DESDE 2013
https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/issue/archive
Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI
ISSN: 2007-6363

Publicación Semestral Pädi Vol. 13, No. Especial 2 (2025) 54 - 58

Galletas de arroz con proteína de tenebrios y chocolate
Rice cookies with *tenebrio* protein and chocolate

J. Torres-Romero [a], N. L. Santiago-Pérez [a], A. Cruz-Rodríguez [a], M. R. Gallegos-Ortiz [a,*], S. F. Rivas-Castro [a]
D. M. Rogel-Estrada [a]

[a] *División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero, 51763, La Finca, Villa Guerrero, Estado de México, México.*

Resumen

La inclusión de insectos comestibles en la dieta humana como fuente alternativa de proteína es una propuesta prometedora en el desarrollo de alimentos sostenibles. Además, los insectos representan una alternativa más sostenible frente a la ganadería, al requerir menos recursos y generar menos emisiones contaminantes. En este estudio se elaboraron galletas con harina de arroz y polvo de *Tenebrio molitor*, evaluando su composición proximal. Por cada 100 g de producto, se obtuvo: humedad 12.78 %, proteína 6.09 % ± 2.16, grasa total 11.39 % ± 0.25, grasa saturada 2.89 % ± 0.10, fibra cruda 1.19 %, carbohidratos totales 64.45 % y azúcares totales 1.04 %. El uso de *Tenebrio molitor* contribuyó al contenido proteico y al perfil lipídico, en particular por la presencia de lípidos insaturados como el oleico y el linoleico, conocidos por sus beneficios sobre la salud cardiovascular. En comparación con productos comerciales, las galletas presentaron menor contenido de grasas saturadas y azúcares, lo que sugiere un perfil nutricional más equilibrado.

Palabras Clave: Nutrición, insectos comestibles, sustentabilidad.

Abstract

The inclusion of edible insects in the human diet as an alternative protein source is a promising proposal in the development of sustainable foods. Moreover, insects represent a more sustainable alternative to livestock farming, as they require fewer resources and generate lower pollutant emissions. In this study, cookies were formulated using rice flour and Tenebrio molitor powder, and their proximate composition was evaluated. Per 100 g of product, the following values were obtained: moisture 12.78%, protein 6.09% ± 2.16, total fat 11.39% ± 0.25, saturated fat 2.89% ± 0.10, crude fiber 1.19%, total carbohydrates 64.45%, and total sugars 1.04%. The use of Tenebrio molitor significantly contributed to the protein content and lipid profile, particularly due to the presence of unsaturated fatty acids such as oleic and linoleic acids, which are known for their cardiovascular health benefits. Compared to commercial products, the cookies exhibited lower levels of saturated fats and sugars, suggesting a more balanced nutritional profile.
Keywords: Nutrition, edible insects, sustainability.

1. Introducción

En un mundo que enfrenta desafíos crecientes en términos de sostenibilidad y seguridad alimentaria, la búsqueda de alternativas nutricionales se vuelve imperativa. Según la FAO, OMS y UNU, los adultos requieren una ingesta adecuada de proteína que varía entre 0.8 -0.85 g/kg para mujeres y hombres respectivamente, lo que resalta la importancia de incorporar fuentes proteicas eficientes en nuestra dieta (FAO, 2007). A medida que la escasez de recursos se agudiza, los insectos emergen como una solución viable, atrayendo la atención de investigadores y consumidores (Patel et al., 2019).

Diversas culturas del mundo han incorporado insectos en su alimentación; según reportes, más de 1,900 especies se consumen habitualmente en alrededor de 80 países Entre los insectos más estudiados y consumidos actualmente se encuentran *Acheta domesticus, Tenebrio molitor* y las pupas de *Atta assamensis* (FAO, 2013).

