Revista de
Ingeniería en Industrias Alimentarias

ARTÍCULO TECNOLÓGICO

DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UNA BOTANA SALUDABLE ADICIONADA CON PROTEÍNA NO CONVENCIONAL

Cristhian Omar Pérez Gámez y Ma. Cristina Vázquez-Hernández[*].

RESUMEN

En México, existe una grave problemática en la prevalencia de enfermedades crónico-degenerativas no transmisibles como obesidad, diabetes, hipertensión arterial, desnutrición y cáncer, asociadas al consumo de alimentos "chatarra", los cuales se caracterizan por su alto contenido calórico y bajo contenido nutrimental. El objetivo del presente trabajo es el diseño y elaboración de una botana con alto valor nutrimental utilizando subproductos agrícolas con adición con proteína no convencional (*Tenebrio molitor*). La elaboración definió una formulación base a partir para determinar 3 formulaciones candidatas y posteriormente el diseño del empaque y etiqueta fue desarrollado. El resultado fue una botana tipo papa horneada sin grasas ni aditivos ni conservadores adicionados en una presentación de 60 g de producto a precio de venta de 24.86 MXN bajo un margen de utilidad de 30%.

Palabras clave

Economía circular, Entomofagia, revalorización.

ABSTACT

Mexico presents a serious problem in the prevalence of non-communicable chronic degenerative diseases such as obesity, diabetes, arterial hypertension, malnutrition and cancer, associated with the consumption of "junk" foods, which are characterized by their high caloric and low nutritional content. This work defines the design and elaboration of a snack with high nutritional value using agricultural by-products and addition of non-conventional protein (*Tenebrio molitor*). The elaboration considers a base formulation to determine 3 candidate formulations were made, and the packaging and label were designed. As a result, a baked potato-type snack was obtained, without added fats, additives or preservatives in a presentation of 60 g of product and with a selling price of $ 24.86 MXN (Profit margin of 30%).

Keywords

Circular economy, Entomophagy, revaluation.

Departamento de Ingenierías. Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Roque. Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Guanajuato, 30110, México.
[*]Autor de correspondencia: ma.vh@roque.tecnm.mx

1. Introducción

En 2022, ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición en México) reporto que el 75% de los adultos mexicanos vive con sobrepeso u obesidad, también mostró que el 18.4% de la población mayor de 20 años padece diabetes, este porcentaje se ve incrementado a medida que aumenta la edad de la población. Por otra parte, esta encuesta mostró que el 36.5% los niños en edad escolar (6–13 años) y el 40.4% de los adolescentes (13-18 años) presentan sobrepeso y obesidad. Sumado a lo anterior, 14.2% de los niños menores de 5 años presentaron desnutrición crónica (Talla baja). Este panorama es preocupante y es el resultado principalmente del consumo de alimentos con bajo contenido nutrimental y alto contenido calórico conjuntamente con el sedentarismo, lo cual ha ocasionado una grave situación al sistema de salud público. Este patrón alimentario ha contribuido al aumento de factores de riesgo metabólicos y a la disminución de la calidad de vida de la población. La entrada en vigor de la nueva ley que prohíbe la venta y distribución de comida chatarra en escuelas (29 de marzo de 2025) representa un avance significativo para cambiar la alimentación y contrarrestar los alarmantes índices de obesidad, sin embargo, en nuestro país todavía existe un gran vacío en el mercado de productos saludables, funcionales y atractivos para niños, jóvenes y adultos, la mayoría de las alternativas disponibles siguen siendo ultraprocesadas y poco nutritivas lo que genera insatisfacción y desconfianza para los consumidores (GOB, 2025; Gaona-Pineda et al., 2023). Ante esta problemática, la búsqueda de alternativas alimenticias saludables y accesibles se ha convertido en una prioridad (On-Nom et al., 2023). El desarrollo de productos alimenticios de alta demanda que puedan consumirse fácilmente incluso como un snack (Botana) con alto valor nutrimental, utilizando subproductos agrícolas y fuentes de proteína no convencionales como las provenientes de los insectos surge como una estrategia innovadora para mejorar la calidad de la dieta y combatir tanto la desnutrición (malnutrición) como el exceso de peso y disminuir la incidencia de enfermedades crónico-degenerativas (Euan-Pech et al., 2024).

