



Para citar este capítulo siguiendo las indicaciones de la séptima edición en español de APA:

Garcés Hincapié, A. M., Granda Zapata, J. J., Aristizábal Giraldo, M. E., & Suárez Restrepo, L. M. (2026). Desarrollo de productos gastronómicos con *Tenebrio molitor* como estrategias de gestión para la transición alimentaria. En C. Chamorro González (Dir.), *Sostenibilidad: miradas interdisciplinarias para el cambio* (pp. 61-82). Fondo Editorial Universidad Católica Luis Amigó. <https://doi.org/10.21501/9786287765344.3>

Desarrollo de productos gastronómicos con *Tenebrio molitor* como estrategias de gestión para la transición alimentaria¹

Development of gastronomic products with *Tenebrio molitor* as management strategies for the food transition

Ana María Garcés Hincapié^{*}

Juan José Granda Zapata^{**}

María Eugenia Aristizábal Giraldo^{***}

Lina Marcela Suárez Restrepo^{****}

Declaración de uso de inteligencia artificial generativa

En la preparación de este manuscrito, se empleó la herramienta ChatGPT con el fin de optimizar la claridad y fluidez del lenguaje, así como para asistir en el planteamiento de las conclusiones. Su uso se centró específicamente en las secciones de Resultados y Conclusiones, mediante la aplicación de un único prompt diseñado para elevar el rigor académico y la lógica profesional sin alterar la precisión técnica ni la integridad de los datos originales. Los autores llevaron a cabo una adaptación crítica del contenido sugerido por la IA, procediendo a su revisión, ajuste y validación bajo estrictos criterios científicos y académicos. Asimismo, se garantizaron las consideraciones éticas pertinentes mediante la supervisión de posibles sesgos e imprecisiones y el resguardo de la privacidad de la información. Los autores asumen la responsabilidad total por el contenido final y la interpretación de los datos presentados en esta obra.

¹ Este capítulo es producto del proyecto de investigación "Optimización de la producción de péptidos antioxidante de proteína de las larvas de la mosca soldado negro (*Hermetia illucens*)", desarrollado en el año 2024, con participación del semillero de investigación en Innovación Gastronómica y de Alimentos (SIIGA), Universidad Católica Luis Amigó.

^{*} Estudiante de Gastronomía. Semillerista, semillero de investigación en Innovación Gastronómica y de Alimentos (SIIGA), Universidad Católica Luis Amigó, Medellín (Colombia). Correo electrónico: ana.garceshi@amigo.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8847-9518>

^{**} Estudiante de Gastronomía. Semillerista, semillero de investigación en Innovación Gastronómica y de Alimentos (SIIGA), Universidad Católica Luis Amigó, Medellín (Colombia). Correo electrónico: juan.grandaap@amigo.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6365-1005>

^{***} Estudiante de Gastronomía. Semillerista, semillero de investigación en Innovación Gastronómica y de Alimentos (SIIGA), Universidad Católica Luis Amigó, Medellín (Colombia). Correo electrónico: maria.aristizabalg@amigo.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0315-9589>

^{****} Doctora en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias. Docente e investigadora, grupo de investigación Goras. Universidad Católica Luis Amigó, Medellín (Colombia). Correo electrónico: lina.suarezre@amigo.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2784-314X>

Introducción

La presente investigación se enmarca en las temáticas actuales de gestión y sostenibilidad en las organizaciones del sector gastronómico y alimentario. El desarrollo de productos como brownies y galletas elaborados con harina de *Tenebrio molitor* responde a la necesidad de gestionar de forma estratégica los recursos alimentarios, en búsqueda de fuentes alternativas de proteína que sean viables desde el punto de vista técnico, sensorial y comercial. Este proceso implica la planificación de ingredientes no convencionales, el diseño de prototipos alimentarios innovadores, la evaluación sensorial del consumidor y la identificación de oportunidades de mercado, lo cual fortalece las capacidades de gestión en el ámbito de la innovación gastronómica.

Asimismo, se impulsa la sostenibilidad en la cadena alimentaria, al reducir la dependencia de proteínas tradicionales de alto impacto ambiental, con el fin de promover el aprovechamiento de recursos alternativos y generar productos con menor huella ecológica. En ese sentido, la investigación contribuye a la viabilidad a largo plazo de emprendimientos gastronómicos sostenibles, alineados con las nuevas demandas del consumidor, la seguridad alimentaria, el consumo responsable y la protección del medio ambiente.

El incremento en la población mundial, sumado al aumento en la demanda por alimentos, ha fomentado prácticas de producción insostenibles en todo el planeta; lo que ha generado pérdida de hábitats, deforestación, sobreexplotación de recursos y aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero (Fuso et al., 2024). El cambio climático y sus fenómenos extremos, provocados por el hombre, están afectando el bienestar de los pueblos, causando degradación del entorno, reducción de la producción agrícola e inseguridad alimentaria (Ordoñez Araque & Egas-Montenegro, 2021).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), para el 2022, entre 691 y 783 millones de personas padecieron hambre. Agrega el Programa Mundial de Alimentos (2024), que para el 2023, más de 345 millones de personas enfrentaron altos niveles de inseguridad alimentaria.

Una de cada tres personas tiene problemas de mala nutrición, no recibe la cantidad y el tipo adecuado de alimentos y carece de una ingesta apropiada de nutrientes, hecho que puede conducir a la desnutrición, la obesidad u otros efectos nocivos para la salud (Fanzo, 2015).

Desde la perspectiva nutricional, los insectos contienen excelentes niveles de macro y micronutrientes; esto los convierte en una opción relevante para la dieta del ser humano. Al respecto, Avendaño et al. (2020), mencionan que los nutrientes principales en los insectos

son proteínas y grasas, seguidos de fibras y cenizas; su composición depende del tipo de insecto, la etapa de crecimiento y las prácticas de cría. Por esta razón, el uso de insectos como alimento puede aportar de manera significativa a las necesidades nutricionales de las personas, en sociedades donde la inseguridad alimentaria es un problema (Belluco et al., 2015).

