

FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE SALCHICHAS ARTESANALES ENRIQUECIDAS CON HARINA DE CHAPULÍN (*Sphenarium purpurascens*)^a

FORMULATION AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF ARTISANAL SAUSAGES ENRICHED WITH GRASSWOOD FLOUR (*Sphenarium purpurascens*)

Candelario-Aguirre, L.; Sanchez-Santos, L.F.; Castillo-Zamudio, R.I.*

Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Carretera Xalapa-Veracruz km 88.5, Xalapa, Veracruz, México. C. P. 91690.

* E-mail: rosychely@colpos.mx

Fecha de envío: 15, mayo, 2025

Fecha de publicación: 20, julio, 2025

Resumen:

Los insectos comestibles son nutritivos y una fuente valiosa de proteínas para el consumo humano, además en México se han utilizado como alimento desde la época prehispánica. Con la creciente demanda de alimentos ricos en proteínas, el consumo de insectos presenta una de las soluciones más viables para satisfacer las necesidades dietéticas de la población mundial, reduciendo al mismo tiempo el impacto medioambiental de la cría de animales convencionales. El objetivo de este estudio es promover el uso de insectos para un enfoque innovador en la producción de alimentos y el desarrollo de un embutido artesanal utilizando la harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*) como extensor proteico. Se diseñaron seis fórmulas para la producción de salchichas artesanales las cuales se les realizó una evaluación sensorial utilizando la escala hedónica donde se evaluó el olor, sabor, color, textura y apariencia. La salchicha con mayor aceptabilidad por parte del consumidor se sometió a análisis proximales como humedad, cenizas, proteína cruda por el método de Kjeldahl, fibra cruda utilizando los métodos de AOAC (2019), asimismo se determinó carbohidratos totales por el método del Fenol-ácido sulfúrico por el método de Dubois et al. (1956) y por último se determinó el contenido de sodio por el método Mohr. La fórmula con mayor aceptación mostró un contenido de proteína del $31.14 \pm 0.67\%$, lo que hace que este alimento contenga más del triple de proteína que las salchichas comerciales altamente procesadas actualmente. Si se busca innovación y sostenibilidad esta versión es una buena opción, además, con este estudio se demuestra que la incorporación de harina de chapulín en productos procesados como salchichas permite mejorar su calidad nutricional sin comprometer su funcionalidad.

Palabras clave: Entomofagia, insectos comestibles, ingredientes funcionales, innovación alimentaria, sostenibilidad.

^a Artículo derivado de la investigación: Tesis de licenciatura del primer autor.

Abstract:

Edible insects are nutritious and a valuable source of protein for human consumption. Furthermore, they have been used as food in Mexico since pre-Hispanic times. With the growing demand for protein-rich foods, insect consumption presents one of the most viable solutions to meet the dietary needs of the world's population, while reducing the environmental impact of conventional animal farming. The objective of this study is to promote the use of insects for an innovative approach to food production and the development of artisanal sausages using grasshopper flour (*Sphenarium purpurascens*) as a protein extender. Six formulas were designed for the production of artisanal sausages, which were then sensory evaluated using the hedonic scale, assessing smell, flavor, color, texture, and appearance. The sausage with the highest consumer acceptability was subjected to proximate analyses such as moisture, ash, crude protein by the Kjeldahl method, crude fiber using the AOAC methods (2019), total carbohydrates were determined by the Phenol-sulfuric acid method by the Dubois et al. method (1956) and finally the sodium content was determined by the Mohr method. The formula with the highest acceptance showed a protein content of $31.14 \pm 0.67\%$, which makes this food contain more than three times the protein of currently highly processed commercial sausages. If you are looking for innovation and sustainability, this version is a good option. In addition, this study shows that the incorporation of grasshopper flour in processed products such as sausages improves their nutritional quality without compromising their functionality.

Keywords: Entomophagy, edible insects, functional ingredients, food innovation, sustainability.

INTRODUCCIÓN

Actualmente a causa del crecimiento poblacional, la crisis climática y las presiones sobre los sistemas agroalimentarios, la importancia de buscar fuentes alternativas de proteína ha cobrado una relevancia sin precedentes. El consumo de insectos comestibles es una de las soluciones más prometedoras no tanto por su alto valor nutricional si no por su bajo impacto ambiental en comparación con la ganadería convencional (van Huis et al., 2013).

