

# Efecto de los hidrolizados de proteína de grillo (*Acheta domesticus*) sobre lipasa pancreática y su potencial antioxidante

The effect of cricket (*Acheta domesticus*) protein hydrolysates on pancreatic lipase and its antioxidant potential

Alejandro Dávalos-Vázquez<sup>1</sup>, Óscar Abel Sánchez-Velázquez<sup>1</sup>, Gustavo Castillo-Herrera<sup>1</sup>, Judith Esmeralda Urías-Silvas<sup>1</sup>, Luis Mojica<sup>1</sup>, Lorena Moreno-Vilet<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Tecnología Alimentaria, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Camino Arenero 1227, Col. El Bajío Arenal, 45019 Zapopan, Jalisco, México.

\* Autores de correspondencia: Lorena Moreno-Vilet, [lmoreno@ciatej.mx](mailto:lmoreno@ciatej.mx)

## Palabras clave:

proteínas alternativas, hidrolizados de proteína, péptidos bioactivos, insectos comestibles, salud pública

## Keywords:

alternative proteins, protein hydrolysates, bioactive peptides, edible insects, public health

## Resumen

Este estudio evaluó el potencial antioxidante y antiobesidad de hidrolizados de proteína de grillo (*Acheta domesticus*) generados mediante digestión gástrica simulada. Se analizaron tres muestras: hidrolizado de grillo (HGr), hidrolizado de grillo desgrasado con hexano (HHex) e hidrolizado de grillo desgrasado por fluido supercrítico (HFS) caracterizando su perfil de tamaño y efecto sobre los radicales ABTS, DPPH y óxido nítrico, además de su capacidad para inhibir la lipasa pancreática. No hubo diferencias significativas en la inhibición de ABTS (24.88 - 29.64%) y DPPH (19.14 - 21.61%), pero HGr mostró la mayor actividad antioxidante en la inhibición del óxido nítrico (48.16%). Por otro lado, HHex presentó el menor IC<sub>50</sub> (0.005 mg/mL) en la inhibición de la lipasa pancreática, indicando mayor eficacia en la reducción de la digestión de grasas. Estos resultados sugieren que los hidrolizados de proteína de grillo podrían contribuir a la prevención del estrés oxidativo relacionado a problemas de obesidad.

## Abstract

This study evaluated the antioxidant and anti-obesity potential of cricket protein hydrolysates (*Acheta domesticus*) generated through simulated gastric digestion. Three samples were analyzed: cricket hydrolysate (HGr), hexane-defatted cricket hydrolysate (HHex), and supercritical fluid-defatted cricket hydrolysate (HFS), characterizing their size profile and effect on ABTS, DPPH, and nitric oxide radicals, as well as their ability to inhibit pancreatic lipase. No significant differences were observed in ABTS (24.88 - 29.64%) and DPPH (19.14 - 21.61%) inhibition; however, HGr showed the highest antioxidant activity in nitric oxide inhibition (48.16%). On the other hand, HHex exhibited the lowest IC<sub>50</sub> (0.005 mg/mL) for pancreatic lipase inhibition, indicating greater efficacy in reducing fat digestion. These results suggest that cricket protein hydrolysates may contribute to the prevention of oxidative stress related to obesity.

Recibido: 25 de marzo 2025  
Revisado: 07 de mayo 2025  
Aceptado: 04 de junio 2025  
Publicado: 21 de julio 2025



Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia CC BY-NC-SA 4.0. Para ver una copia de esta licencia visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



## Introducción

La obesidad es una enfermedad crónica, multifactorial y neuroconductual que se caracteriza por una acumulación excesiva de grasa corporal, derivada de un desequilibrio energético entre las calorías consumidas y las calorías gastadas (Jin et al., 2023). Es considerada un problema de salud pública, y de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2023, en México el 37.4% de la población adulta padece de sobrepeso, mientras que el 37.1% padece de obesidad (Barquera et al., 2024).

Este estado fisiopatológico se asocia con alteraciones metabólicas complejas, en las cuales el tejido adiposo libera citocinas proinflamatorias y especies reactivas de oxígeno, contribuyendo al desarrollo de estrés oxidativo. Este fenómeno predispone al desarrollo de comorbilidades como dislipidemias, resistencia a la insulina, enfermedades cardiovasculares, síndrome metabólico, enfermedad renal crónica, hipertensión, hígado graso no alcohólico, algunos tipos de cáncer, osteoartritis, apnea del sueño, depresión y enfermedades neurodegenerativas (Busebee et al., 2023; Fernández-Sánchez et al., 2011; Kloock et al., 2023).