En 2022, una de cada ocho personas en el mundo era obesa; 2500 millones de adultos, con 18 años o más, y 37 millones de niños, menores de 5 años, tenían sobrepeso (Organización Mundial de la Salud, 2024). Por otra parte, el consumo de azúcar refinada en la dieta es una de las principales razones de la obesidad en la sociedad contemporánea (MacGregor & Hashem, 2014). En consecuencia, se hace necesaria la elaboración de productos alimenticios que contribuyan a la salud nutricional y mitiguen el aumento de peso; igualmente sostenibles, benéficos para la sociedad y el medio ambiente.

Shockley y Dossey (2014) manifiestan la necesidad de innovar en sistemas sostenibles de producción de alimentos, así como el establecimiento de nuevas y mejores prácticas de consumo. Da Silva et al. (2020) sugieren los insectos como una potencial alternativa de alimentación humana, debido a que estos pueden contribuir a mitigar algunos problemas medioambientales, relacionados con la producción de alimentos en culturas occidentales. La producción de insectos genera menos emisiones de gases de efecto invernadero; además, su ingesta puede mejorar de manera significativa la seguridad alimentaria del mundo, al disminuir la hambruna en países con recursos económicos limitados (Ordoñez Araque & Egas- Montenegro, 2021). Según lo expuesto anteriormente, el presente proyecto busca explorar la viabilidad sensorial, comercial y social de la incorporación de harina de *Tenebrio molitor* en productos de pastelería, con el fin de promover prácticas alimentarias sostenibles y fortalecer modelos de producción responsables en gastronomía.

Marco referencial

Los insectos son considerados alimentos en diversas culturas, siendo reconocidos por ser una buena fuente nutricional y sostenible. Existen más de 2000 especies de insectos aptos para el consumo humano que proporcionan una variedad de nutrientes como proteína de alta calidad, aminoácidos esenciales, grasas mono y poliinsaturadas, vitaminas y minerales. Comer insectos es una práctica común especialmente en África, Asia, Australia, Oceanía y América Latina, donde los insectos son resaltados por ser una fuente de nutrientes y por tener beneficios medicinales. Por lo anterior, ha crecido el interés en su consumo en culturas

de occidente, especialmente en el consumo de *Tenebrio molitor*, ya que esta especie posee gran potencial para el consumo humano. Sin embargo, estas culturas aún tienen poca aceptación en cuanto al consumo de insectos en comparación con otras alternativas alimenticias.

Los insectos comestibles requieren menos alimento, agua y terreno para su producción, además emiten menos gases de efecto invernadero, por lo que tienen menor impacto con el medio ambiente en comparación con la producción ganadera (Cunha et al., 2023). Producen entre 2,3 y 3,1 kg de CO_2 eq por kg de insectos producidos, consumen entre 0,42 y 0,82 m³ de agua por 1 kg de insectos frescos y usan entre 0,36 y 3,6 m² de terreno por kg de biomasa de insectos. El impacto de uso de energía para la producción de 1 kg de biomasa de insectos es de 0,36 a 21,2 MJ (Alexander et al., 2017).

Tenebrio molitor

Se conocen alrededor de 14.600 especies de *Tenebrio molitor*, en las que puede variar su tamaño, color y forma, según la especie. El *Tenebrio molitor* corresponde a las larvas de dos tipos de escarabajos oscuros: el amarillo, denominado *Tenebrio molitor Linnaeus*, y el escarabajo oscuro común, cuyo nombre científico es *Tenebrio obscurus Fabricius* (Azagoh et al., 2016; Makkar et al., 2014). El *Tenebrio molitor Linnaeus* es aproximadamente entre 14 y 20 mm de largo, con un color negro brillante o castaño oscuro, con finas ranuras en las cubiertas de las alas. Sus cuerpos son alargados y cilíndricos con segmentos muy esclerotizados (Rosentrater, 2022). Su alimentación es omnívora y en condiciones de cautiverio puede alimentarse con desechos de plantas, harinas de trigo y maíz, entre otras. Deben tener una dieta balanceada para tener cerca del 20 % de proteína seca (Makkar et al., 2014).

La composición nutricional del *Tenebrio molitor* puede cambiar según las condiciones de su entorno, la alimentación y la etapa de desarrollo. Es así como la larva está compuesta de 53 % de proteína, 28 % de grasa, 6 % de fibra y 5 % de agua y en estado de adulto, su composición es de 20 % de proteína, 13 % de grasa, 2 % de fibra y 62 % de agua (Akhtar & Isman, 2018; Mariod et al., 2017), como se muestra en la Tabla 1. Respecto al aporte en aminoácidos, se encuentra que los aminoácidos esenciales en mayor proporción son la lisina y la leucina, mientras que de los no esenciales el de mayor proporción es el ácido glutámico (De Marco et al., 2015). El contenido de minerales en las larvas de *Tenebrio molitor* es alto; sin embargo, es más baja si se compara con la de otros insectos que han sido usados para alimentación humana y animal (Nowak et al., 2016). El contenido de los principales minerales presentes en este tipo de larvas son los siguientes: magnesio (87,5 mg / 100 g), zinc (4,2 mg / 100 g), hierro (3,8 mg / 100 g), cobre (0,78 mg / 100 g) y manganeso (0,44 mg / 100 g) (Mariod et al., 2017).