Su valor nutricional es considerable, con un contenido medio de proteínas cercano al 40% (Ma., et al., 2023) otro tipo

*Autor para la correspondencia: maria.go@villguerrero.tecnm.mx
Correo electrónico: juana.tr@villaguerrero.tecnm.mx (Juana Torres-Romero), naideline.sp@villaguerrero.tecnm.mx (Naideline Lucero Santiago-Pérez), adriana.cr@villaguerrero.tecnm.mx (Adriana Cruz-Rodríguez), maria.go@villaguerrero.tecnm.mx (Maria del Rosario Gallegos-Ortiz), sofia.rc@villaguerrero.tecnm.mx (Sofía Fernanda Rivas-Castro), dulce.re@villaguerrero.tecnm.mx (Dulce María Rogel-Estrada).

Historial del manuscrito: recibido el 14/03/2025, última versión-revisada recibida el 14/07/2025, aceptado el 31/07/2025, publicado el 15/09/2025. **DOI:** https://doi.org/10.29057/icbi.v13iEspecial2.14679

de insectos como los grillos alcanzan un 65% de contenido proteico en peso, superando significativamente a fuentes tradicionales como la carne de vacuno, que contiene un 23%, y el tofu, que apenas alcanza el 8% (Zielinska et al., 2018). Recientemente la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), autorizó el uso las larvas de *Tenebrio molitor*, comúnmente conocidas como gusanos de la harina, en su forma deshidratada o como polvo en los alimentos, debido a su alto valor nutricional (EFSA, 2021).

Investigaciones previas han demostrado que los gusanos de la harina pueden enriquecer la composición nutrimental de alimentos elaborados con cereales, como el pan, pasta y los snacks extruidos, posicionándose como un ingrediente clave para la alimentación del futuro (González, 2019).

En ese contexto, se plantea como propósito principal la formulación de galletas elaboradas con de harina de arroz, incorporando proteína de *Tenebrio molitor* y chispas de chocolate, como una alternativa que contribuya a la diversificación de la dieta y promueva el uso de fuentes proteicas sostenibles.

2. Desarrollo experimental

2.1. Producción de harina de Tenebrio molitor

La producción del *Tenebrio molitor* parte del escarabajo el cual se reproduce generando larvas, estas se alimentaron únicamente con lechuga, pepino y manzana en un ambiente controlado, antes de su procesamiento las lavas se mantuvieron en ayuno por dos días para limpiar su tracto digestivo, posteriormente las larvas fueron expuestas a calor directo para su deshidratación, seguidas de una molienda hasta obtener un polvo uniforme. Este fue almacenado a temperatura ambiente en condiciones controladas, listo para su posterior incorporación.

2.2. Formulación de las galletas

En la tabla1, se observa la composición general de las galletas

Tabla 1. Formulación de las galletas (%)

Ingredientes	%
Harina de arroz	47.27
Mantequilla	13.24
Huevo	11.34
Chispas de chocolate	11.34
Azúcar	6.62
Tenebrios	10.00
Sal	0.19
Total	100

2.3. Proceso de elaboración de las galletas

La preparación de las galletas se inició con la homogeneización de la fase grasa, combinando mantequilla a temperatura ambiente (23 °C) con azúcar y sal hasta obtener una emulsión estable, posteriormente se incorporó el 25% de la harina de arroz para favorecer la cohesión inicial de la matriz estructural. A continuación, se adicionó el huevo junto con el remanente de harina de arroz, asegurando una distribución uniforme de los componentes. En la fase final de mezclado, se integraron la harina de *Tenebrio molitor* y las chispas de chocolate, promoviendo una dispersión homogénea de los ingredientes. Se procedió al amasado hasta obtener una a mezcla con textura homogénea y cohesiva, con la elasticidad adecuada para el moldeado de porciones de 10 g y 5 mm de espesor. Con la formulación anterior se obtienen 10 paquetes de 100 g cada uno. Finalmente, las muestras fueron sometidas a un proceso de horneado en horno de convección a 180 °C durante 13 minutos, garantizando una cocción uniforme y el desarrollo adecuado de textura y color.