El consumo de insectos, también conocido como entomofagia, es un tema de estudio en el campo de la etnoentomología. La cual se encarga del estudio de las interrelaciones entre las culturas tradicionales y el mundo de los insectos (Ramos y Viejo, 2007). La entomofagia se practica ampliamente en muchos países de todo el mundo, especialmente en regiones de Asia, África y América Latina. Para más de 2.000 millones de personas el consumo de insectos forma parte del complemento



de sus dietas además es una práctica presente desde hace mucho tiempo en los hábitos alimentarios humanos (Halloran y Vantomme, 2013).

En nuestra cultura los insectos se han consumido desde la época prehispánica. Los insectos desempeñaban un importante papel cultural y económico para los indígenas locales en los mercados o tianguis de la época, donde se consumían como alimento (Aragón et al., 2018). Entre los insectos que más se consumían estaban los chapulines, los gusanos de agave y las hormigas, que aún hoy se consideran algunos de los platos a base de insectos más comunes y nutritivos que se consumen regularmente (Aragón et al., 2018).

Actualmente en México se consume una gran variedad de insectos, incluidos 13 órdenes, entre estas especies, el mayor número pertenece al orden *Coleoptera* (119), seguido de *Hymenoptera* (101), *Hemiptera* (90), *Orthoptera* (78), *Lepidoptera* (45) y *Homoptera* (38) (Ramos y Pino, 2004). El orden de los Ortópteros incluye al chapulín (*Sphenarium purpurascens*), la cual se ha posicionado como de gran importancia económica por su uso comestible. Sirven como fuente de empleo, alimento e ingreso para la población. Además, la recolección de chapulines sirve como método de control de estos organismos considerados plaga (Pérez, 1998).

El consumo del chapulín de milpa (*Sphenarium purpurascens*) proporciona una fuente de proteína y nutrientes de alta calidad, sanos, sostenibles, asequibles y no contaminantes. Los chapulines poseen un contenido de proteínas del 53.17%, un 4.13% de grasas, un 2.31% de carbohidratos y un 19.5% de fibra (Ramírez-Coronado et al., 2024; Cerritos, 2019). Además, se estima que un kilo de chapulines puede contener el doble de proteínas que un kilo de carne de res, carne de cerdo y pollo, y su valor proteico es similar al del atún u otros pescados. El *Sphenarium purpurascens* se caracteriza por su alto contenido en minerales y vitaminas, y además tiene menos grasa que la carne magra. Adicionalmente su exoesqueleto que está formado de quitina cumple una función similar a la fibra y es beneficioso para el microbiota humano (Cerritos, 2019).

El objetivo del presente estudio es la elaboración y valorización de salchichas artesanales enriquecidas con harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*), mediante la evaluación de sus propiedades proximales y sensoriales a fin de analizar su calidad nutricional y su aceptación por parte del consumidor. Esta investigación busca determinar la viabilidad de incorporar parte de este ingrediente

alternativo en la producción de productos cárnicos o cualquier otro producto, con el fin de desarrollar alimentos funcionales que, además de ser nutricionalmente enriquecidos, promuevan el consumo de fuentes proteicas sostenibles, saludables y culturalmente aceptables.

Investigaciones recientes han analizado el uso de harina de insectos en diferentes productos alimenticios. Esto ha mejorado tanto el perfil nutricional como la forma en que el consumidor acepta estos productos. Por ejemplo, el Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán y la UANL desarrollaron un pan con harina de trigo, linaza y chapulín. El objetivo de este estudio fue crear un alimento funcional que beneficie la dieta de personas con enfermedades no transmisibles, como cáncer de colon. El pan mostró propiedades nutricionales mejoradas, incluyendo 34.33 g. 100 g⁻¹ de proteína y un alto contenido de fibra de 15.67 g. 100 g⁻¹ (Gómez-Galicia et al., 2023).