El tratamiento contra la obesidad implica cambios en la alimentación y estilo de vida, los cuales podrían ir acompañados con tratamiento farmacológico. El Orlistat es uno de los fármacos comúnmente empleados para el control de peso. Su acción se basa en la inhibición de la lipasa pancreática, provocando la reducción de absorción intestinal de grasas provenientes de la dieta (Lin & Li., 2021; Mahan et al., 2012). Sin embargo, su uso puede producir efectos gastrointestinales adversos (Mahan et al., 2012), lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas menos agresivas a través de alimentos o ingredientes funcionales. Los alimentos funcionales son aquellos que, además de su valor nutricional básico, proporcionan beneficios adicionales para la salud, ya sea al mejorar funciones fisiológicas o al reducir el riesgo de enfermedades crónicas (FUFOSE, 1999). Algunos alimentos ricos en proteína como yogurt o lácteos fermentados, y otros alimentos como amaranto y arroz, han demostrado capacidad para reducir la absorción de grasa, similar al Orlistat, además de mostrar un efecto antioxidante gracias a la generación de hidrolizados proteicos con potencial bioactivo (Azadikhah et al., 2025; Fisayo Ajayi et al., 2021; Ketprayoon et al., 2021).

Entre las fuentes proteicas emergentes, el grillo común (*Acheta domestica*) se postula como una de las especies con mayor potencial a ser una fuente alternativa de proteína, debido a su alto contenido de esta alcanzando hasta un 60% en base seca, el cual puede aumentarse hasta un 80% tras la aplicación de procesos de desgrasado, ya sea aplicando solventes o procesos libres de estos (Davalos-Vazquez et al., 2024; Ververis et al., 2022). Además, es rico en aminoácidos esenciales como leucina, lisina y valina; y no esenciales como ácido glutámico, alanina y ácido aspártico,



por lo que podría ser una fuente de péptidos (Brogan., 2018). Los péptidos pueden poseer propiedades biofuncionales, ya que ayudan a regular procesos metabólicos brindando un beneficio a la salud.

Algunos autores han demostrado el potencial biológico de la harina de grillo, como lo reportado por Navarro del Hierro et al. (2020) y Lucas-González et al., (2019), quienes probaron el potencial antioxidante *in vitro* sobre el radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH). Yeerong et al., (2024) reportaron el efecto biológico de péptidos de proteína de grillo generados por alcalasa comercial sobre la peroxidación de lípidos y la inhibición del radical DPPH, lo cual se puede relacionar con efectos anti-obesidad y sus complicaciones derivadas. Estudios computacionales (*in silico*) han reportado péptidos biofuncionales derivados de *A. domesticus* que actúan sobre los sitios catalíticos de la enzima convertidora de angiotensina I (ECA) y dipeptidil peptidasa IV (DPP-IV), las cuales están asociadas con actividad de regulación de la presión arterial y niveles de glucosa, respectivamente (Teixeira et al., 2023).

Por lo anterior mencionado y considerando a la obesidad como un modelo patológico relacionado con el estrés oxidativo y el metabolismo lipídico, el objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial antioxidante e inhibitorio de la lipasa pancreática *in vitro* de hidrolizados proteicos de *A. domesticus* generados mediante digestión gástrica simulada.

## Metodología

Para este estudio se trabajó con tres muestras: harina de grillo (HG), harina de grillo desgrasada con hexano (HGH) y harina de grillo desgrasada por fluido supercrítico (HGS), a las cuales se les realizó una extracción de proteína en medio alcalino, seguido de una concentración y secado por aspersion (Davalos-Vazquez et al., 2024). Las proteínas extraídas se sometieron a una digestión gástrica simulada para generar los hidrolizados de proteína utilizando pepsina al 5% (p/p) durante 2 h a 37 °C, seguido de pancreatina al 5% (p/p) durante 1 h a 37°C (Villaseñor et al., 2022). Las muestras resultantes se etiquetaron como hidrolizado de grillo (HGr), hidrolizado de grillo desgrasado con hexano (HHex) e hidrolizado de grillo desgrasado por fluido supercrítico (HFS).

A los hidrolizados se les determinó el grado el hidrolisis (GH) (Resendiz-Vazquez et al., 2017) y se caracterizó su perfil de tamaño mediante electroforesis utilizando gel de Tricina (Schägger., 2006). Se les evaluó su capacidad antioxidante mediante pruebas que miden su habilidad para neutralizar radicales libres como ABTS (Villaseñor et al., 2022), DPPH (Navarro del Hierro et al., 2020) y óxido nítrico (NO) (Villaseñor et al., 2022). También se evaluó si los hidrolizados podían inhibir la ac-



tividad de la lipasa pancreática (Navarro del Hierro et al., 2020), responsable de la digestión de las grasas, para explorar su posible efecto en el control de la obesidad.