2.4. Determinación de humedad

Una porción de galletas fue seleccionada al azar y molida manualmente con mortero. De esta, se extrajeron 2 gramos, que fueron transferidos a un crisol previamente tarado para su desecación en estufa a 130 ± 3 °C durante una hora con posterior enfriado en un desecador, siguiendo los lineamientos establecidos en la NOM-247-SSA1-2008. El porcentaje de humedad fue determinado mediante la ecuación (1).

$$\%\ en\ humedad = \frac{(A-B)}{W} x\ 100 \quad (1)$$

Donde:

A = Masa del recipiente con la muestra húmeda (g)
B = Masa del recipiente con la muestra seca (g)
W = Masa inicial de la muestra (g)

2.5. Determinación de proteína por el método de Lowry

Se siguió la metodología descrita por Waterborg (2009), con algunas adaptaciones para su aplicación en matrices alimentarias sólidas. Se pesaron 2 gramos de galleta, los cuales fueron triturados y disueltos en un volumen adecuado de agua destilada para facilitar la extracción de proteínas. Del extracto resultante, se midieron 5 ml a los que se añadieron 5 ml de una solución de NaOH 1 N. Esta mezcla fue agitada y sometida a calentamiento en baño María a 100 °C por 5 minutos, con el fin de inducir la desnaturalización proteica.

Luego, se transfirió 1 ml de la muestra a un tubo de ensayo, al cual se le incorporaron 5 ml del reactivo de Lowry, la mezcla se agitó durante 30 segundos en un vortex, después de 10 min, se agregaron 0.5 ml del reactivo de Folin-Ciocalteau, manteniendo la agitación hasta obtener una mezcla uniforme. Las muestras fueron protegidas de la luz durante 30 minutos, tras lo cual se midió su absorbancia a 740 nm mediante espectrofotometría UV-Vis, utilizando como blanco agua destilada tratada de forma idéntica a las muestras analizadas. Se construyó una curva estándar de BSA (albumina de suero bovina) con la que se calculó la concentración de proteína en mg/L.

2.6. Determinación de fibra cruda

El análisis se realizó conforme a la metodología establecida en la norma NMX-F-090-S-1978 para la cuantificación de fibra cruda en productos alimenticios, empleando posteriormente la ecuación (2) para calculo correspondiente.

$$\%fibra = \frac{(Ps - Pp\ -\ (Pc -\ Pcp)}{M}\ x\ 100 \quad (2)$$

Donde:

Ps = corresponde al peso del residuo tras el secado a 130 °C
Pp = al peso del papel filtro.
Pcp = representa la masa de cenizas derivadas del papel.
M = masa de la muestra en gramos.
Pc = indica la cantidad de cenizas obtenidas del residuo final.

2.7. Análisis de carbohidratos totales

La muestra fue digerida con el objetivo de eliminar las proteínas, utilizando soluciones de acetato de zinc y ferrocianuro de potasio. Una fracción fue usada para cuantificar los azúcares reductores directos, mientras que otra se hidrolizó con HCl para determinar los azúcares reductores totales. La valoración volumétrica se realizó conforme al método de Lane y Eynon, siguiendo los lineamientos de la NOM-086-SSA1-1994.de acuerdo con la ecuación 3.

$$\%\ reductores\ directos = \frac{250x100xF}{VxMP} \quad (3)$$

Donde:

V= volumen en mililitros requerido de la muestra para alcanzar el punto final de la titulación entre soluciones A y B
PM= masa de la muestra en gramos
F= factor de corrección del reactivo de Fehling, expresado como gramos equivalentes de sacarosa.

2.8. Extracción de lípidos totales

La extracción de lípidos libres se realizó conforme a los procedimientos establecidos por la NOM-086-SSA1-1994, se empleó un agente deshidratante para eliminar la humedad de la muestra y se utilizó arena de mar como medio poroso, facilitando la acción del disolvente durante el proceso de extracción lipídica. En la extracción de lípidos combinados se utiliza el medio acido para disolver las proteínas y así permitir la separación de la grasa. Para hacer la determinación se empleó la ecuación 4.

$$\%\ de\ grasa = \frac{PG - PB}{PM} X\ 100 \quad (4)$$

Donde:
PG= peso total del matraz que contiene la grasa seca.
PB= peso del matraz con cuerpos de ebullición, previamente estabilizado
PM= masa de la muestra inicial.

