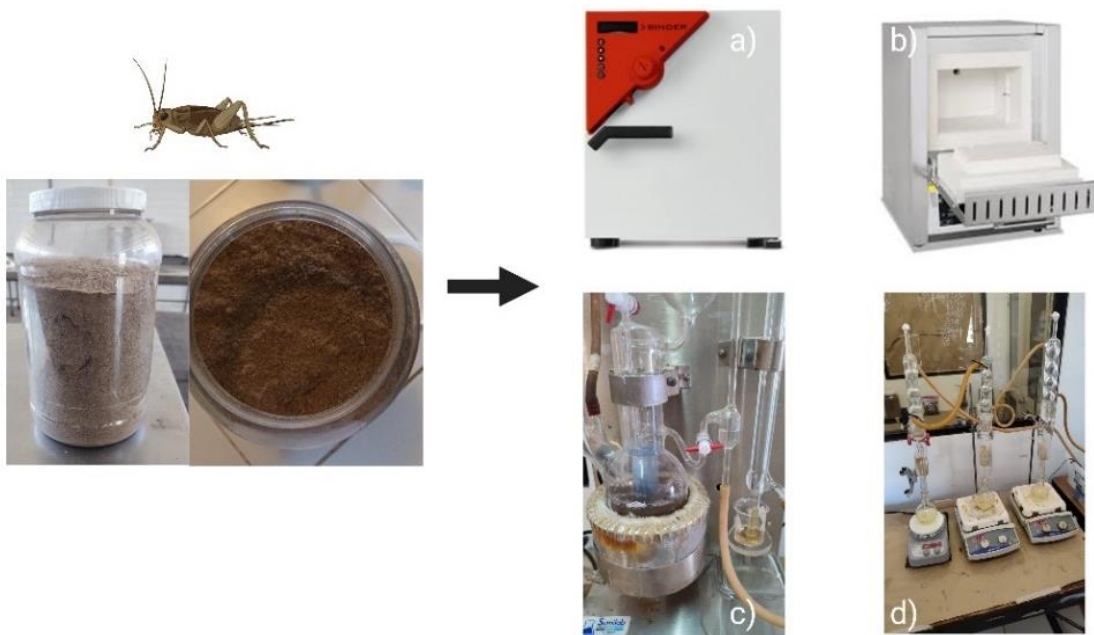


Figura 3. Análisis proximal de la harina de grillo; a) análisis de humedad en horno; b) análisis de cenizas en mufla; c) análisis de proteína cruda; d) análisis de lípidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento del cultivo de grillo

Se obtuvo una biomasa de 6000 individuos por ciclo de cultivo, equivalente a 1 kg de harina de grillo.



Figura 4. Harina obtenida de grillo.

Composición proximal de la harina de grillo

La composición proximal de la harina de grillo se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición proximal de la harina de grillo. Fuente: Elaboración propia.

Humedad	Cenizas	Proteína cruda	Lípidos
6.98%±0.12	8.17%±0.15	54.44%±3.52	3.15%±0.46

La harina de grillo presentó un alto contenido de proteína, el cual cumple con los requerimientos del camarón blanco *P. vannamei* y otras especies cultivables (Jobling, 2012). Acorde a investigaciones previas, el contenido de proteína en la harina de grillo oscila entre 48 y 73% (Barroso et al., 2014; Irungu et al., 2018; Perera & Bhujel, 2022; Tran et al., 2015; Udomsil et al., 2019). En el presente estudio la harina de grillo presentó 54.44% de proteína, superior a la harina de soya (51.8 %) (Alfiko et al., 2022) y aproximado a la harina de pescado (60-70%) (Cho & Kim, 2011). Por lo que se podría emplear la harina de grillo como fuente de proteína en alimentos balanceados para organismos de acuicultura. En contraste, presentó un bajo contenido de humedad. El contenido de humedad influye en la calidad final del pellet. En conjunto con los parámetros de extrusión, el contenido de humedad de los ingredientes puede alterar las características nutricionales, sensoriales y texturales de los pellets (Rajendra et al., 2023).

Parámetros del pellet como su dureza, densidad, expansión y capacidad de retención de aceite son de interés en la acuicultura puesto que influyen en la flotabilidad e integridad del pellet y están ligados con el contenido de humedad y fuente de proteína (Draganovic et al., 2011). Además, un nivel excesivo de humedad (25%) deteriora los pellets y reduce su tiempo de almacenamiento debido al crecimiento microbiano (Kabir et al., 2015).

Similarmente, el contenido de lípidos presentes en la harina fue relativamente bajo y contrasta con lo previamente reportado (Barroso et al., 2014; Brogan et al., 2021; Irungu et al., 2018; Perera & Bhujel, 2022; Udomsil et al., 2019). Los lípidos son un componente esencial en alimentos balanceados dietas, dado que proveen energía y ácidos grasos esenciales (Shiau, 1998). En el presente, el contenido de lípidos de la harina de grillo fue bajo, considerando el dietario de lípidos de camarones peneídos (Jobling, 2012).