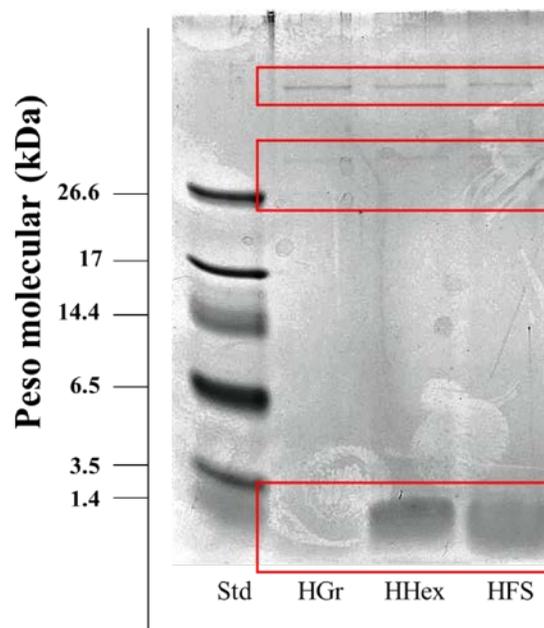
Cada tratamiento fue ejecutado por triplicado. Los resultados fueron reportados como promedio  $\pm$  desviación estándar. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) de una vía con un nivel de confianza del 95 % ( $p < 0.05$ ) y las diferencias entre tratamientos se determinaron mediante la prueba de Tukey.

## Resultados y discusión

### Grado de hidrólisis y perfil de tamaño molecular de los hidrolizados de proteína de grillo

Los hidrolizados de proteína de grillo mostraron un GH de  $72.20\% \pm 1.17$ ,  $84.42\% \pm 4.67$  y  $64.90\% \pm 1.19$  tras la digestión gástrica simulada para HGr, HHex y HFS, respectivamente, con diferencias estadísticas significativas entre muestras ( $p < 0.05$ ). Valores similares se pueden observar reportados por otros autores, como Yeerong et al., (2024) quienes reportaron un GH de 63.6 a 72.3% en concentrados de proteína de grillo *A. domesticus* hidrolizados por Alcalasa, siendo similares a lo observado en este trabajo para HFS y HGr. Grossmann et al. (2021) reportaron valores más bajos de GH, siendo de 46 y 33% para concentrados de proteína de grillo hidrolizados con proteasa A “amano” 2SD y flavourzyme, respectivamente. Por lo que se puede observar una notable diferencia en el GH dependiendo de las enzimas utilizadas.

La Figura 1 muestra el perfil de peso molecular de hidrolizados generados tras la digestión gástrica simulada de HGr, HHex y HFS. Se pueden observar bandas de alto peso molecular  $>26.6$  kDa y bandas  $<1.4$  kDa en las tres muestras, derivadas de la digestión gástrica simulada. Summart et al., (2024) observaron que los péptidos de grillo generados por alcalasa  $<1$  kDa son los que presentaban un mayor efecto biológico. Las bandas  $<1.4$  kDa podrían confirmar la presencia de péptidos en las muestras, de acuerdo con su clasificación por peso molecular (Malavolta & Cabral., 2011). Estos péptidos podrían ejercer efectos benéficos para la salud, ya sea por la mayor exposición de sus aminoácidos, que facilita su interacción biológica, o por su bajo peso molecular, el cual se asocia con una mejor absorción intestinal (Navarro del Hierro et al., 2022; Pilco-Romero et al., 2023).