Tabla 1. Composición química del *Tenebrio molitor* en tres fases de crecimiento (% en base seca) y composición de harina de *Tenebrio molitor* (g/100 g de harina)

Componente	Nowak et al., 2016; Sánchez-Muros et al., 2016		Kowalski et al., 2022	
	Larva (% en base seca)	Pupa (% en base seca)	Adulto (% en base seca)	Harina de <i>Tenebrio molitor</i> (g/100g)
Humedad	62	61	62,1	1,56
Proteínas	49,5	54,6	66,3	47,64
Extracto etéreo	38,1	30,8	14,9	-
Cenizas	2,8	3,4	3,3	3,99

Por otro lado, se ha reportado que la harina de *Tenebrio molitor* tiene un contenido de proteína y grasas de 44,6 g/100 g y 39,4 g/100 g, respectivamente (De Carvalho et al., 2019). En cuanto a la composición fisicoquímica, tiene un pH de 6,95 y una actividad de agua de 0,33. Los valores obtenidos para retención de agua (g de agua/g de harina) y aceite (g de aceite/ g de harina) fueron de 1,63 y 0,40, respectivamente (Gantner et al., 2022). La capacidad de expansión de espuma y estabilidad de la espuma fue de 5,8 % y 97,38 %, respectivamente. La estabilidad de las emulsiones fue de 77,45 %.

Usos del *Tenebrio molitor*

Gantner et al. (2022) elaboraron panes con sustitución de 5, 10 y 15 % de harina de trigo por harina de *Tenebrio molitor*. El pan que contenía la harina de *Tenebrio molitor* mostró una densidad y actividad de agua similares en comparación con el pan de harina de trigo. La adición de harina de *Tenebrio molitor* no afectó negativamente a las propiedades del pan. La diferencia total de color aumentó significativamente ($p < 0,05$) con la proporción de harina de insectos en la formulación del pan y osciló entre 2,27 para 5 %, 4,00 para 10 % y 4,50 para 15 %. A nivel nutricional, el contenido de proteína aumentó entre un 15 % y un 59 % en comparación con el pan de control, mientras que el contenido de grasa aumentó entre un 35 % y un 113 %. Los resultados de la evaluación sensorial revelaron que la modificación de la receta, dependiendo del nivel de adición de polvo de gusano de la harina, afectó significativamente ($p < 0,05$) el color, el olor, el sabor y la calidad sensorial general del pan. La investigación demostró que el nivel óptimo de enriquecimiento es utilizar un 5 % de harina de *Tenebrio molitor* en la receta del pan. Además, las variantes de pan obtenidas se caracterizaron por una buena calidad microbiológica después de la cocción.

Otro estudio, en el cual se elaboraron panes con inclusión de harinas elaboradas con *Tenebrio molitor*, *Hermetia illucens* y *Acheta domesticus*, que reemplazaron el 5 % del contenido de harina de trigo; arrojó que la inclusión de estos insectos en procesos de panadería,

mejora el perfil nutricional de los productos. Sin embargo, la inclusión de la mezcla anteriormente mencionada afectó las propiedades de absorción, requiriendo un menor contenido de agua para estabilizar la masa (González et al., 2019).

Se han realizado experimentos para elaborar harinas de gusano tenebrio, gusano de búfalo y grillo común, las cuales fueron empleadas en la preparación de panes, utilizando un porcentaje de reemplazo de harina tradicional del 10, 20 y 30 %. Se encontró fibra dietética soluble en una pequeña cantidad (0,42 %), en la harina de gusano tenebrio y en la harina de grillo. Todas las harinas de insectos aportaron fibra dietética insoluble y soluble (González et al., 2019; Kowalski et al., 2022).

La proporción del 10 % de harina de insecto, en los panes, contribuyó a un aumento importante del contenido de proteínas. El perfil de aminoácidos se caracterizó por una proporción significativamente mayor de la suma de aminoácidos esenciales, tanto en la harina de insectos como en los panes. Por otra parte, la harina y el pan de trigo solo tenían un mayor contenido de fenilalanina, en comparación con los panes suplementados con insectos. Además, la inclusión de estas harinas entomológicas proporcionó solo un ligero aumento de la grasa (González et al., 2019; Kowalski et al., 2022).

Aguilar-Miranda et al. (2002) utilizaron el polvo del *Tenebrio molitor* para la fabricación de tortillas de maíz enriquecidas, aumentando su contenido de proteína un 2 %. Este producto obtuvo una gran aceptación por parte de los consumidores. También, se ha reportado que en países como Bélgica, Estonia, Alemania y Francia, existen empresas dedicadas al procesamiento del *Tenebrio molitor* para elaborar productos aptos para la alimentación de otras especies como peces, perros, gatos, roedores, reptiles y humanos (Avendaño et al., 2020).

Otro uso del *Tenebrio molitor* es para la obtención de aceite de larvas de *Tenebrio molitor*, sometiéndose a un choque térmico con agua hervida, envase y congelación. Posteriormente, se hizo la extracción del aceite con hexano durante 5 a 6 horas en un equipo Soxhlet, dando como resultado un 38,44 % de grasa extraída del peso en seco del insecto (Valdez et al., 2010).

Productos de panadería y pastelería

Las tendencias en pastelería están enfocadas en torno a la salud, el placer y la conveniencia. Los consumidores no tienen tiempo para preparar sus alimentos, debido a cambios en los hábitos sociales. Se prefieren productos saludables, pero que también sean indulgentes. Se han identificado dos importantes tendencias frente a productos de pastelería, la primera son los ingredientes funcionales y la segunda son los productos libres de gluten y alérgenos.

Durante los últimos años, han sido publicados estudios que demuestran la relación entre una dieta desequilibrada y el incremento de enfermedades crónicas, como diabetes, obesidad e hipertensión. Esto ha provocado un aumento en la búsqueda de ingredientes funcionales con un valor nutricional agregado, que favorezcan a la salud. Las innovaciones en productos de panadería y pastelería incluyen productos saludables que contienen cereales integrales, fibra, prebióticos, probióticos o ingredientes antioxidantes. Los consumidores presentan un interés por productos que les proporcionen energía y saciedad (Martínez-Monzó et al., 2013).