2.9. Determinación de grasas saturada

Para cuantificar los ácidos grasos saturados, se utilizó el extracto lipídico previamente obtenido y se analizó mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID), conforme a lo estipulado en la NOM-086-SSA1-1994. El procedimiento consistió en la transesterificación de los lípidos totales para obtener metilésteres de ácidos grasos (FAMEs), los cuales fueron posteriormente separados e identificados mediante GC-FID. La cuantificación se llevó a cabo mediante comparación con estándares certificados de FAMEs, utilizando como referencia sus tiempos de retención y áreas bajo la curva. Los ácidos grasos saturados presentes se expresaron como porcentaje respecto al total de grasa extraída, utilizando la ecuación 5.

$$\%\ de\ grasa\ saturada\ = \frac{\sum AGs\ saturados\ (g)}{Grasa\ total\ (g)}\ \ x100 \quad (5)$$

Donde:

∑AGs= total acumulado de las masas individuales de ácidos grasos saturados detectados en la muestra analizada.
Grasa total= Cantidad total de grasa extraída de la muestra.

2.10 Determinación de coliformes totales

El análisis microbiológico para estimar coliformes totales se realizó según el protocolo establecido en la NOM-112-SSA1-1994, basado en la técnica del número más probable (NMP) tras incubación a 35 °C en medio líquido.

3. Resultados y discusiones

La Tabla 2 se muestran los resultados del análisis proximal correspondiente a las galletas elaboradas con harina de *Tenebrio molitor* como ingrediente funcional y se expresan por cada 100 gramos de muestra.

Tabla 2. Composición proximal de las galletas con *Tenebrio mollitor* (por 100g de muestra)

Parámetro	%
Humedad	12.78 ± 0.15
Grasa total	11.39 ± 0.25
Grasa saturada	2.89 ± 0.10
Fibra cruda	1.19 ± 0.05
Carbohidratos totales	64.45 ± 0.40
Azucares totales	1.04 ± 0.03
Sodio	0.080 ± 0.004
Calorías (Kcal)	398.75 ± 5.10 (no %)*

Nota: Los resultados se expresan como μ±σ con n=3, las calorías se expresan en Kcal por 100 g, no en porcentaje.

El nivel de humedad en productos a base de harinas representa un parámetro clave para garantizar su conservación, ya que influye directamente en la estabilidad y vida de anaquel del producto, En este estudio, las galletas presentaron un contenido de humedad de 12.78 ± 0.15 %, valor inferior al límite establecido por la NOM-247-SSA1-2008 (15 %), lo que contribuye a prevenir el crecimiento microbiano sin afectar las propiedades sensoriales del producto.

En el análisis proximal de las galletas enriquecidas con *Tenebrio molitor*, se determinó un contenido de grasa total de 11.39 ± 0.25 % y de grasa saturada de 2.89 ± 0.10 %. Estos resultados indican que, aunque el producto contiene una cantidad moderada de lípidos totales, solo una fracción corresponde a grasas saturadas, lo que contribuye positivamente a la calidad nutricional del producto.

En comparación con productos comerciales similares, las galletas convencionales suelen presentar contenidos más elevados de grasas saturadas, atribuibles al uso de ingredientes

como manteca, mantequilla, grasas parcialmente hidrogenadas o aceites vegetales refinados. De acuerdo con Amrutha (2014), el contenido de grasas saturadas en galletas comerciales puede oscilar entre 5.1 y 18.7 g por cada 100 g de producto, superando considerablemente los valores obtenidos en esta formulación experimental.