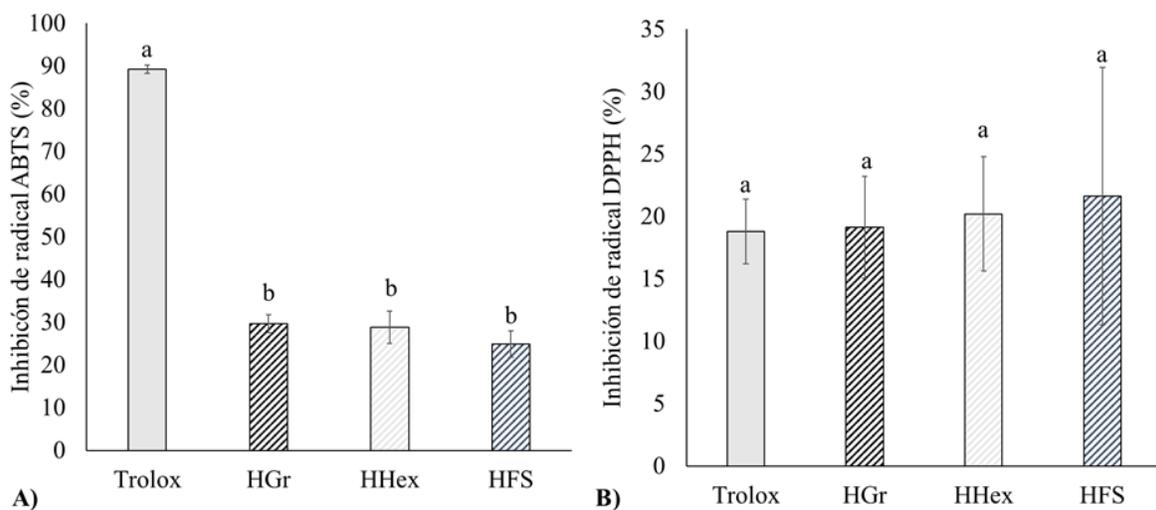


**Figura 1.** Perfil peptídico de los hidrolizados de concentrados de proteína de grillo. Std: marcador de peso molecular; HGr: hidrolizado de grillo; HHex: hidrolizado de grillo desgrasado con hexano; HFS: hidrolizado de grillo desgrasado por fluido supercrítico

Fuente: propia

### Potencial antioxidante sobre ABTS y DPPH de los hidrolizados de concentrados de proteína de grillo

Los hidrolizados de proteína de *A. domesticus* mostraron actividad antioxidante frente a los radicales ABTS y DPPH. En el ensayo de inhibición de ABTS utilizando 1 mg/mL mostraron una inhibición cercana al 30%, en un rango de 24.88 a 29.67%, sin diferencia estadísticamente significativa entre muestras ( $p > 0.05$ ), comparado con el control positivo Trolox a una concentración de 1 mg/mL (Figura 2A). Para el radical DPPH las muestras a una concentración a 5 mg/mL mostraron una inhibición cercana alrededor del 20%, en un rango de 19.14 a 21.61%, % sin diferencia significativa entre muestras ( $p > 0.05$ ) (Figura 2B). Estos valores son similares a los observados con el control Trolox a una concentración de 0.125 mg/mL.



**Figura 2.** Potencial antioxidante. A) Inhibición del radical ABTS para hidrolizados de proteína de grillo. B) Inhibición del radical DPPH para hidrolizados de proteína de grillo. HGr: hidrolizado de grillo; HHex: hidrolizado de grillo desgrasado con hexano; HFS: hidrolizado de grillo desgrasado por fluido supercrítico. Los resultados se expresaron como media  $\pm$  desviaciones estándar ( $n=3$ ). Diferentes letras indican diferencias significativas entre las muestras ( $p < 0.05$ )

**Fuente:** propia

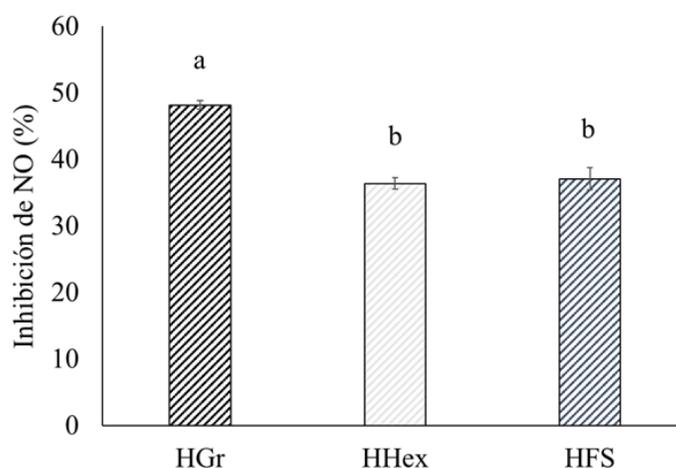
La inhibición del radical ABTS y DPPH con proteínas o hidrolizados proteicos de *A. domesticus* no ha sido ampliamente reportada; sin embargo, sí se ha reportado el potencial antioxidante de los compuestos fenólicos de grillo. Nino et al. (2021) reportaron el potencial antioxidante de extractos ricos en compuestos fenólicos, generadas a partir de harina de grillo comercial y harina de grillos alimentados con dieta orgánica, reportando un  $IC_{50}$  de 0.146 mg/mL y 0.179 mg/mL, respectivamente, para el radical ABTS. Una mayor actividad antioxidante se reporta por Navarro del Hierro et al., (2020), mostrando una inhibición del 72% para el radical DPPH, utilizando extracto etanólico rico en fenoles extraídos de harina de grillo. La actividad mostrada por los hidrolizados de proteína muestra ser menor a la observada por otros autores utilizando compuestos fenólicos, lo cual podría atribuirse a la diferente naturaleza química de entre péptidos y compuestos fenólicos. Mientras que los compuestos fenólicos deben su actividad antioxidante a la presencia de grupos hidroxilo (-OH), que facilitan la donación de átomos de hidrógeno (Shi et al., 2022), el potencial antioxidante de los péptidos depende de varios factores. Entre ellos, la composición en aminoácidos como histidina, tirosina, triptófano, metionina, cisteína y prolina, destaca por su capacidad para donar protones o captar radicales libres. Además, la secuencia y el tamaño del péptido, siendo los de menor longitud generalmente más activos, así como la presencia de grupos funcionales como fenol, tiol e indol, que contribuyen a la capacidad para neutralizar radicales libres, y quelar metales de transición.