El aprovechamiento de residuos agroindustriales para el diseño y elaboración de alimentos que además de satisfacer el hambre aporten un beneficio a la salud representa una estrategia fundamental para mejorar la sostenibilidad y la seguridad alimentaria. En particular, las colillas de camote (*Ipomoea batatas*) que incluyen fragmentos de tubérculo, cáscaras, tallos y hojas que son descartados por no cumplir con las especificaciones de calidad durante la cosecha y procesamiento pueden ser una materia prima de alto valor nutrimental para la innovación de alimentos y revalorización de desechos. Estos residuos son una fuente rica de compuestos bioactivos como antocianinas, polifenoles, carotenoides, fibra dietética y minerales esenciales por lo cual pueden mejorar el perfil antioxidante, antiinflamatorio y prebiótico de los productos alimenticios (Jiang et al., 2024; Rosell et al., 2024). El garbanzo (*Cicer arietinum*) y la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) representan ingredientes agroindustriales de alto valor para el desarrollo de alimentos con características funcionales (Jabeur et al., 2017; Villalobos-Vega et al., 2023). El garbanzo es una leguminosa con alto contenido proteico, que además aporta fibra dietética, folato, vitamina E y minerales (Hierro, Zinc, Magnesio, entre otros), su incorporación en botanas, bebidas y productos horneados permite mejorar la textura, perfil nutricional y aceptabilidad sensorial (Kumar et al., 2025). Por otro lado, la flor de Jamaica es rica en antocianinas, polifenoles, flavonoides y vitamina C, estos compuestos confieren capacidad antioxidante y su adición a las formulaciones de alimentos contribuye a mejorar la palatabilidad (López-Cardoso et al., 2025).

Tenebrio molitor (Gusano de la harina) es un insecto perteneciente al orden Coleoptera y a la familia Tenebrionidae. Su ciclo de vida incluye las etapas de huevo, larva, pupa y adulto, siendo la fase larval la utilizada para consumo humano y animal (Kotsou et al., 2023) (Figura 1). En los últimos años *T. molitor* ha cobrado relevancia mundial como fuente alternativa y sostenible, su reproducción y cría es relativamente sencilla y tiene una alta eficiencia en la conversión de subproductos agrícolas en biomasa y bajo impacto ambiental, por lo cual se posiciona como una solución innovadora ante los desafíos de la seguridad y autosuficiencia alimentaria, así como en la sostenibilidad (Djouadi et al., 2022). En 2015 la Unión Europea a través de la agencia EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) lo reconoció en la lista de insectos con alto potencial como alimento novedoso, además de considerarlo como seguro para su consumo (Errico et al., 2021). Las larvas de *T. molitor* destacan por su alto contenido de proteína (20-50% peso seco) de la cual aproximadamente el 80% es digerible, presentan un perfil completo de aminoácidos esenciales, así como una proporción significativa de grasas saludables, principalmente ácidos grasos insaturados como oleico y linoleico. Además, aporta vitaminas (A, C y Complejo B),

minerales como Hierro, Zinc, Cobre, Magnesio y Fosforo, contiene fibra insoluble (Quitina) con función de prebiótico con posibles beneficios inmunológicos y funcionales (Herdeiro et al., 2024).

El objetivo de la investigación fue diseñar, elaborar y analizar la factibilidad de producir un snack (Botana) saludable a partir de subproductos agroindustriales (Colillas de camote) utilizando harina de *T. molitor* como fuente de proteína no convencional, harina de garbanzo (Proteína vegetal) y flor de Jamaica como fuente de antioxidantes, ofreciendo al consumidor un alimento con características funcionales que pueda ser una alternativa a los productos similares existentes en el mercado los cuales son considerados "Alimentos chatarra". Gaona-Pineda et al. (2023) indicaron que cerca del 60% de la población menor de 20 años consume botanas, dulces y postres de forma cotidiana.

Figura 1. Etapas de crecimiento del *Tenebrio molitor*.