Por otro lado, un estudio realizado por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se enfocó en la creación de tortillas de maíz con diferentes porcentajes de harina de chapulín: 0%, 4%, 6%, 8% y 10%. En este caso, la formulación que contenía 10% de harina de chapulín reportó un contenido de proteína cruda del 17.01% y niveles significativos de minerales como hierro y zinc (Osorio, 2024). Otra investigación por parte de la misma universidad desarrolló pasta, utilizando mezclas de harina de trigo y harina de chapulín en proporciones de 0%, 25% y 50%. Todas las formulaciones de pasta con harina de chapulín mostraron un aumento en el contenido de proteína y otros nutrientes, aunque en la parte de aceptación sensorial la pasta con 100% trigo fue mayor (Verastegui, 2022).

En el sector de los productos cárnicos, la incorporación de harina de chapulín en salchichas artesanales representa una estratégica clave para añadir ingredientes funcionales y sostenibles. Además, es una innovación que promete mucho. Las salchichas artesanales, al permitir un control más minucioso de los ingredientes y procesos, son candidatas ideales para esta integración. Además, el CIAD llevó a cabo una investigación sobre la fermentación de harina de chapulín con *Lactococcus lactis*, con el objetivo de producir péptidos con actividad antioxidante y antihipertensiva. Los resultados evidenciaron el potencial de esta técnica para desarrollar alimentos funcionales que aporten beneficios a la salud (CIAD, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio llevamos una metodología que abarcó desde la elaboración de la harina de chapulín, la realización de la formulación de la salchicha, el análisis sensorial de manera aleatoria a 15 personas con la finalidad de identificar el agrado del consumidor, y por último el análisis proximal para identificar los aportes nutricionales.

Obtención de harina de chapulín.

Se compraron chapulines silvestres tostados naturales a una distribuidora de productos oaxaqueños “Don Beto Botanas” ubicado en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. Los chapulines se lavaron con zumo de limón disuelto en agua y en agua fría con el propósito de reducir cargas microbianas superficiales, eliminar olores fuertes, mejorar sabor y color. Después se colocó en una deshidratadora a 60°C por 10 horas para que se tuesten. Finalmente se molieron hasta conseguir una consistencia en polvo (Blasquez, 2006).

Diseño experimental.

Se realizaron seis fórmulas; en las fórmulas 1 a 3 se utilizó carne de cerdo con el propósito de priorizar ese sabor tradicional con 25%, 35% y 45% de harina de chapulín respectivamente. En las fórmulas 4 a 6 se optó por un sustituto de carne hecho a base de garbanzo, lenteja y seta gris (*Pleurotus ostreatus*), ofreciendo una opción más sostenible y saludable con 25%, 35% y 45% de harina de chapulín respectivamente.

Evaluación sensorial.

Con el objetivo de identificar el agrado del consumidor ante los atributos de color, sabor, olor, textura y apariencia de las seis formulas, se realizó un análisis sensorial a 15 panelistas de manera aleatoria. En este análisis se empleó el método de escala hedónica con cuatro puntos (malo, regular, bueno y excelente) para las seis fórmulas (Mihafu et al., 2020). Con base a los resultados se realizó la caracterización organoléptica.

Análisis proximal.

Los análisis proximales se realizaron en el laboratorio de análisis fisicoquímico y bromatológicos de los alimentos del Departamento de Tecnología de Alimentos del Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. En este paso se analizó la harina de Chapulín (*Sphenarium purpurascens*) y a la formulación que obtuvo la mayor

aceptación de acuerdo con la evaluación sensorial, fue sometida a pruebas proximales. Estas pruebas incluyeron la medición de humedad, cenizas, proteína cruda por el método de Kjeldahl, fibra cruda utilizando el método de AOAC (2019). Además, se determinaron los carbohidratos totales por el método de Fenol-ácido sulfúrico por el método de Dubois et al., (1956). Por último, a la salchicha se le determinó el contenido de sodio por el método Mohr. Con base a los resultados se elaboró un reporte técnico con recomendación de etiquetado.

Análisis estadístico.