La inclusión de *Tenebrio molitor* como fuente alternativa de grasa pudo haber influido positivamente en el perfil lipídico, dado que estos insectos poseen un alto contenido de ácidos grasos insaturados, especialmente ácido oleico (41 %) y ácido linoleico (30 %), los cuales han sido asociados con efectos benéficos para la salud cardiovascular (González, 2023). Este perfil de ácidos grasos podría explicar el menor porcentaje de grasa saturada observado, pese a un contenido total de grasa relativamente alto, contribuyendo así a una mejor calidad nutricional del producto.

El contenido de fibra cruda en la galleta de arroz fue de 1.19±0.05 para una porción de 100 g este valor es relativamente bajo en comparación con productos elaborados con harinas integrales o cereales con mayor contenido de fibra (Tamayo, 2024). El proceso de refinamiento del arroz implica la separación del salvado y el germen, lo que reduce significativamente el aporte de fibra en la harina obtenida, dejando principalmente el endospermo, que es rico en almidón, pero pobre en fibra.

El contenido total de proteína en un paquete de 100 g de galletas fue de 60.92 ± 21.16 mg, se añadieron 211 g de polvo de *Tenebrio molitor* a una masa total de 2115 g de mezcla para galletas, lo que representa un 9.97 % de inclusión. Según diversos autores, el contenido de proteína en *Tenebrio molitor* deshidratado oscila entre el 50 y 60 % en base seca, (Ramos-Elorduy, 2008; Yi et al., 2013; Rumpold 2013), lo que implica que la cantidad total de proteína aportada por el polvo de insecto a la masa puede estimarse entre 105.5 y 126.6 g de proteína.

Bajo esta estimación, si toda la proteína proveniente del tenebrio se distribuyera homogéneamente en la mezcla, cada 100 g de galleta contendría teóricamente entre 4.99 y 5.98 g de proteína, cifra considerablemente superior a la detectada experimentalmente. Esta discrepancia podría deberse a factores como: pérdida de proteínas durante el horneado, extracción incompleta en el procedimiento analítico, o interferencias en la medición colorimétrica. También es posible que parte de la proteína se haya unido a otros compuestos durante el procesamiento térmico, reduciendo su solubilidad y, por ende, su detección en el análisis.

El análisis de carbohidratos totales en la galleta mostró un contenido de 64.45± 0.40 por cada 100 g de producto, lo cual es consistente con la formulación utilizada y con las características de productos horneados a base de harinas refinadas. (Fernández, 2024) indica que el arroz es un cereal con alto contenido de almidón, lo que explica el predominio de carbohidratos en la composición final del producto. En comparación con galletas comerciales tradicionales, que suelen presentar un rango de 60 a 75 g de carbohidratos por cada 100 g, el valor obtenido se encuentra dentro de lo esperado.

Por otra parte, aunque las galletas son productos con baja actividad de agua, la contaminación puede ocurrir por manipulación inadecuada después del horneado, los coliformes constituyen un conjunto de bacterias indicado que incluyen a *Escherichia coli, Enterobacter, Klebsiella y Citrobacter.* Su cuantificación en alimentos horneados es esencial para verificar condiciones higiénicas adecuadas y proteger la salud del consumidor, el resultado obtenido en las pruebas fue ausente (NMP/100 ml) de microorganismos, lo anterior garantiza su inocuidad.

4. Conclusiones

El estudio de composición básica en las galletas elaboradas con harina de arroz y proteína de *Tenebrio molitor* mostró un contenido de proteína de 6.09% ± 2.16, lo que evidencia una mejora respecto a galletas sin fuentes adicionales de proteína, aunque limitada por la baja proporción de insecto en la formulación. El contenido de grasa total fue de 11.39% ± 0.25, y el de grasa saturada de 2.89% ± 0.10, valores inferiores a los reportados en galletas comerciales, lo que sugiere un perfil lipídico más saludable, influido por los ácidos grasos insaturados presentes en *Tenebrio molitor*. La fibra cruda alcanzó 1.19%, siendo baja debido al uso de harina de arroz. En conjunto, los resultados indican que la inclusión de *Tenebrio molitor* contribuye al perfil nutricional del producto, y que el aumento de su proporción, junto con ingredientes ricos en fibra, podría optimizar su valor nutricional y funcional.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero por permitir el uso de las instalaciones y equipo para la realización de esta investigación.