2. Materiales y métodos

El presente proyecto fue realizado en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México en Roque. Se realizó un estudio de mercado utilizando un instrumento de 14 ítems el cual fue diseñado en la aplicación de Google Forms y compartido en línea para evaluar su aceptación en el mercado. El instrumento fue aplicado a 75 personas (15 a más de 30 años) de las cuales el 30.7% pertenecen al género masculino, 68% al género femenino y el 1.3% prefirió no decir su género. El material biológico (Camote, garbanzo y jamaica) fue cultivados en las parcelas didácticas de la institución durante el ciclo primavera-otoño 2024 y proporcionados por el M.C. Luis A. Noriega González, las larvas de *Tenebrio molitor* fueron proporcionadas por el Dr. Francisco Rodríguez Rodríguez Profesor Investigador del INIFAP campus Bajío. El garbanzo fue colocado en remojo en agua por 8 horas para eliminar los azúcares fermentables (Estaquiosa, rafinosa y vermascosa) posteriormente fueron sometidos a cocción con los residuos del camote y las flores de Jamaica previamente lavadas y desinfectadas durante 30-35 minutos a temperatura de ebullición (100°C), posteriormente se procesaron una licuadora marca NINJA a velocidad alta para la obtención de una pasta, según la metodología propuesta por Melgoza-Villagómez et al. (2022). A partir de una formula base se realizó el diseño de las formulaciones modificando los ingredientes y para la optimización de las fórmulas fue utilizado el complemento SOLVER de Excel (Santiago-Ramos et al., 2017). Posterior a la elaboración del snack fue realizado un análisis sensorial (Análisis sensorial nivel consumidor, prueba de perfil sensorial con 52 panelistas no entrenados, aplicando una escala de Likert de 5 puntos (Pedrero & Pangborn, 1989). Posteriormente se realizó el diseño de la tabla nutrimental teórica con base en el Sistema Mexicano de Equivalentes (Pérez & Palacios, 2022).

3. Resultados y discusión

Los resultados del análisis de mercado mostraron que el 88% de las personas encuestadas les parece atractivo un alimento que muestre un mensaje de sostenibilidad, el 76% se interesa en el producto por contener ingredientes derivados de insectos, sin embargo, el 9.3% respondió que este tipo de productos les generaba rechazo. Cabe mencionar, que el 85.4% de los participantes de este estudio se muestran interesados en un alimento (snack o botana) que sea sostenible o tenga

bajo impacto ambiental. Además, el 80% comento que estaría dispuesto a pagar por un paquete de 30 a 50 gramos de producto entre $10.00 MXN y $20.00 MXN. Con respecto al ítem de consumo previo de productos alimenticios elaborados con subproductos industriales, el 57.3% respondió que, si había consumido este tipo de alimentos, el 22.7% no los ha consumido y el 20% no está seguro de haberlo hecho. Dentro de los ítems del instrumento para el diseño del empaque del producto, se preguntó a los encuestados *¿Qué información les gustaría ver en el empaque de un producto alimenticio?,* como se observa en la Figura 2 el 73.3% comentó que su interés son los beneficios nutricionales. Como resultado de la investigación y utilizando la técnica de lluvia de ideas se propuso el nombre comercial de "TOSTIK MUNCH", este nombre representa el tipo de producto que se ofrecerá al público, es una botana en forma de "Chips" es decir una tostada pequeña y crujiente, se realizó una búsqueda fonética y escrita en la página del IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial) en donde se encontraron 0 coincidencias, es decir que nombre se encuentra disponible para su registro (IMPI, 2025).

A partir de la formula base se realizó la optimización de la formulación para la elaboración de los snacks "Chips" saludables (Tabla 1) considerando las propiedades de cada uno de los ingredientes, modificando únicamente el contenido de maltodextrina (10%, 20% y 35%) y con base en la metodología propuesta por Arias Ramos & Villalta-Vejar. De las tres formulaciones diseñadas y elaboradas, la formulación con el 10% de maltodextrina fue la que tuvo las mejores características físicas de apariencia y textura.

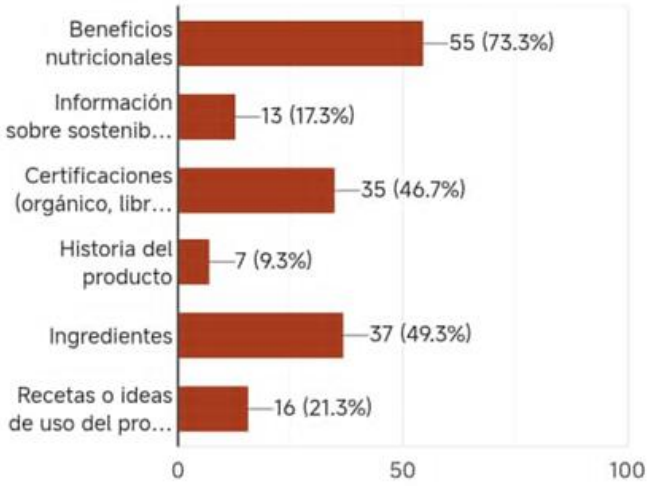

Figura 2. Ítem del instrumento para el estudio de mercado del snack saludable.