Se estima que entre 2 % y 10 % de la población sufre de alergias alimentarias, siendo más frecuente este fenómeno en niños. El 90 % de las reacciones alérgicas son causadas por cacahuetes, frutos secos, huevos, leche, pescado, mariscos, soja y trigo. Desafortunadamente, los productos de pastelería tradicionales contienen varios de estos ingredientes, por lo que ha aumentado el interés por producirlos sin gluten o productos libres de gluten y alérgenos (Martínez-Monzó et al., 2013).

Metodología

Revisión bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica estructurada, utilizando fuentes y referentes de carácter técnico y científico, especialmente artículos de investigación publicados en revistas indexadas. La consulta, organización y análisis de la información se simplificó por medio del acceso a bases de datos, licenciadas por la Universidad Católica Luis Amigó. En total, se revisaron un mínimo de 50 referencias, plasmadas en una estrategia de sistematización que dio cuenta de las temáticas principales asociadas al proyecto. La revisión bibliográfica conllevó una pesquisa activa de índole teórico, relacionada con los siguientes descriptores: desarrollo de nuevos productos, alimentos funcionales, análisis de alimentos, bromatología, nutrición, gastronomía, cocina alternativa, entomofagia, cría de insectos, entomología, gusano de la harina, *Tenebrio molitor*, harina de insectos, productos de pastelería, análisis sensorial, entre otros.

Elaboración de productos alimenticios

Para la elaboración de las galletas se utilizaron ingredientes en las cantidades que se muestran en la Tabla 2. Los ingredientes fueron huevos, harina de trigo, vainilla, polvo de hornear, mantequilla, azúcar, chocolate al 37 %, cocoa alcalina, cardamomo, café instantáneo y leche, conseguidos en mercados locales. La harina de gusano fue obtenida a través del Grupo de Investigación en Sistemática Molecular de la Universidad Nacional de Colombia–Sede Medellín. La harina fue empacada al vacío y almacenada a una temperatura de -18 °C. Los equipos utilizados fueron horno (Central eficiente flexicombi 6.1, MKN, Alemania), batidora (KitchenAid Modelo K45SSWH, Estados Unidos), nevera (Lassele, Corea) y gramera (Digital 5 Kg, Trumax, Colombia).

Tabla 2. *Ingredientes de las formulaciones*

Ingredientes	Galletas		Brownie	
	Cantidad (g)	%	Cantidad (g)	%
Huevos	100	14	100	15
Harina de trigo	250	35	60	9
Vainilla	5	1	4	1
Polvo para hornear	5	1		0
Mantequilla	100	14	125	19
Azúcar	150	21	115	17
Harina de gusano <i>Tenebrio molitor</i>	100	14	30	4
Chocolate al 37 % de cacao	—	—	110	16
Cocoa alcalina	—	—	25	4
Cardamomo	—	—	2	0
Café instantáneo	—	—	4	1
Leche	—	—	100	15

Para el brownie se derritieron 125 g de mantequilla en *baño maría* y se agregaron 110 g de chocolate hasta que estuviera derretido. Luego, se retiró del baño maría, se agregaron 2 huevos, 4 g de vainilla y 115 g de azúcar, se batió hasta que los huevos se integraran y el azúcar se disolviera. Se agregaron los ingredientes secos: 60 g de harina de trigo, 25 g de cocoa alcalina, 2 g de cardamomo pulverizado, 30 g de harina de gusano y 4 g de café instantáneo previamente disueltos en 100 ml de leche, luego se agitó hasta obtener una mezcla homogénea. Se vertió la mezcla en moldes rectangulares previamente cubiertos con papel mantequilla y se horneó a 180°C por 20 minutos.

Para las galletas se pesaron 250 g de harina de trigo, 5 g de polvo para hornear y 100 g de harina de gusano. Luego, fueron tamizados y se pusieron en un recipiente. Aparte, en la batidora se agregaron 150 g de azúcar y 100 g de mantequilla donde se batió para mezclar estos dos ingredientes. Una vez mezclados se agregaron 2 huevos uno a uno, luego 5 g de

esencia de vainilla y, por último, los ingredientes secos poco a poco hasta obtener una masa homogénea. La masa se almacenó a temperatura de 5°C durante toda la noche, cubierta de papel film. Al siguiente día se cortó y se hizo la forma de las galletas con las manos para ponerlas en bandejas y posteriormente en el horno a 180°C, aproximadamente de 10 a 12 minutos.

Evaluación sensorial e intención de compra

Durante el 50 congreso SOCOLEN de la Sociedad Colombiana de Entomología, que se realizó los días 26, 27 y 28 de julio del 2023, en la Universidad Nacional de Colombia–Sede Medellín, se realizó una prueba sensorial con escala hedónica de 5 puntos, en la que se plantearon opciones tales como, 1: me disgusta mucho, 2: me disgusta, 3: no me gusta ni me disgusta, 4: me gusta, 5: me gusta mucho. Los panelistas eran de diferentes grupos de edad que no habían recibido capacitación. Los atributos evaluados para el brownie y la galleta fueron apariencia, textura, color, olor, sabor y aceptabilidad general. Además, se realizaron preguntas adicionales: ¿Compraría productos con adición de insectos?, ¿Ha consumido productos con insectos?, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la unidad de 75 g de brownie o galleta?, ¿Incluiría los productos de brownie o galleta con adición de harina de insecto en su dieta diaria? ¿por qué incluiría estos productos (brownie y galleta con insectos) en su dieta diaria? En estas encuestas se obtuvo un total de 333 respuestas, 135 para la galleta y 178 para el brownie (Carpenter et al., 2000).

También, se realizó un análisis cualitativo de las respuestas abiertas. A partir de la lectura y revisión de los comentarios, se aplicó una codificación abierta; se identificaron palabras y expresiones recurrentes en cinco categorías temáticas: valor nutricional, sostenibilidad ambiental, aceptación sensorial, novedad alimentaria y barreras culturales o sensoriales.