Los resultados de la evaluación sensorial de las formulaciones se expresaron en media \pm DE. Para facilitar la visualización de la aceptabilidad, los datos sensoriales se mostraron en un diagrama radial. La formulación con mayor aceptación sensorial, al igual que la harina de chapulín, se les realizaron análisis proximal por triplicado y los resultados se expresaron en media \pm DE. Para comparar las características proximales entre la harina de chapulín y la salchicha artesanal de mayor aceptación se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes, con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Previo a ello, se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. El análisis fue realizado en RStudio (2022.12.0+353).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias significativas ($p < 0.001$) en todos los parámetros proximales analizados entre la harina de chapulín y la salchicha artesanal enriquecida. Las diferencias que se reflejan demuestran el potencial de la harina de chapulín como ingrediente enriquecedor en formulaciones cárnicas; esto es especialmente relevante ya que su contenido proteico y de fibra pueden mejorar el perfil nutricional de productos tradicionales como la salchicha. Por último, en las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk), los datos presentaron un comportamiento normal ($p > 0.05$).

Diseño experimental.

Las seis fórmulas adecuadas para elaborar las salchichas contienen los siguientes ingredientes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ingredientes utilizados en las seis formulaciones de salchichas artesanales enriquecidas con harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*).

Table 1. Ingredients used in the six formulations of artisanal sausages enriched with grasshopper flour (*Sphenarium purpurascens*).

Ingredientes	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Carne de cerdo (%)	55	40	30	-	-	-
Sustituto de carne (%)	-	-	-	40	30	20
Harina de maíz (%)	-	-	-	-	-	-
Harina de trigo (%)	-	-	-	-	-	-
Harina de chapulín (%)	25	35	45	25	35	45
Harina de soya (%)	5	10	15	5	10	15
Goma xantana (%)	3	3	3	3	3	3
Hielo	12	12	7	27	22	17
Sal de mar (%)	1.8 ^a	1.8 ^a	1.8 ^a	1.5 ^a	1.5 ^a	1.5 ^a
Benzoato de sodio (%)	0.1 ^a					
Condimentos (%)	1 ^a	1 ^a	1 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a

^a Proporción estándar utilizada por kg de masa.

Reemplazar la carne convencional en las salchichas artesanales con garbanzo, lenteja y seta gris (*Pleurotus ostreatus*) enriquecidas con harina de chapulín no solo aporta ventajas nutricionales, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental e innovación alimentaria (van Huis et al., 2013; Mekonnen y Hoekstra, 2012).

Evaluación sensorial.

La Figura 1 muestra que la formulación F5 mostró la mayor aceptabilidad general, con las puntuaciones significativamente altas en los atributos de olor ($3,20 \pm 0,68$), color ($2,67 \pm 0,72$), sabor ($3,80 \pm 0,41$), textura ($3,07 \pm 0,46$) y apariencia ($3,00 \pm 0,53$).

Análisis proximal de la harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*).

La harina de chapulín (Cuadro 2) presentó un alto contenido de proteína ($60.23 \pm 0.55\%$), lo que lo posiciona como una fuente proteica alternativa. Este valor se encuentra entre los reportado por Ramos-Elorduy et al. (1997), quienes reportaron un rango de proteína de 62.9% en materia seca del *Sphenarium purpurascens*. Otros autores como Mina. (2022) reportan contenidos de proteína de $65.6 \% \pm 0.2$, lo cual es consistente con nuestro resultado.