Diversos autores han reportado actividad antioxidante de hidrolizados de proteína de *A. domesticus*. Summart et al., (2024) reportaron la inhibición del radical ABTS y DPPH de péptidos de *A. domesticus* generados por alcalasa, cuyas fracciones <1 KDa mostraron una inhibición de 290 a 393 mg eq. trolox/g péptido. Así mismo, Messina et al., (2019) reportaron una inhibición del 26.5% en harina de grillo hidrolizada con alcalasa. Mientras que Sosa-Flores et al., (2023) reportaron una inhibición del 52% del radical DPPH con una concentración de 5 mg/mL de hidrolizado de alcalasa obtenidos por precipitación isoelectrica. Yeerong et al., (2024) reportaron una inhibición del radical DPPH de 59.3% y un  $IC_{50}$  91  $\mu$ g/mL en hidrolizado de proteína de grillo generado por alcalasa con un GH de 72.3%. Comparado con estos estudios, los valores mostrados en este trabajo resultan ser menores, lo que podría atribuirse a diferencias en el grado de hidrólisis, el tipo de enzima o bien, la falta de procesos de fraccionamiento o purificación de los péptidos. En este estudio los hidrolizados fueron obtenidos mediante digestión gástrica simulada, sin purificación o fraccionamiento posterior, lo cual podría haber limitado la concentración de péptidos.

### Inhibición de NO

Se evaluó el potencial antioxidante de los hidrolizados de proteína de grillo sobre NO. Todas las muestras en soluciones de 0.5 mg/mL mostraron actividad antioxidante sobre NO alrededor del 40% (Figura 3). HGr mostró una mayor inhibición del 48.16%, siendo significativamente diferente a HHex y HFS ( $p < 0.05$ ), que muestran una inhibición de 36.37 y 37.10%, respectivamente, sin diferencias significativa entre las dos muestras ( $p > 0.05$ ). Comparado con los resultados obtenidos de ABTS y DPPH en esta investigación, la inhibición NO es mayor.



**Figura 3.** Inhibición de óxido nítrico para digeridos de proteína de grillo. HGr: hidrolizado de grillo; HHex: hidrolizado de grillo desgrasado con hexano; HFS: hidrolizado de grillo desgrasado por fluido supercrítico. Los resultados se expresaron como media  $\pm$  desviaciones estándar (n=3). Diferentes letras indican diferencias significativas entre las muestras ( $p < 0.05$ )

Fuente: propia



No se ha reportado el potencial de inhibición de NO en hidrolizados de proteína de *A. domesticus* relacionado a una actividad antioxidante, este resultado nos brinda acercamiento más cercano al comportamiento que podría tener bajo condiciones biológicas. El NO es un radical libre que se encuentra en el cuerpo humano, que en concentraciones fisiológicas participa en importantes vías de señalización celular: Sin embargo, en situaciones de estrés oxidativo o inflamación crónica causado por la obesidad, se encuentra en altas concentraciones, lo cual produce daño a células, lípidos, proteínas y ADN (Fernández-Sánchez et al., 2011). Otros autores como Yoon et al., (2019) reportaron la inhibición de NO generado por lipopolisacárido (LPS) en células RAW 264.7 utilizando hidrolizados proteicos de *Gryllus bimaculatus* relacionado con un efecto antiinflamatorio. Se observó que los hidrolizado por alcalasa no mostraron actividad antiinflamatoria, pero mostraron actividad citotóxica relacionada a una baja producción de NO.

### Inhibición de lipasa pancreática

Se evaluó el potencial antiobesidad, relacionada a la inhibición de la lipasa de los hidrolizados de proteína de grillo. Todas las muestras mostraron actividad inhibitoria sobre lipasa pancreática superior al 50%, por lo que se pudo calcular el IC<sub>50</sub>, el cual muestra diferencia significativa entre muestras ( $p < 0.05$ ). HFS requiere de una mayor concentración (0.28 mg/mL) para inhibir a la lipasa pancreática, mientras que HHex requiere una menor concentración (0.005 mg/mL) para inhibir a la lipasa pancreática (Tabla 1), esto último podría deberse a que posee un mayor GH que las otras muestras.