El contenido de cenizas presente en la harina de grillo coincide con lo previamente reportado por Irungu, 2018. Las cenizas son el contenido mineral presente en los ingredientes o dieta. No obstante, un alto contenido de cenizas en las dietas afecta negativamente la salud de los organismos, incrementando la tasa de mortalidad y reduciendo el crecimiento (Shearer et al., 1992). En el caso de los insectos, estos presentan proteína unida a su exoesqueleto mineralizado, por lo que un alto contenido de cenizas podría disminuir su digestibilidad (Oonincx & Finke, 2021).

La composición proximal de la harina de grillo varía a diversos factores como las técnicas de extracción (Ndiritu et al., 2017), procesamiento de la harina (Lucas-González et al., 2019), así como de la alimentación proporcionada a los organismos y condiciones del cultivo (Oloo et al., 2020; Oonincx & Finke, 2021).

Por ende, es clave analizar la composición proximal de la harina de grillo para determinar tanto la calidad nutricional de las dietas como la calidad del pellet.

CONCLUSIONES

La harina de grillo por su composición nutricional podría emplearse como ingrediente novedoso sostenible e incluso sustituir la harina de pescado en formulaciones de alimentos balanceados. En adición, su composición y calidad final se puede manipular y mejorar mediante distintas estrategias. No obstante, se requiere mayor investigación para determinar el nivel adecuado en formulaciones para distintas especies de importancia acuícola.

BIBLIOGRAFÍA

A.O.A.C. (2005). International Official Methods of Analysis. The association of official analytical chemists, Volumen II.

- Alfiko, Y., Xie, D., Astuti, R. T., Wong, J., & Wang, L. (2022). Insects as a feed ingredient for fish culture: Status and trends. *Aquaculture and Fisheries*, 7(2), 166–178. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.10.004>
- Ayisi, C. L., Hua, X., Apraku, A., Afriyie, G., & Kyei, B. A. (2017). Recent Studies Toward the Development of Practical Diets for Shrimp and Their Nutritional Requirements. *HAYATI Journal of Biosciences*, 24(3), 109–117. <https://doi.org/10.1016/J.HJB.2017.09.004>
- Barker, D., Fitzpatrick, M. P., & Dierenfeld, E. S. (1998). Nutrient composition of selected whole. *Zoo Biology*, 17(2), 123–134.
- Barroso, F. G., de Haro, C., Sánchez-Muros, M. J., Venegas, E., Martínez-Sánchez, A., & Pérez-Bañón, C. (2014). The potential of various insect species for use as food for fish. *Aquaculture*, 422–423, 193–201. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.12.024>
- Brogan, E. N., Park, Y. L., Matak, K. E., & Jaczynski, J. (2021). Characterization of protein in cricket (*Acheta domesticus*), locust (*Locusta migratoria*), and silk worm pupae (*Bombyx mori*) insect powders. *Lwt*, 152(August), 112314. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112314>
- Cho, J. H., & Kim, I. H. (2011). Fish meal - nutritive value. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95(6), 685–692. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01109.x>
- Dai P, Luan S, Lu X, Luo K, Cao B, Meng X, Kong J (2017) Genetic evaluation of feed efficiency in the breeding population of *Fenneropenaeus chinensis* “Huanghai No. 2” using phenotypic, pedigree and genomic information. *Aquac Int* 25:2189-2200. <https://doi.org/10.1007/s10499-017-0182-6>
- Draganovic, V., van der Goot, A. J., Boom, R., & Jonkers, J. (2011). Assessment of the effects of fish meal, wheat gluten, soy protein concentrate and feed moisture on extruder system parameters and the technical quality of fish feed. *Animal Feed Science and Technology*, 165(3–4), 238–250. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.03.004>
- FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA), FAO: Rome, 2022. In *The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFLA)*.
- Finke, M. D. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3), 269–285. <https://doi.org/10.1002/zoo.10031>
- Gasco, L., Gai, F., Maricchiolo, G., Genovese, L., Ragonese, S., Bottari, T., & Caruso, G. (2018). *Fishmeal Alternative Protein Sources for Aquaculture Feeds* (pp. 1–28). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77941-6_1
- Guo, H., Su, Z., Yang, X., Xu, S., & Pan, H. (2022). Greenhouse Gas Emissions from Beef Cattle Breeding Based on the Ecological Cycle Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15). <https://doi.org/10.3390/ijerph19159481>
- Hanboonsong, A., & Durst, P. (2020). *Guidance on sustainable cricket farming*. A practical manual. Bangkok, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb2446en>