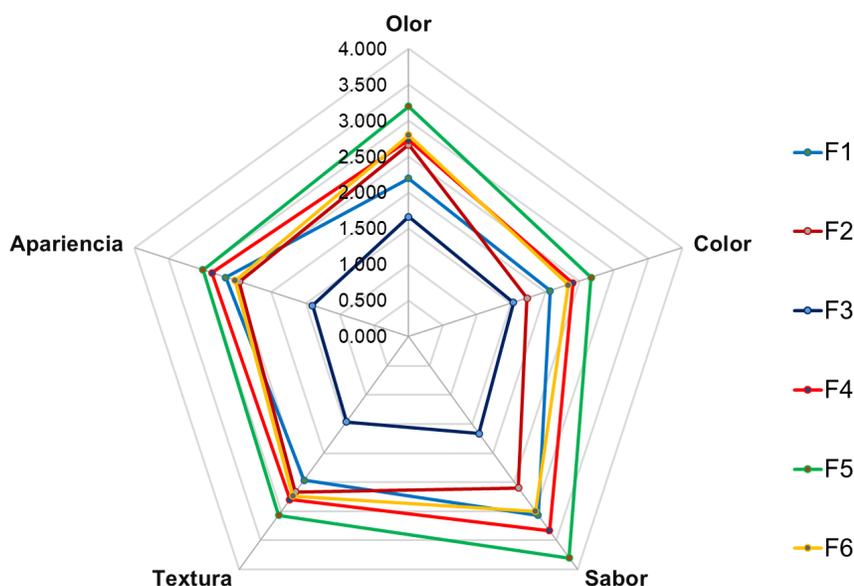


Figura 1. Evaluación sensorial de las seis formulaciones de salchichas artesanales.

Figure 1. Sensory evaluation of the six artisanal sausage formulations.

En cuanto al contenido de grasa ($7.43 \pm 0.06 \%$) se encuentra dentro del rango observado para harinas de insectos (5-15 %) de acuerdo con lo reportado por Payne et al. (2016). Asimismo, el contenido de fibra cruda fue considerable, lo cual está relacionado con la quitina presente en el exoesqueleto de los insectos como un polisacárido estructural (Finke, 2007).

En contraste la harina de chapulín presentó una humedad del $4.86 \pm 0.08 \%$, lo cual es útil para aumentar la vida útil del producto y se obtuvo una cantidad moderada de carbohidratos ($23.44 \pm 0.08 \%$), valor que varía según la dieta del insecto y el método de procesamiento (Kinyuru et al., 2009).

Además, la harina de insectos ha demostrado mejorar las propiedades tecnológicas de los productos alimenticios, como la retención de agua y la estabilidad de las masas, lo que puede contribuir a una mejor textura y vida útil de productos como salchichas y panes (The Food Tech, 2023).

Análisis proximal de la salchicha.

El producto final aceptado por los consumidores fue un análogo de salchicha de legumbres y seta con un 35% de harina de chapulín la cual mostró un perfil nutricional enriquecido (Cuadro 2). El contenido de proteína fue de $31.14 \pm 0.67\%$, más del doble que muchas salchichas comerciales a base de soya o vegetales, que

oscila entre 12-18% de proteína (Muñoz et al., 2023). Además de acuerdo con un estudio realizado por la Profeco en el 2020 sobre salchichas altamente procesadas, aunque no es obligatorio, 28 productos del mercado contienen menos del parámetro mínimo de proteínas establecido por la NMX-F-065-1984 (9.5%) (Procuraduría Federal del Consumidor, 2020).

En cuanto al contenido de humedad fue de $63.25 \pm 0.05\%$, habitual en embutidos vegetales, sin embargo, aunque el producto final no cumple la definición de salchicha establecido por la NMX-F-065-1984 el resultado obtenido está dentro de lo recomendado por dicha norma mexicana ($<70\%$).

Los bajos niveles de grasa ($5.63 \pm 0.09\%$) convierten a este producto en una opción más saludable en comparación con salchichas cárnicas convencionales que superan el 20% de grasa (Fonseca et al., 2015). Además, el resultado obtenido está dentro del intervalo señalado por la NMX-F-065-1984, que establece que las salchichas no deben superar el 30% de grasa de su cantidad total (Dirección general de normas, 1984).

El contenido de fibra ($6.39 \pm 0.08\%$) es relevante desde una perspectiva nutricional, ya que contribuye al aporte de fibra que usualmente están carentes en productos ultra procesados. Por último, la cantidad de carbohidrato fue de $17.75 \pm 0.04\%$, valor esperado para un producto que lleva legumbres y setas.

Cuadro 2. Composición proximal de la harina de chapulín y de la salchicha artesanal en base húmeda.

Table 2. Proximate composition of grasshopper flour and artisanal sausage on a wet basis.