**Tabla 1.** Concentración de IC<sub>50</sub> para hidrolizados de proteína de grillo para inhibir la lipasa pancreática

Muestra	IC <sub>50</sub> (mg/mL)
HGr	0.07 ± 0.01 <sup>c</sup>
HHex	0.01 ± 0.00 <sup>d</sup>
HFS	0.28 ± 0.03 <sup>b</sup>
Orlistat	2.84 × 10 <sup>-5</sup> ± 0.00 <sup>a</sup>

HGr: hidrolizado de grillo; HHex: hidrolizado de grillo desgrasado con hexano; HFS: hidrolizado de grillo desgrasado por fluido supercrítico. Los resultados se expresaron como media ± desviaciones estándar (n=3). Diferentes letras indican diferencias significativas entre las muestras ( $p < 0.05$ ).

Fuente: propia

El efecto de los hidrolizados de proteína de *A. domesticus* sobre la actividad de la lipasa pancreática no ha sido estudiado. Existen reportes del efecto de extractos ricos en compuestos fenólicos de grillo sobre la lipasa pancreática, como lo reportado por Navarro del Hierro et al., (2020), quienes reportaron un IC<sub>50</sub> de 0.7 mg/mL. Estas concentraciones son mayores a las obtenidas en este trabajo.



Estudios con otros hidrolizados de proteína derivados de fuentes alternativas han reportado mayores valores de  $IC_{50}$ . Fisayo Ajayi et al., (2021) reportaron una concentración de 0.38 mg/mL para hidrolizados de proteína de amaranto digeridos durante 6 h utilizando bromelina. Por otro lado, Ketprayoon et al., (2021) reportaron una concentración de 0.28 mg/mL para hidrolizados de proteína de arroz generados por alcalasa comercial, siendo un valor similar a obtenido a la muestra de HFS. Otros alimentos como yogurt, el cual es rico en proteína, también muestran tener potencial para inhibir a la lipasa pancreática, como lo reportado por Azadikhah et al., (2025), quienes observaron una inhibición del 32.92% para hidrolizados de proteína extraídos de un alimento lácteo fermentado tipo yogurt utilizando 50  $\mu$ L de muestra, comparado con el 35% de inhibición que obtuvieron utilizando 100  $\mu$ g/mL de Orlistat.

La ingesta de hidrolizados de proteína podría ayudar en el tratamiento de la obesidad y sus comorbilidades, brindando una alternativa al Orlistat, siendo el único medicamento permitido inhibidor de la lipasa pancreática para el tratamiento de la obesidad. Sin embargo, este puede generar intolerancia gastrointestinal, incontinencia fecal, presencia de grasa en las heces, nefrotoxicidad, entre otros (López et al., 2022). Por lo cual la ingesta de hidrolizados de proteína de grillo podría representar una alternativa al tratamiento farmacológico y con menores efectos secundarios que este puede generar.

## Conclusión

Los resultados obtenidos en el presente trabajo aportan información preliminar sobre el potencial antioxidante e inhibitorio de la lipasa pancreática de los hidrolizados de proteína de grillo generados por digestión gástrica simulada. Se observó una actividad inhibitoria significativa sobre el radical NO y una capacidad de inhibición de la lipasa pancreática superior al 50%, comparable con otras matrices alimentarias.

Estos resultados son de gran interés debido a la escasa información disponible, sin embargo, deben realizarse más pruebas que permitan conocer a profundidad la capacidad antiobesidad de los hidrolizados de proteína de *A. domesticus*, tomándolos como un posible punto de partida en futuras investigaciones. Es necesario explorar las posibles matrices alimentarias en las que se podría integrar la harina de grillo o sus hidrolizados de proteína para la obtención de un efecto benéfico.

Este trabajo contribuye a la información disponible sobre las propiedades bioactivas de la proteína de grillo, ayudando a la revalorización de las fuentes alternativas de proteína y su futura aplicación en el desarrollo de alimentos funcionales.



## Conflicto de interés

Los autores declaran que la investigación se realizó en ausencia de cualquier relación comercial o financiera que pudiera interpretarse como un potencial conflicto de interés.

## Financiamiento

Esta investigación fue financiada por el fondo del COECYTJAL GRUPO DE TRABAJO QUEBEC-JALISCO 9831-2022 y el CONAHCYT por las becas (822320 y 504305) para los autores ADV y OASV.

## Agradecimientos

Se agradece a la empresa Crickex® por donar la muestra para realizar el presente estudio.