En la Figura 3 se muestran los resultados de la prueba de perfil sensorial, en esta prueba fueron analizados cuatro atributos (color, olor, sabor y consistencia o textura). Los resultados mostraron un perfil equilibrado, sobresaliendo el atributo de color cabe mencionar que la flor de Jamaica por su contenido de antocianinas proporciona un color rojo intenso al producto lo cual resulta muy atractivo para el consumidor (Jueces evaluadores).

A partir de los cálculos realizados con base en el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes y la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 modificada en 2020 fue diseñada la etiqueta frontal con el logotipo del producto que por su formulación no incluye contiene Sellos Precautorios y la etiqueta dorsal con el contenido nutrimental, ingredientes, así como quien lo elabora y código QR para conocer más acerca del producto (Figura 4 y Figura 5). El empaque propuesto es un cilindro de cartón de 5cm de diámetro por 20 cm de largo con tapa de aluminio y la presentación del producto es de 60 g. Posteriormente se realizó un análisis de costo considerando la materia prima, costos de producción, amortización y puesta en punto de venta al consumidor dando un total de $19.12 MXN y precio de venta al público de $24.86 MXN considerando un 30% de utilidad neta.

Tabla 1. Formulación snack saludables (Chips).

Ingredientes	Cantidades
Camote	1000 g
Garbanzo	400 g
Jamaica	50 g
Tenebrios	15 g
Agua	3000 mL
Chipotle	200 g
Maltodextrina	100 g
Sal	2 g

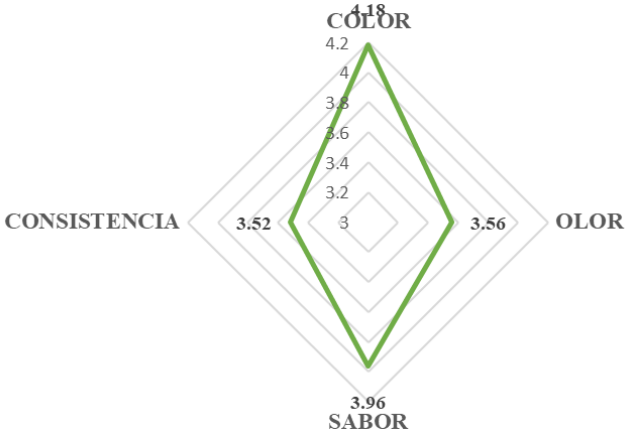

Figura 3. Gráfica de perfil sensorial de snack saludable “TOSTIK MUNCH”.

Figura 4. Etiqueta del empaque para el snack “TOSTIK MUNCH”.

Figura 5. Presentación del producto en INNOVATECNM 2025.

4. Conclusiones

Ante el grave problema del aumento en la incidencia de enfermedades crónico-degenerativas como la obesidad y diabetes entre otras, la búsqueda de alternativas alimenticias saludables y accesibles se ha convertido en una prioridad. El desarrollo de botanas o snacks saludables con alto valor nutrimental utilizando subproductos agrícolas y fuentes de proteína no convencionales, surge como una estrategia innovadora para mejorar la calidad de la dieta y combatir la desnutrición. En México desde tiempos prehispánicos en ciertas regiones, se ha practicado la entomofagia (Consumo de insectos), aunque actualmente sigue existiendo un rechazo muy marcado de su consumo, la aceptación de productos enriquecidos con insectos comestibles se ha incrementado, respaldada por el perfil nutricional, sostenibilidad ambiental y viabilidad económica, lo que los posiciona como una alternativa prometedora para el desarrollo de alimentos con características funcionales que contribuyan a la lucha contra las enfermedades asociadas al consumo de alimentos “Chatarra”.

Agradecimientos

Este trabajo es parte de proyectos de investigación del cuerpo académico ITROQ-CA 11 “Innovación en Bioprocesos Sustentables” del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. Agradecemos al Dr. Christian O. Díaz Ovalle por su apoyo para la realización de este proyecto.

Referencias

Djouadi, A., Sales, J., Carvalho, M., & Raymundo, A. (2022). Development of healthy protein-rich crackers using *Tenebrio molitor* flour. *Foods*, 11. DOI: 10.3390/foods11050702.

ENSANUT. (2022). Encuesta Nacional de Salud. Disponible en: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2022/documentos_analiticos.php

Errico, S., Spagnoletta, A., Verardi, A., Moliterni, S., Dimatteo, S., et al. (2021). *Tenebrio molitor* as a source of interesting natural compounds, their recovery processes, biological effects, and safety aspects. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. DOI: 10.1111/1541-4337.12863.

Euan-Pech, E., Chel-Guerrero, L., Rodríguez-Canto, W., Gallegos-Tintoré, S., & Betancur-Ancona, D. (2024). Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and maize (*Zea mays* L.) flour mixtures for the development of healthy snacks. International *Journal of Gastronomy and Food Science*. 37, 100985. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2024.100985.