Análisis proximal	Harina de chapulín	Salchicha artesanal	Referencia de análisis
Cenizas (%)	4.24 ± 0.11	2.11 ± 0.09	AOAC 923.03 (AOAC, 2019)
Humedad (%)	4.86 ± 0.08	63.25 ± 0.05	AOAC 925.09 (AOAC, 2019)
Grasas (%)	7.43 ± 0.06	5.63 ± 0.09	AOAC 920.39 (AOAC, 2019)
Carbohidrato (%)	23.44 ± 0.08	17.75 ± 0.04	Fenol-ácido sulfúrico (Dubois et al., 1956).
Fibra cruda (%)	9.34 ± 0.43	6.39 ± 0.08	AOAC 962.09 (AOAC, 2019)
Proteína (%)	60.23 ± 0.55	31.14 ± 0.67	AOAC 984.13 (AOAC, 2019)

Datos expresados como media (\bar{x}) \pm Desviación Estándar (DE), n=3.

En un estudio de la universidad de los Andes, Colombia, se desarrollaron hamburguesas utilizando harina de grillo (*Acheta domesticus*) en diferentes concentraciones. La formulación con 25% de harina de grillo y almidón de papa como aglutinante fue la más aceptada sensorialmente, mostrando propiedades similares a las hamburguesas comerciales en termino, textura y sabor (Castellanos y Sánchez, 2021). Otro estudio de la Universidad de los Andes evaluó productos cárnicos elaborados con harina de grillo, variando el porcentaje de harina y el tipo de aglutinante. Al final se demostró que el porcentaje de harina de grillo afecta la capacidad de retención de agua de los productos. La fórmula con 25% de harina de grillo y almidón de papa presentó mejores características sensoriales y fisicoquímicas (Sánchez y Castellanos, 2021). La fórmula F5 con 35% de harina de chapulín, se alinea con los hallazgos de los estudios mencionados. La concentración del 35% parece ser un punto óptimo, ofreciendo un balance entre valor nutricional y aceptabilidad sensorial.

Característica organoléptica y Declaración nutrimental.

De acuerdo con la evaluación de los atributos sensoriales se elaboró una descripción organoléptica de la F5 (Cuadro 3) y con base al análisis proximal se realizó la tabla nutrimental de la salchicha artesanal F5 (Cuadro 4).

Cuadro 3. Características organolépticas del producto final.

Table 3. Organoleptic characteristics of the final product.

Característica	Descripción
Aspecto	Salchichas cocidas, sin piel, calibre 20 mm, longitud de 8-15 cm.
Color	Marrón
Aroma	Típico al chapulín frito o al aceite de chapulín.
Sabor	Suavemente salado, no amargo ni ácido.
Textura	Firme, fácilmente cortable y de fácil masticación.



Cuadro 4. Información nutrimental del producto final por 100 g.

Table 4. Nutritional information of the final product per 100 g.

Declaración nutrimental	Por 100 g
Contenido energético	250 kcal
Proteínas	31 g
Grasas totales	6 g
Carbohidratos	18 g
Fibra	6 g
Sodio	618 mg
Información adicional	
Humedad	63 %

Etiquetado conforme a la NOM-051-SCF/SSA1-2010

De acuerdo con la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 la recomendación de este producto sería emplear la etiqueta: “EXCESO DE SODIO”. Y de acuerdo con la NMX-F-065-1984 y NOM-213-SSA1-2018 el producto debe usar la denominación “Análogo de salchicha vegetal” debido a que no cumple con las definiciones establecidas por dichas normas.

CONCLUSIÓN

Este estudio mostró que es posible desarrollar salchichas artesanales o un producto análogo o similar de salchicha a base de legumbres y setas, enriquecidos con harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*). Los resultados revelaron un producto con un perfil nutricional mejorado y una buena aceptación. El desarrollo de productos como estas salchichas no solo pretende ofrecer alternativas proteicas sostenibles, sino que también brinda una excelente oportunidad comercial para los sectores que están interesados en alimentos funcionales, sostenibles y de bajo impacto ambiental. Sin embargo, no se debe descartar el uso de cerdo, ya que es una fuente valiosa de proteína que puede enriquecerse con ingredientes funcionales como el chapulín. Así mismo, desarrollos de este tipo contribuyen a una producción más sostenible y con suficiente menor impacto medioambiental. La harina de chapulín, debido a su elevada concentración de proteínas, vitaminas y minerales y sus positivas propiedades funcionales, se presenta como una alternativa interesante en

la industria alimentaria. En este tipo de investigaciones, es esencial tomar en consideración aspectos tales como la aceptación por parte del consumidor y las normativas alimentarias, con el propósito de facilitar la incorporación de insectos comestibles a la alimentación cotidiana. Por último, es fundamental promover la educación y la concientización sobre las ventajas nutricionales y medioambientales que proporcionan los insectos comestibles, con el fin de conseguir su adopción generalizada.