Referencias

Amrutha Kala, A.L. (2014). Studies on saturated and trans fatty acids composition of few commercial brands of biscuits sold in Indian market. J Food Sci Technol. Nov;51(11):3520-6. doi: 10.1007/s13197-014-1421-8. Epub 2014 Jun 4. PMID: 26396357; PMCID: PMC4571254.

EFSA.(2021) Commission Implementing Regulation (EU) 2021/882 of 1 June 2021 Authorising the Placing on the Market of Dried Tenebrio Molitor Larva as a Novel Food under Regulation (EU) 2015/2283 of the European Parliament and of the Council, and Amending Commission Implementing Regulation (EU) 2017/2470. Available online: https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0882&from=EN (accessed on 20 January 2025).

FAO/WHO/UNU. (2007). Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition (WHO Technical Report Series 935). World Health Organization.

FAO. (2013). Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security. Food and Agriculture Organization of the United.

Fernández Chávez, J. E. (2024). *Harina de arroz (Oryza sativa), Garbanzo (Cicer arietinum), Sorgo (Sorghum vulgare) como sustitutos de trigo en la industria panificadora* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).

González, C.M.; Garzón, R.; Rosell, C.M. (2019). Insects as Ingredients for Bakery Goods. A Comparison Study of H. Illucens, A. Domestica and T. Molitor Flours. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 51, 205–210.

González, C. M., García, E., Hernández, L., & Rosas-Benítez, R. (2023). Nutritional Composition and Fatty Acids Profile of Tenebrio molitor Larvae: A Sustainable Protein Source. Foods, 12(13), 2612.

Ma, Z., Mondor, M., Goycoolea Valencia, F., & Hernández-Álvarez, A. J. (2023). Current state of insect proteins: extraction technologies, bioactive

peptides and allergenicity of edible insect proteins. Food & Function, 14, 8129–8156.

Norma Mexicana (1978). NMX-F-090-S-1978. Determinación de fibra cruda en alimentos. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación. 27 de marzo de 1979.

Norma Oficial Mexicana. (1996). NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. México: Secretaría de Salud. Diario Oficial de la Federación (10-24-96).

Norma Oficial Mexicana. (1995). NOM-112-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.

de la Federación, D.O (2008). NOM-247-SSA1-2008. Productos y Servicios. Cereales y sus productos. Cereales, Harinas de Cereales.

Patel, S., Suleria, H. A. R., & Rauf, A. (2019). Insectos comestibles como alimentos innovadores: evaluaciones nutricionales y funcionales. Trends in Food Science & Technology, 86, 352–359. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.033.

Ramos-Elorduy, J. (2008). Energy supplied by edible insects from Mexico and their nutritional and ecological importance. Ecology of Food and Nutrition, 47(3), 280–297.

Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. Molecular Nutrition & Food Research, 57(5), 802–823. https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735.

Tamayo Rendón, E. A. (2024). *Harina de arroz Oryza sativa, quínoa Chenopodium quinoa y avena Avena sativa como alternativa para sustitución de la harina de trigo Triticum en la elaboración de galletas dulces* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).

Waterborg, J. H. (2009). The Lowry method for protein quantitation. The protein protocols handbook, 7-10.

Yi, L., Lakemond, C. M. M., Sagis, L. M. C., Eisner-Schadler, V., van Huis, A., & van Boekel, M. A. J. S. (2013). Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species. Food Chemistry, 141(4), 3341–3348.

Zielińska, E., Karaś, M., & Baraniak, B. (2018). Comparison of functional properties of edible insects and protein preparations thereof. Lwt, 91, 168-174.