## Referencias

- Azadikhah, F., Khalesi, M., Shad, E., Majdinasab, M., Razmjooei, M., & Eskandari, M. H. (2025). Inhibition of  $\alpha$ -amylase and lipase by probiotic fermented milk-derived bioactive peptides: A comprehensive in vitro investigation. *LWT*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.117208>
- Barquera, S., Hernández-Barrera, L., Oviedo-Solís, C., Rodríguez-Ramírez, S., Monterrubio-Flores, E., Trejo-Valdivia, B., Martínez-Tapia, B., Aguilar-Salinas, C., Galván-Valencia, O., Chávez-Manzanera, E., Rivera-Dommarco, J., & Campos-Nonato, I. (2024). Obesity in adults. *Salud Publica de Mexico*, 66(4), 414–424. <https://doi.org/10.21149/15863>
- Brogan, E. N. (2018). *Protein and Lipid Characterization of Acheta domesticus, Bombyx Protein and Lipid Characterization of Acheta domesticus, Bombyx mori, and Locusta migratoria Dry Flours mori, and Locusta migratoria Dry Flours* [tesis de maestría]. West Virginia University. Repositorio institucional WVU. <https://researchrepository.wvu.edu/etd/7498>
- Busebee, B., Ghusn, W., Cifuentes, L., & Acosta, A. (2023). Obesity: A Review of Pathophysiology and Classification. *Clinic Proceedings*, 98(12), 1842–1857. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2023.05.026>
- Davalos-Vazquez, A., Mojica, L., Sánchez-Velázquez, O. A., Castillo-Herrera, G., Urías-Silvas, J. E., Doyen, A., & Moreno-Vilet, L. (2024). Techno-functional properties and structural characteristics of cricket protein concentrates affected by pre-treatments and ultrafiltration/diafiltration processes. *Food Chemistry*, 461, 140908. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.140908>
- European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe. (1999). Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus docu-



- ment. *British Journal of Nutrition*, 81(S1), S1–S27. <https://doi.org/10.1017/S0007114599000471>
- Fernández-Sánchez, A., Madrigal-Santillán, E., Bautista, M., Esquivel-Soto, J., Morales-González, Á., Esquivel-Chirino, C., Durante-Montiel, I., Sánchez-Rivera, G., Valadez-Vega, C., & Morales-González, J. A. (2011). Inflammation, oxidative stress, and obesity. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(5), 3117–3132. <https://doi.org/10.3390/ijms12053117>
- Fisayo Ajayi, F., Mudgil, P., Gan, C. Y., & Maqsood, S. (2021). Identification and characterization of cholesterol esterase and lipase inhibitory peptides from amaranth protein hydrolysates. *Food Chemistry: X*, 12, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100165>
- Grossmann, K. K., Merz, M., Appel, D., De Araujo, M. M., & Fischer, L. (2021). New insights into the flavoring potential of cricket (*Acheta domesticus*) and mealworm (*Tenebrio molitor*) protein hydrolysates and their Maillard products. *Food Chemistry*, 364, 130336. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130336>
- Ketprayoon, T., Noitang, S., Sangtanoo, P., Srimongkol, P., Saisavoey, T., Reamtong, O., Choowongkamon, K., & Karnchanatat, A. (2021). An in vitro study of lipase inhibitory peptides obtained from de-oiled rice bran. *RSC Advances*, 11(31), 18915–18929. <https://doi.org/10.1039/d1ra01411k>
- Kloock, S., Ziegler, C. G., & Dischinger, U. (2023). Obesity and its comorbidities, current treatment options and future perspectives: Challenging bariatric surgery? *Pharmacology and Therapeutics*, 251, 108549. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2023.108549>
- Lin, X., & Li, H. (2021). Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics. *Frontiers in Endocrinology*, 12, 706978. Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.706978>
- López, M., Yubero, F., Amarilla, C., & Marecos, D. (2022). Evaluación de la actividad inhibitoria de ñuatigenina, ñuatigenosido y extracto crudo de saponinas sobre la lipasa pancreática porcina. un estudio *in vitro* e *in silico*. *BioTecnología*, 26(2), 50–61. <https://smbb.mx/wp-content/uploads/2023/01/Lopez-et-al.-2022-NUATIGENINA.pdf>
- 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>