Agradecimiento

Esta investigación fue respaldada por el Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Bromatológicos de los Alimentos perteneciente al Departamento de Tecnología de Alimentos del Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Un agradecimiento especial para la Mtra. Tania Isabel Vidaña Reyes y la Dra. Rosa Isela Castillo Zamudio.

LITERATURA CITADA

AOAC International. Official Methods of Analysis, 21st Edition. AOAC International. 2019.

Aragón, A., Rodríguez, D., Pino, J., Aragón, M., Ángeles, S., & García, A. (2018). Valor nutritivo de la harina del chapulín *sphenarium purpurascens* charpentier, 1845 (Orthoptera: Pyrgomorphidae) tostado y natural. <https://www.acaentmex.org/entomologia/revista/2018/BHN/BHN%20106-112.pdf>

Blasquez, J. R. E. Y. (2006). WO2007094652A2 - Proceso para el cultivo intensivo de chapulines y sus derivados libres de contaminantes para consumo humano - Google Patents. <https://patents.google.com/patent/WO2007094652A2/es>

Castellanos Tolosa, N., & Sánchez Jiménez, M. J. (2021). Desarrollo de carne de hamburguesa a base de harina de grillo. Universidad de los Andes. Recuperado de <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/07a150b9-4531-44c3-b4b0-646862809418>

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). (2020). *Buscan beneficios para la salud en gusano de harina y chapulín*. <https://www.ciad.mx/buscan-beneficios-para-la-salud-en-gusano-de-harina-y-chapulín/>



- Cerritos Flores. (2019). Chapulín de milpa, alimento que combate desnutrición y obesidad | Fundación UNAM. Fundación UNAM. [https://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/chapulín-de-milpa-alimento-que-combate-desnutrición-y-obesidad/#:~:text=El%20chapul%C3%ADn%20de%20milpa%20\(Sphenarium,la%20Facultad%20de%20Medicina%20\(FM](https://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/chapulín-de-milpa-alimento-que-combate-desnutrición-y-obesidad/#:~:text=El%20chapul%C3%ADn%20de%20milpa%20(Sphenarium,la%20Facultad%20de%20Medicina%20(FM)
- Dirección general de normas (1984). NMX-F-065 1984. Salchichas. Especificaciones. México.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350–356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>
- Finke, M. D. (2007). Estimate of chitin in raw whole insects. *Zoo Biology*, 26(2), 105–115. <https://doi.org/10.1002/zoo.20123>
- Fonseca, S., Gómez, M., Domínguez, R., & Lorenzo, J. M. (2015). Physicochemical and sensory properties of Celta dry-ripened “salchichón” as affected by fat content. *Grasas y Aceites*, 66(1), e059. <https://doi.org/10.3989/gya.0709142>
- Gómez-Galicia, P. F., Parola-Contreras, I., Báez-González, J. G., Durán-Lugo, R. (2023). *Pan gourmet a base de harina de trigo, linaza y chapulín (Sphenarium purpurascens) como alimento funcional*. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 8(1), 379–386. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.51>
- Halloran, A., & Vantomme, P. (2013). *La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i3264s>
- Kinyuru, J. N., Kenji, G. M., & Njoroge, S. M. (2009). Process development, nutrition and sensory qualities of wheat buns enriched with edible termites (*Macrotermes subhylanus*) from Lake Victoria region, Kenya. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 9(8), 1739–1750. <https://doi.org/10.4314/ajfand.v9i8.48411>
- Mekonnen, M.M., & Hoekstra, A. Y. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15(3), 401–415. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>
- Mina Velázquez, G. (2022). *Evaluación del proceso de extrusión para la obtención de harinas de chapulín de la milpa (Sphenarium purpurascens) con alto valor nutricional y aceptabilidad organoléptica* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro]. Repositorio Institucional UAQ. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/3309>
- Mihafu F, Issa J, Kamiyango M. Implication of Sensory Evaluation and Quality Assessment in Food Product Development: A Review. *Curr Res Nutr Food Sci*. <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.3.03>