Esta investigación fue de tipo mixta, ya que se realizaron encuestas en las cuales las personas que probaron los productos expresaron lo que opinaban y afirmaron cuál preferían; además se realizaron análisis estadísticos con los datos obtenidos en las encuestas. Se hizo un estudio de nivel exploratorio, enfocado en la indagación de un tema en específico y se recopiló información por medio de encuestas. Este proyecto tiene un diseño experimental completamente aleatorio ya que se buscó evaluar el efecto en los consumidores de la inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en brownies y galletas (Díaz-Narváez & Calzadilla-Núñez, 2016; Gabriel-Ortega, 2017). Se consideraron exitosos los productos con una calificación de al menos un 70 % de “me gusta mucho” (Gabriel-Ortega, 2017).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos en la evaluación sensorial fueron tratados y analizados utilizando los programas Microsoft Excel y Statgraphics Centurion XVI. Se calcularon las medias y desviaciones estándar para cada uno de los atributos sensoriales evaluados. Posteriormente, se aplicó una prueba de comparación de medias para poblaciones pareadas, con el objetivo de determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las calificaciones otorgadas a los productos (galletas y brownies). Se empleó la prueba de rangos múltiples de Duncan, con un nivel de significancia del 5 %.

En cuanto a los resultados de las encuestas estructuradas, se aplicaron análisis descriptivos mediante frecuencias y porcentajes para caracterizar las preferencias y comportamientos de los consumidores frente al consumo de productos con insectos comestibles. Finalmente, las respuestas abiertas obtenidas sobre la percepción del consumo de insectos fueron analizadas mediante un proceso de codificación abierta que permitió agrupar las respuestas por categorías temáticas emergentes, brindando así un enfoque cualitativo complementario a los resultados cuantitativos.

Resultados

En la Tabla 3 se observan los resultados de caracterización de las 313 personas encuestadas en el 50 Congreso SOCOLEN, donde se evidencia un equilibrio en la participación de hombres y mujeres, con un 54,31 % femenino y el 45,69 % masculino. En cuanto al rango de edad, el grupo más numeroso correspondió a personas de hasta 25 años (46,65 %), seguido por el grupo de 26 a 45 años (39,62 %), y en tercer lugar, personas mayores de 45 años (13,74 %).

Se concluye que la mayor participación de adultos jóvenes es clave al momento de introducir innovaciones alimentarias, ya que algunos estudios indican que las generaciones actuales presentan mayor apertura hacia el consumo de proteínas alternativas, su interés en la sostenibilidad, la innovación y la alimentación saludable (Akinmeyer et al., 2024).

Tabla 3. *Características sociodemográficas y preferencias de consumo de productos con incorporación de insectos de los participantes en la prueba sensorial*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Género		
Femenino	170	54,31
Masculino	143	45,69
Edad		
Hasta 25 años	146	46,65
26–45	124	39,62
Mayores 45	43	13,74
¿Ha consumido productos con insectos?		
NO	135	43,13
SI	178	56,87
¿Incluiría en su dieta diaria productos con adición de insectos?		
NO	54	17,25
SI	259	82,75
¿Compraría productos con adición de insectos?		
NO	14	4,47
SI	299	95,53

Se evidenció una alta aceptación de productos con adición de insectos con más del 82 % de los encuestados que afirmaron que incluirían productos con insectos en su dieta diaria, mientras que un 95,53 % expresó que los compraría. Estos resultados son respaldados en investigaciones recientes que muestran cómo presentar los insectos de manera que el consumidor no los reconozca, como las harinas en productos tradicionales, se ha demostrado que mejora la aceptación en culturas donde la entomofagia no es una práctica habitual (Cicatiello et al., 2020; Onwezen et al., 2021). Además, se ha demostrado que cuando los encuestados están familiarizados con los productos alimenticios y estos son similares a las preparaciones comunes favorece de forma positiva la actitud hacia su consumo (Akinmeye et al., 2024).

Por otro lado, el 56,87 % de los encuestados indicó que habían consumido previamente productos con insectos, esta experiencia influye en la percepción sensorial y en la disposición de volver a consumirlos. Este fenómeno ha sido identificado con anterioridad, donde se ha reflejado que la exposición repetida y haber consumido anteriormente insectos comestibles contribuyen a superar factores asociados al rechazo de estos alimentos en culturas occidentales como la neofobia alimentaria y el disgusto (Onwezen et al., 2021; Cicatiello et al., 2020).

El contexto cultural, las normas sociales y el entorno de consumo también son determinantes. En este estudio, el consumo fue promovido en un entorno académico (SOCOLEN), lo que pudo haber influido positivamente en la disposición de los participantes, al vincular

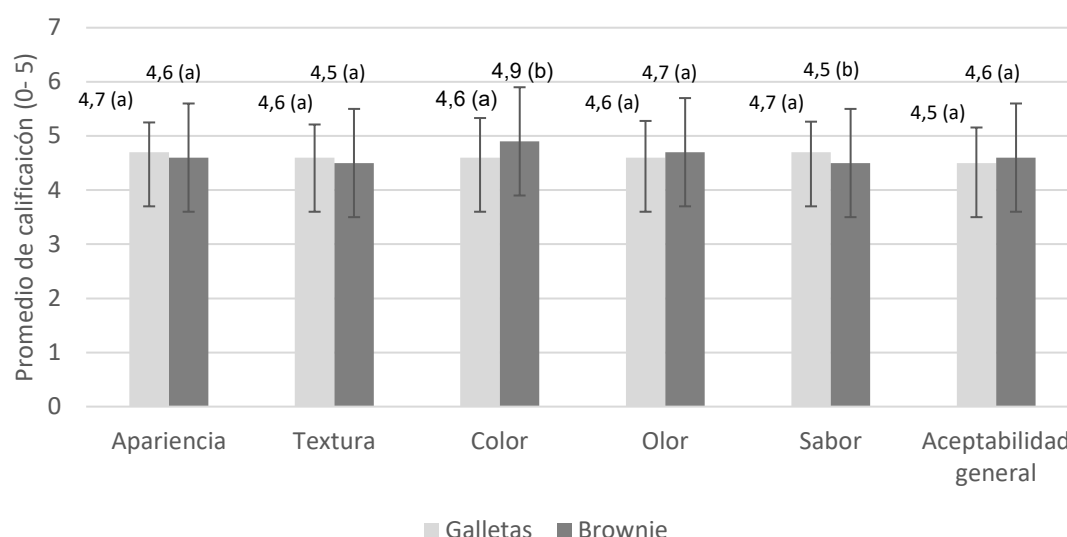
la experiencia con innovación, sostenibilidad y seguridad alimentaria. En este sentido, estudios como los de Akinmeyer et al. (2024) señalan que las percepciones sociales y la validación del entorno son factores clave para estimular el consumo de insectos, especialmente cuando los productos se perciben como modernos, funcionales y alineados con los valores ambientales.