Gaona-Pineda, E.B., Rodríguez-Ramírez, S., Medina-Zacarías, M. C., Valenzuela-Bravo, D. G., Martinez-Tapia, B., et al. (2023). Consumidores de grupos de alimentos en población mexicana. Ensanut Continua 2020-2022. Salud Pública de México, 65, s248-s258. DOI: 10.21149/14785.

GOB. (2025). Boletín 100. Convoca titular de la SEP a docentes a informar y concientizar sobre la prohibición de venta de comida chatarra en planteles. Disponible en: https://www.gob.mx/sep/prensa/boletin-100-convoca-titular-de-la-sep-a-las-y-los-docentes-a-informar-y-concientizar-sobre-la-prohibicion-de-venta-de-comida-chatarra-en-planteles?idiom=es.

Herdeiro, F., Carvalho, M., Nunes, M., & Raymundo, A. (2024). Development of healthy snacks incorporating meal from *Tenebrio molitor* and *Alphitobius diaperinus* using 3D printing technology. *Foods*, 13.

DOI: 10.3390/foods13020179.

IMPI. (2025). Búsqueda de marca. Disponible en: https://eservicios.impi.gob.mx/seimpi/.

Jabeur, I., Pereira, E., Barros, L., Calhelha, R., Soković, M., et. al. (2017). *Hibiscus sabdariffa* L. as a source of nutrients, bioactive compounds and colouring agents. *Food research international*, 100 Pt 1, 717-723.
DOI: 10.1016/j.foodres.2017.07.073.

Jiang, H., Wang, F.R., Yang, T., Liu, C., Shen, W., et al. (2024). Advances in valorization of sweet potato peels: A comprehensive review on the nutritional compositions, phytochemical profiles, nutraceutical properties, and potential industrial applications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 23 4, e13400.
DOI: 10.1111/1541-4337.13400.

Kotsou, K., Chatzimitakos, T., Athanasiadis, V., Bozinou, E., Athanassiou, C., et al. (2023). Innovative applications of *Tenebrio molitor* larvae in food product development: A comprehensive review. *Foods*, 12.
DOI: 10.3390/foods12234223.

Kumar, N., Hong, S., Zhu, Y., Garay, A., Yang, J., et. al. (2025). Comprehensive review of chickpea (*Cicer arietinum*): Nutritional significance, health benefits, techno-functionalities, and food applications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 24 2, e70152.
DOI: 10.1111/1541-4337.70152.

López-Cardoso, F., Leyva-López, N., Gutiérrez-Grijalva, E.P., de la Rocha, R. V., Cabanillas-Bojórquez, L. A., et al. (2025). Mixture design and Kano model for a functional chickpea and hibiscus beverage.*Beverages*, *11*(4). 112.
DOI: 10.3390/beverages11040112.

Melgoza-Villagómez, C.M., Gutierres-Pérez, E., Avaloscastro, R., Fierros-Leyva, G.A., Ortega-Murrieta, P.F., et al. (2022). Tiempo de cocción de nuevas variedades de garbanzo mexicano. In Simposio Nacional De Garbanzo, 67-71.

On-Nom, N., Promdang, P., Inthachat, W., Kanoongon, P., Sahasakul, Y., et. al. (2023). *Wolffia globosa*-based nutritious snack formulation with high protein and dietary fiber contents. *Foods*, 12, 2467.
DOI: 10.3390/foods12142647.

Pedrero, D.L., Pangborn, R.M. (1989). Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos. México: Alhambra Mexicana, 1989. p. 251.

Pérez, L.A.B. & Palacios, G.B. (2022). Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. Ed. Fomento de Nutrición y Salud, A.C. 5ta. Edición.

Rosell, D.M., Quizhpe, J., Ayuso, P., Peñalver, R., & Nieto, G. (2024). Proximate composition, health benefits, and food applications in bakery products of purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* l.) and its by-products: A comprehensive review. *Antioxidants*, 13, 954.
DOI: 10.3390/antiox13080954.

Villalobos-Vega, M., Rodríguez-Rodríguez, G., Armijo-Montes, O., Jiménez-Bonilla, P., & Álvarez-Valverde, V. (2023). Optimization of the extraction of antioxidant compounds from roselle hibiscus calyxes (*Hibiscus sabdariffa*), as a source of nutraceutical beverages. *Molecules*, 28, 2628.
DOI: 10.3390/molecules28062628.