- Muñoz Zambrano, N., Cortez Espinoza, A., Revilla Escobar, K., Aldas Morejón, J., & Carrillo Pisco, M. (2023). Evaluación de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y soya (*Glycine max*) como sustituto proteico en salchichas y su efecto fisicoquímico y sensorial. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 3539–3550. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5598
- Osorio Mejía, J. (2024). *Desarrollo de una tortilla de maíz enriquecida con harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*) para mejorar sus cualidades nutricionales*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/handle/123456789/49824>
- Payne, C. L. R., Scarborough, P., Rayner, M., & Nonaka, K. (2016). A systematic review of nutrient composition data available for twelve commercially available edible insects, and comparison with reference values. *Trends in Food Science & Technology*, 47, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.10.012>
- Pérez López, M. de L. (1998). *Canales y márgenes de comercialización del chapulín en el municipio de Atlixco, Puebla* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000812140/3/0812140.pdf>
- Procuraduría Federal del Consumidor. (2020). *Salchichas: Algunas no son lo que nos hacen creer. Descubre la verdad de estos embutidos tan populares*. Revista del Consumidor, (522), 28–45. https://revistadelconsumidor.profeco.gob.mx/PDF/2020/RC522_Agosto_2020.pdf
- Ramírez Coronado, B. I., García Sánchez, E. A., Flores Castañeda, C. A., García Rodríguez, A. N., Vera de la Cruz, J. L., & Hernández Arzaba, J. C. (2024). Harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*): una alternativa de suministro de proteína animal. *Agro-Divulgación*, 4(2), 53–55. <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.184>
- Ramos-Elorduy, J., & Pino Moreno, J. M. (2004). Los Coleoptera comestibles de México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 75(1), 149–183. <https://revistas.unam.mx/index.php/zoo/article/view/7298>
- Ramos-Elorduy, J., & Viejo Montesinos, J. L. (2007). Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Biológica*, 102(1–4), 61–84. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44299302/Ramos_2007_Los_insectos_como_alimento_humano_breve_ensayo_de_entomofagia-libre.pdf?1459528468=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLos_insectos_como_alimento_humano_Breve.pdf&Expires=1747169237&Signature=UGjAgQB5uJbEcP6ZVdlciMXU2RjkcjusdIIz~A-QnMyTZJb8FRtqlv67O~8-D51npzv3Tu4pfYVNGVaauc3RyZNCMiaVYMIzI4GbIPI0H68b0PI844FvNCC8qoX1qmmFO7~IJSbpuoj~WAgBB3fCcnRXu2SyKsqkfcYIEGpoFJ9dt4-



NwpeKlp5C~qhqMxw7-YJs5TTY~1i7Qva17aQhnAU8O7CUSEtwHcyPm-Aqwtf1nOXjvRcKeQTE7j8STiDpe390vnnvCNQxTdqCXXf1ONelvlkzXdCn-841gbJ9l6WBMk~HxtpOJuNHss~0DMQnRwg-FUg7PmZAEugfFd7Ing__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Ramos-Elorduy, J., Pino Moreno, J. M., & Prado, E. E. (1997). Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, Mexico. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10(2), 142–157. <https://doi.org/10.1006/jfca.1997.0530>

Sánchez Jiménez, M. J., & Castellanos Tolosa, N. (2021). Caracterización fisicoquímica y nutricional de carne elaborada a base de harina de grillo. *Universidad de los Andes, Colombia*. Recuperado de <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/73825d99-eb4f-484e-8213-410aad2face7>

The Food Tech. (2023). Harina de insectos: una alternativa proteica en la panificación latinoamericana. Recuperado de <https://thefoodtech.com/industria-alimentaria-hoy/harina-de-insectos-una-alternativa-proteica-en-la-panificacion-latinoamericana/>

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security* (FAO Forestry Paper No. 171). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Recuperado de <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>

Verastegui Degollado, M. (2022). *Desarrollo y evaluación de las características de calidad de una pasta a base de harina de chapulín (Sphenarium purpurascens)* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Recuperado de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/7531101>