- Hodar, A. R., Vasava, R., Joshi, N. H., & Mahavadiya, D. R. (2020). Fish meal and fish oil replacement for alternative sources: a review. *Journal of Experimental Zoology India*, 23, 13–21.
- Irungu, F. G., Mutungi, C. M., Faraj, A. K., Affognon, H., Kibet, N., Tanga, C., Ekesi, S., Nakimbugwe, D., & Fiaboe, K. K. M. (2018). Physico-chemical properties of extruded aquafeed pellets containing black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae and adult cricket (*Acheta domesticus*) meals. *Journal of Insects as Food and Feed*, 4(1), 19–30. <https://doi.org/10.3920/JIFF2017.0008>
- Jobling, M. (2012). National Research Council (NRC): Nutrient requirements of fish and shrimp. In *Aquaculture International* (Vol. 20, Issue 3, pp. 601–602). <https://doi.org/10.1007/s10499-011-9480-6>
- Kabir, M. A., Rahman, M. S., Hossain, A., & Mandal, S. C. (2015). Proximate composition and microbial quality of three imported aquarium fish feeds in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Zoology*, 42(2), 283–294. <https://doi.org/10.3329/bjz.v42i2.23371>
- Little, D. C., Newton, R. W., & Beveridge, M. C. M. (2016). Aquaculture: A rapidly growing and significant source of sustainable food? Status, transitions and potential. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75(3), 274–286. <https://doi.org/10.1017/S0029665116000665>
- Lucas-González, R., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2019). Effect of drying processes in the chemical, physico-chemical, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from house cricket (*Acheta domesticus*). *European Food Research and Technology*, 245(7), 1451–1458. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03301-4>
- Ndiritu, A. K., Kinyuru, J. N., Kenji, G. M., & Gichuhi, P. N. (2017). Extraction technique influences the physico-chemical characteristics and functional properties of edible crickets (*Acheta domesticus*) protein concentrate. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(4), 2013–2021. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9584-4>
- Oloo, J. A., Ayieko, M., & Nyongesah, J. M. (2020). *Acheta domesticus* (Cricket) feed resources among smallholder farmers in Lake Victoria region of Kenya. *Food Science and Nutrition*, 8(1), 69–78. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1242>
- Oonincx, D. G. A. B., & Finke, M. D. (2021). Nutritional value of insects and ways to manipulate their composition. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(5), 639–659. <https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0050>
- Perera, G. S. C., & Bhujel, R. C. (2022). Replacement of fishmeal by house cricket (*Acheta domesticus*) and field cricket (*Gryllus bimaculatus*) meals: Effect for growth, pigmentation, and breeding performances of guppy (*Poecilia reticulata*). *Aquaculture Reports*, 25, 101260. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101260>
- Pilco-Romero, G., Chisaguano-Tonato, A. M., Herrera-Fontana, M. E., Chimbo-Gándara, L. F., Sharifi-Rad, M., Giampieri, F., Battino, M., Vernaza, M. G., & Álvarez-Suárez, J. M. (2023). House cricket (*Acheta domesticus*): A review based on its nutritional composition, quality, and potential uses in

the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104226>

- Rajendra, A., Ying, D., Warner, R. D., Ha, M., & Fang, Z. (2023). Effect of Extrusion on the Functional, Textural and Colour Characteristics of Texturized Hempseed Protein. *Food and Bioprocess Technology*, 16(1), 98–110. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02923-z>
- Shearer, K. D., Maage, A., Opstvedt, J., & Mundheim, H. (1992). Effects of high-ash diets on growth, feed efficiency, and zinc status of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 106(3–4), 345–355. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90266-N](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90266-N)
- Shiau, S. Y. (1998). Nutrient requirements of penaeid shrimps. *Aquaculture*, 164(1–4), 77–93. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00178-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00178-1)
- Siddiqui, S. A., Osei-Owusu, J., Yunusa, B. M., Rahayu, T., Fernando, I., Shah, M. A., & Centoducati, G. (2023). Prospects of edible insects as sustainable protein for food and feed - a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 10(2), 191–217. <https://doi.org/10.1163/23524588-20230042>
- Tran, G., Heuzé, V., & Makkar, H. P. S. (2015). Insects in fish diets. *Animal Frontiers*, 5(2), 37–44. <https://doi.org/10.2527/af.2015-0018>
- Udomsil, N., Imsoonthornrukxa, S., Gosalawit, C., & Ketudat-Cairns, M. (2019). Nutritional Values and Functional Properties of House Cricket (*Acheta domesticus*) and Field Cricket (*Gryllus bimaculatus*). *Food Science and Technology Research*, 25(4), 597–605. <https://doi.org/10.3136/fstr.25.597>
- Van Peer, M., Berrens, S., Coudron, C., Noyens, I., Verheye, G. R., & Van Miert, S. (2024). Towards good practices for research on *Acheta domesticus*, the house cricket. *Journal of Insects as Food and Feed*, 5. <https://doi.org/10.1163/23524588-00001042>
- Vauterin, A., Steiner, B., Sillman, J., & Kahiluoto, H. (2021). The potential of insect protein to reduce food-based carbon footprints in Europe: The case of broiler meat production. *Journal of Cleaner Production*, 320, 128799. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128799>