- Mahan, L. Kathleen., Escott-Stump, Sylvia., Raymond, J. L., & Krause, M. V. (2012). *Krause's food & the nutrition care process*. Elsevier/Saunders.
- Malavolta, L., & Cabral, F. R. (2011). Peptides: Important tools for the treatment of central nervous system disorders. *Neuropeptides*, 45(5), 309–316. <https://doi.org/10.1016/j.npep.2011.03.001>
- Messina, C. M., Gaglio, R., Morghese, M., Tolone, M., Arena, R., Moschetti, G., Santulli, A., Francesca, N., & Settanni, L. (2019). Microbiological profile and bioactive properties of insect powders used in food and feed formulations. *Foods*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/foods8090400>
- Navarro del Hierro, J., Gutiérrez-Docio, A., Otero, P., Reglero, G., & Martín, D. (2020). Characterization, antioxidant activity, and inhibitory effect on pancreatic lipase of extracts from the edible insects *Acheta domesticus* and *Tenebrio molitor*. *Food Chemistry*, 309. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125742>
- Navarro del Hierro, J., Martín, D., & Hernández-Ledesma, B. (2022). Potential of edible insects as a new source of bioactive compounds against metabolic syndrome. En B. Hernández-Ledesma & C. Martínez-Villaluenga (eds.), *Current Advances for Development of Functional Foods Modulating Inflammation and Oxidative Stress* (pp. 331–364). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823482-2.00015-7>
- Nino, M. C., Reddivari, L., Ferruzzi, M. G., & Liceaga, A. M. (2021). Targeted phenolic characterization and antioxidant bioactivity of extracts from edible acheta domesticus. *Foods*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/foods10102295>
- 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 & Technology*, 142, 104226. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104226>
- Resendiz-Vazquez, J. A., Ulloa, J. A., Urías-Silvas, J. E., Bautista-Rosales, P. U., Ramírez-Ramírez, J. C., Rosas-Ulloa, P., & González-Torres, L. (2017). Effect of high-intensity ultrasound on the technofunctional properties and structure of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed protein isolate. *Ultrasonics Sonochemistry*, 37, 436–444. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.01.042>
- S. S. Teixeira, C., Villa, C., Sousa, S. F., Costa, J., M.P.L.V.O. Ferreira, I., & Mafra, I. (2023). An *in silico* approach to unveil peptides from *Acheta domesticus* with potential bioactivity against hypertension, diabetes, cardiac and pulmonary fibrosis. *Food Research International*, 169, 112847. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112847>



- Schägger, H. (2006). Tricine-SDS-PAGE. *Nature Protocols*, 1(1), 16–22. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.4>
- Shi, Z., Liu, Y., Hu, Z., Liu, L., Yan, Q., Geng, D., Wei, M., Wan, Y., Fan, G., Yang, H., & Yang, P. (2022). Effect of radiation processing on phenolic antioxidants in cereal and legume seeds: A review. *Food Chemistry*, 396, 133661. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133661>
- Sosa-Flores, M. ., García-Hernández, D. ., Amaya-Guerra, C. ., Bautista-Villarreal, M. ., & González-Luna, A. . (2023). Obtención de aislados e hidrolizados proteicos de grillo (*Acheta domestica*) y evaluación de su actividad antioxidante. *Investigación Y Desarrollo En Ciencia Y Tecnología De Alimentos*, 8(1), 608–618. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.81>
- Summart, R., Imsoonthornruksa, S., Yongsawatdigul, J., Ketudat-Cairns, M., & Udomsil, N. (2024). Characterization and molecular docking of tetrapeptides with cellular antioxidant and ACE inhibitory properties from cricket (*Acheta domestica*) protein hydrolysate. *Heliyon*, 10(15), e35156. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35156>
- Ververis, E., Boué, G., Poulsen, M., Pires, S. M., Niforou, A., Thomsen, S. T., Tesson, V., Federighi, M., & Naska, A. (2022). A systematic review of the nutrient composition, microbiological and toxicological profile of *Acheta domestica* (house cricket). *Journal of Food Composition and Analysis*, 114, 104859. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104859>
- Villaseñor, V. M., Navat Enriquez-Vara, J., Urías-Silva, J. E., del Carmen Lugo-Cervantes, E., Luna-Vital, D. A., & Mojica, L. (2022). Mexican grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) as source of high protein flour: Techno-functional characterization, and *in silico* and *in vitro* biological potential. *Food Research International*, 162, 112048. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112048>
- Yeerong, K., Chantawannakul, P., Anuchapreeda, S., Wangtueai, S., & Chaiyana, W. (2024). Optimization of Hydrolysis Conditions, Isolation, and Identification of Biologically Active Peptides Derived from *Acheta domestica* for Antioxidant and Collagenase Inhibition. *Antioxidants*, 13(3), 367. <https://doi.org/10.3390/antiox13030367>
- Yoon, S., Wong, N. A. K., Chae, M., & Auh, J.-H. (2019). Comparative Characterization of Protein Hydrolysates from Three Edible Insects: Mealworm Larvae, Adult Crickets, and Silkworm Pupae. *Foods*, 8(11), 563. <https://doi.org/10.3390/foods8110563>