Análisis de la evaluación sensorial de brownie y galleta con incorporación de harina de insectos

La Figura 1 muestra las calificaciones de los seis atributos sensoriales evaluados (apariencia, textura, color, olor, sabor y aceptabilidad general) para los productos brownie y galleta elaborados con adición de harina de *Tenebrio molitor*. Los valores oscilan entre 4,5 y 4,9, lo que indica una alta aceptación global en todos los atributos evaluados.

Figura 1.

*Promedio de calificación sensorial (escala de 0 a 5) de los atributos evaluados en galletas y brownies elaborados con adición de harina de *Tenebrio molitor**



Nota. Las letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas entre los productos para cada atributo evaluado, de acuerdo con la prueba de comparación de medias de Duncan ($p < 0,05$). Las barras representan la media $\pm$ desviación estándar.

La galleta presentó mayores promedios en los atributos de apariencia (4,7), textura (4,6) y sabor (4,7), mientras que el brownie obtuvo las calificaciones más altas en color (4,9) y aceptabilidad general (4,6). El análisis estadístico evidenció que los atributos color y sabor presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los productos ($p < 0,05$), lo cual indica una percepción diferenciada por parte de los consumidores. En particular, el mayor puntaje otorgado al color del brownie podría estar asociado al efecto del cacao, que

favorece una tonalidad más intensa y homogénea, mientras que la diferencia en el sabor sugiere que la matriz del producto influye en la forma en que se percibe la incorporación de la harina de insectos. Por el contrario, los atributos de apariencia, textura, olor y aceptabilidad general no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$), lo que refleja una aceptación comparable entre ambos productos. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que señalan que la aceptación de alimentos con insectos comestibles mejora cuando se incorporan en productos con sabores intensos y formatos familiares, lo cual facilita su integración en la dieta habitual del consumidor (Cicatiello et al., 2020; Onwezen et al., 2021).

Análisis de percepciones sobre la inclusión de brownie y galleta con insectos en la dieta diaria

El análisis cualitativo de las respuestas se estructuró en cinco categorías clave que explican la disposición de los consumidores hacia la inclusión de productos elaborados con harina de insectos en la dieta diaria. Estas categorías se construyeron a partir del análisis de las respuestas abiertas a la pregunta “¿por qué incluiría estos productos (brownie y galleta con insectos) en su dieta diaria?”, mediante un proceso de codificación abierta, en el cual se identificaron expresiones recurrentes y patrones de significado. Los resultados de esta categorización se presentan de manera sistematizada en la Tabla 4.

Tabla 4.

Tabla comparativa de percepciones del brownie y la galleta con insectos

Categoría	Brownie	Galleta
Aporte nutricional y funcionalidad alimentaria	Frecuente mención del alto contenido de proteínas. Se valora como un postre nutritivo, ideal para quienes buscan alimentos funcionales.	Valorada como un snack saludable, con beneficios digestivos y equilibrio entre carbohidratos y proteínas.
Sostenibilidad y conciencia ambiental	Asociado a prácticas sostenibles; se valora como opción ecológica frente a la ganadería tradicional.	Destacada por su menor impacto ambiental y su contribución a la sostenibilidad alimentaria.
Aceptación sensorial y familiaridad con el sabor	Muy buena aceptación sensorial; sabor a chocolate y textura agradable. Se destaca que no se percibe el insecto.	Aceptación sensorial positiva, aunque se menciona que puede ser algo seca o dejar un residuo final.
Innovación, curiosidad y variedad alimentaria	Se percibe como una opción novedosa e innovadora. Algunos lo incluirían como postre ocasional.	Vista como alternativa a la carne convencional. Consumidores resaltan su valor como propuesta diferente y funcional.
Barreras sensoriales, culturales y de presentación	Rechazo a fragmentos visibles del insecto o sabores fuertes como el cardamomo. Algunas personas expresan temor o desagrado cultural.	Algunos participantes reportan rechazo por textura, visibilidad del insecto o sabor residual. También, aparecen barreras culturales.

Aporte nutricional y funcionalidad alimentaria

Tanto el brownie como la galleta fueron valorados por su alto contenido de proteínas y su carácter funcional. Los participantes identificaron estos productos como opciones nutritivas y adecuadas para complementar una dieta saludable. En el caso del brownie, se destacó su viabilidad como postre con valor nutricional, mientras que la galleta fue percibida como un snack saludable. Esta percepción es coherente con estudios que señalan que los insectos comestibles pueden ofrecer proteínas de alta calidad y micronutrientes esenciales (Akinmeyer et al., 2024).

Sostenibilidad y conciencia ambiental

Ambas preparaciones fueron asociadas a un menor impacto ambiental en comparación con las proteínas animales convencionales. Los participantes destacaron que consumir productos con insectos es una forma de contribuir con el planeta, al requerir menos recursos para su producción. Esta es similar a la literatura que resalta la eficiencia ambiental de los insectos como fuente de proteína sostenible (Onwezen et al., 2021; Cicatiello et al., 2020).