Índice Remissivo

A

agar, 194, 203
agaváceas, 191, 192, 203
Análisis proximal, 91

B

Bahía de Lobos, 8, 9, 10, 13
biofertilización, 6, 14

C

cactáceas, 191, 192, 193, 194, 201, 203
Convolvulus arvensis, 73, 74
Cromatografía de gases, 168

E

Extracción por arrastre de vapor, 28, 29
Extracción por maceración, 29, 30
extractos de plantas, 139, 146, 148

F

feromonas, 139, 142
fitoestabilización, 197, 203
Formulación, 206

I

in vitro, 139, 140, 141

M

metales pesados, 191, 192, 193, 194, 195, 196,
197, 198, 199, 200, 201, 202, 203
México, 208

P

Parkinsonia aculeata, 6, 8
Pleurotus, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56
Proteína cruda, 92
Pulsos ultrasónicos, 32

Q

Quitinasas, 63

S

semi-desierto, 9
semioquímicos, 139, 149

T

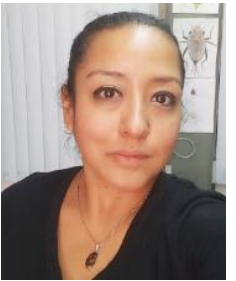
transgénicos, 139



Dr. Leandris Argente-Martínez. Profesor Investigador Titular C, del Tecnológico Nacional de México, Campus valle del Yaqui. Doctorado en Ciencias Biotecnológicas por el Instituto Tecnológico de Sonora. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) Nivel 1. Profesor Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Líder del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. Línea de investigación: Agricultura sustentable, Fisiología, Bioquímica, Biología Celular y Molecular del estrés.



Dra. Ofelda Peñuelas-Rubio. Profesora Investigadora Titular C, del Tecnológico Nacional de México, Campus valle del Yaqui. Doctorado en Ciencias Biotecnológicas por el Instituto Tecnológico de Sonora. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) Nivel 1. Profesora Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Miembro del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. Línea de investigación: Agricultura sustentable, Fisiología, Bioquímica, Biología Celular y Molecular de sistemas terrestres y costeros.



Dra. Lucila Perales-Aguilar. Profesora Investigadora del Tecnológico Nacional de México, miembro del S.N.I. candidata, con experiencia en biotecnología de plantas del semidesierto y remediación de suelos contaminados con metales pesados. Profesor con perfil deseable de la Secretaría de Educación Pública. Línea de investigación sobre Producción de Cactáceas y Agavaceas *in vitro* y remediación de suelos del semidesierto



Dr. Ugur Azizoglu es profesor asociado en el Departamento de Producción Agrícola y Animal de la Universidad de Kayseri y actualmente continúa su investigación en el Centro de Células Madre y Genoma de la Universidad Erciyes (GENKÖK), Türkiye. Se graduó de la Facultad de Ciencias y del Departamento de Biología de la Universidad Erciyes en julio de 2007 y obtuvo una Maestría en Ciencias en Biología en junio de 2009. Completó su doctorado en el Departamento de Biología de la Universidad Erciyes en 2014. El enfoque de sus estudios es la biotecnología microbiana, el control biológico, las bacterias genéticamente modificadas y las

bacterias promotoras del crecimiento de las plantas. El Dr. Azizoglu ha participado en numerosas conferencias y talleres y se ha desempeñado como revisor de revistas internacionales.



El presente compendio científico “Biotecnología agropecuaria aplicada” aborda temas relevantes del área agropecuaria. Se hace énfasis en el aprovechamiento de microorganismos bacterianos y fúngicos y su potencial uso en los agroecosistemas. Estas aplicaciones con la finalidad de promover prácticas sustentables de producción, desde la promoción del crecimiento vegetal en condiciones ambientales adversas, el biocontrol de fitopatógenos y malezas, así como la biorremediación. También se exploran metodologías novedosas para la obtención de compuestos antioxidantes y antifúngicos. Además, se presentan avances en la elaboración de nuevos alimentos para la producción acuícola, como alternativas para la nutrición efectiva.

Los trabajos aquí presentados constituyen evidencias de los pasos sólidos que dan los diferentes grupos de investigación nacionales e internacionales del área de la biotecnología agropecuaria. Se agradece la participación de los autores que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII-CONAHCYT) de los Estados Unidos Mexicanos.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br