Aceptación sensorial y familiaridad con el sabor

El sabor agradable, la buena textura y la similitud con productos tradicionales fueron aspectos positivos para los consumidores. En el brownie, el sabor a chocolate ayudó a enmascarar la presencia del insecto, mientras que en la galleta se reconoció una textura rica, aunque un poco seca. Según Akinmeyer et al. (2024), la familiaridad con el formato del producto y la experiencia sensorial positiva son clave en la aceptación del consumidor.

Innovación, curiosidad y variedad alimentaria

Muchos participantes manifestaron interés en consumir estos productos por su carácter novedoso. El deseo de explorar nuevas alternativas alimentarias como la adición de harina de insectos, fuente de proteína distinta a la carne convencional, y de adoptar una dieta más diversa, impulsaron esta aceptación. Esta actitud innovadora, especialmente en jóvenes, ha sido documentada en investigaciones recientes como un factor relevante en la adopción de proteínas alternativas (Onwezen et al., 2021).

Barreras sensoriales, culturales y de presentación

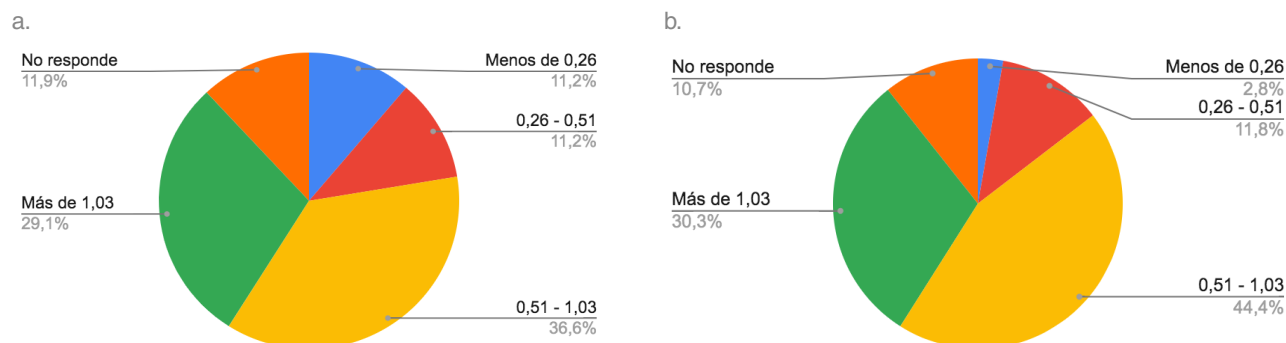
Si bien la mayoría de las respuestas fue positiva, algunos participantes expresaron barreras como el rechazo a ver partes del insecto o presentaron una resistencia cultural por no estar acostumbrados a consumir insectos. Estas limitaciones indican la importancia de trabajar en la formulación y presentación de los productos, así como en procesos educativos respecto a la entomofagia (Cicatiello et al., 2020).

En la Figura 2 se presentan las respuestas de los consumidores frente a su intención de compra de los productos elaborados con la incorporación de harina de insectos. En el caso de las galletas, la mayoría de los consumidores manifestó estar dispuesto a pagar entre 1 y 2 dólares, aunque el producto es valorado positivamente, el precio debe mantenerse competitivo y acorde con productos similares del mercado. Este comportamiento coincide con lo reportado por Cicatiello et al. (2020), quienes señalan que, aunque los productos a base de insectos pueden ser bien aceptados sensorialmente, los consumidores tienden a compararlos con productos convencionales al momento de definir su disposición a pagar, especialmente cuando se trata de alimentos de consumo cotidiano.

Para los brownies, la disposición a pagar fue ligeramente superior, con un mayor número de personas dispuestas a invertir entre 2 y 3 dólares; esto se puede atribuir a su posicionamiento como postre funcional y gourmet, lo que sugiere que el brownie con harina de insectos podría tener un margen de precio más amplio, sin afectar la intención de compra. Estudios previos han señalado que los productos indulgentes, como los postres, permiten una mayor flexibilidad en el precio cuando incorporan atributos diferenciadores como innovación, funcionalidad o sostenibilidad (Onwezen et al., 2021; Akinmeye et al., 2024).

Figura 2.

Respuesta a la pregunta ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar en dólares? de los consumidores que probaron: a. las galletas y b. brownies



Alexander et al. (2017) y Cicatiello et al. (2020), destacan que los consumidores con mayor conciencia ambiental están dispuestos a asumir precios ligeramente más altos por productos que contribuyan a la reducción del impacto ambiental, como aquellos elaborados

con proteínas alternativas de menor huella ecológica. Esta tendencia es consistente con los resultados, donde una parte de los participantes justificó su intención de compra en términos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

Desde una perspectiva de gestión, lo obtenido aporta insumos relevantes para la toma de decisiones en panaderías y pastelerías. La aceptación sensorial y la disposición a pagar, sugieren que los brownies y galletas elaborados con harina de insectos podrían integrarse como productos de valor agregado, orientados a nichos de mercado interesados en alimentación funcional, sostenibilidad e innovación gastronómica. No obstante, en el contexto colombiano, la normativa sanitaria vigente aún no contempla de manera explícita la autorización para la comercialización de insectos comestibles destinados al consumo humano, los cuales se enmarcan en la categoría de *alimentos novedosos*. De acuerdo con el Instituto Nacional de Salud (2022), este tipo de productos requiere evaluación caso a caso para demostrar su inocuidad y cumplimiento de los requisitos sanitarios antes de su autorización en el mercado nacional.

En este sentido, los resultados del presente estudio deben interpretarse como un ejercicio prospectivo, orientado a comprender los posibles niveles de aceptación del consumidor ante un escenario futuro de apertura regulatoria. Este enfoque permite anticipar estrategias de gestión y posicionamiento para organizaciones gastronómicas (Alexander et al., 2017; Cicatiello et al., 2020; Onwezen et al., 2021; Akinmeye et al., 2024).

Conclusión

El enriquecimiento de alimentos con harina de insectos es una alternativa proteica que ha despertado gran interés en la gastronomía. Para nuestro caso, la adición de harina de *Tenebrio molitor* a alimentos más consumidos y conocidos como las galletas y brownies, tuvo un gran potencial para aumentar la aceptabilidad del consumidor, especialmente en atributos como apariencia, sabor, textura y color. La aceptación general fue positiva, lo que indica que la incorporación de insectos comestibles en formatos alimentarios familiares no genera rechazo significativo, siempre que se cuiden los aspectos de presentación, molienda y equilibrio de sabores.

Los consumidores perciben estos productos como nutritivos e innovadores. Entre los motivos más mencionados para su inclusión en la dieta diaria se encuentran el alto contenido de proteínas, la sostenibilidad ambiental, el buen sabor y la posibilidad de variar la fuente de proteína animal.

Desde el punto de vista de gestión, se evidencia que es posible diseñar y validar productos que integran ingredientes alternativos, respondiendo a tendencias globales de sostenibilidad y salud. La planificación del proceso de formulación, la adaptación a los gustos del consumidor y la evaluación del valor percibido reflejan la importancia de integrar herramientas de investigación aplicada en la toma de decisiones de organizaciones del sector gastronómico. Adicionalmente, se halló que existe un margen comercial favorable para introducir este tipo de productos al mercado, especialmente cuando se comunica de manera clara su valor nutricional y ambiental. Este aspecto es crucial para el diseño de estrategias de comercialización y para la sostenibilidad económica de emprendimientos basados en la entomofagia.

Recomendaciones:

- Optimizar los procesos de molienda y homogeneización de la harina de insectos, para mejorar la textura y minimizar la visibilidad de partículas que pueden generar rechazo.
- Fomentar espacios de sensibilización y educación alimentaria relacionada con las proteínas alternativas, especialmente en entornos académicos, gastronómicos y sociales, para facilitar la transición cultural hacia nuevas formas de alimentación.
- Ampliar las pruebas sensoriales y de mercado en diferentes perfiles de consumidores y contextos, lo que permitirá ajustar las formulaciones y aumentar la aceptación.
- Incentivar la articulación entre investigación, emprendimiento e innovación gastronómica, como vía para fortalecer modelos de negocio sostenibles que integren prácticas responsables y tecnologías emergentes.

Referencias

- Aguilar-Miranda, E. D., López, M. G., Escamilla-Santana, C., & Barba de la Rosa, A. P. (2002). Characteristics of maize flour tortilla supplemented with ground *Tenebrio molitor* larvae [Características de la tortilla de harina de maíz suplementada con larvas de *Tenebrio molitor* molidas]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 192-195. <https://doi.org/10.1021/jf010691y>
- Akhtar, Y., & Isman, M. B. (2018). 10–Insects as an Alternative Protein Source [10–Los insectos como fuente alternativa de proteínas]. In R. Y. Yada (Ed.), *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition* (pp. 263–288). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100722-8.00011-5>

- Akinmeye, F., Chriki, S., Liu, C., Zhao, J., & Ghnimi, S. (2024). What factors influence consumer attitudes towards alternative proteins? [¿Qué factores influyen en las actitudes de los consumidores hacia las proteínas alternativas?] *Food and Humanity*, 3, 100349. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100349>
- Alexander, P., Brown, C., Arneth, A., Dias, C., Finnigan, J., Moran, D., & Rounsevell, M. D. A. (2017). Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use? [¿Podría el consumo de insectos, carne cultivada o imitación de carne reducir el uso global de tierras agrícolas?] *Global Food Security*, 15, 22–32. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.04.001>
- Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 1029-1037.
- Azagoh, C., Ducept, F., Garcia, R., Rakotozafy, L., Cuvelier, M.-E., Keller, S., Lewandowski, R., & Mezdoor, S. (2016). Extraction and physicochemical characterization of *Tenebrio molitor* proteins [Extracción y caracterización fisicoquímica de las proteínas de *Tenebrio molitor*]. *Food Research International*, 88, 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.06.010>
- Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C., Ricci, A., & Paoletti, M. G. (2015). Edible insects: a food security solution or a food safety concern? [Insectos comestibles: ¿una solución para la seguridad alimentaria o una preocupación para la inocuidad alimentaria?]. *Animal Frontiers*, 5(2), 25-30. <https://doi.org/10.2527/af.2015-0016>
- Carpenter, R. P., Lyon, D. H., & Hasdell, T. A. (2000). *Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control (2)* [Guías para el análisis sensorial en el desarrollo de productos alimenticios y el control de calidad (2)]. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4447-0>
- Cicatiello, C., Vitali, A., & Lacetera, N. (2020). How does it taste? Appreciation of insect-based snacks and its determinants [¿A qué sabe? Valoración de los snacks a base de insectos y sus determinantes]. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100211>
- Cunha, N., Andrade, V., Ruivo, P., & Pinto, P. (2023). Effects of Insect Consumption on Human Health: A Systematic Review of Human Studies [Efectos del consumo de insectos en la salud humana: una revisión sistemática de estudios en humanos]. *Nutrients*, 15(14), 3076. <https://doi.org/10.3390/nu15143076>

- Da Silva, A. J., de Oliveira, L. M., Da Rocha, M., & Prentice, C. (2020). Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds [Insectos comestibles: una alternativa de compuestos nutricionales, funcionales y bioactivos]. *Food Chemistry*, 311, (126022), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126022>
- De Carvalho, N. M., Walton, G. E., Poveda, C. G., Silva, S. N., Amorim, M., Madureira, A. R., Pintado, M. E., Gibson, G. R., & Jauregi, P. (2019). Study of in vitro digestion of *Tenebrio molitor* flour for evaluation of its impact on the human gut microbiota [Estudio de la digestión in vitro de harina de *Tenebrio molitor* para la evaluación de su impacto en la microbiota intestinal humana]. *Journal of Functional Foods*, 59, 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.05.024>
- De Marco, M., Martínez, S., Hernandez, F., Madrid, J., Gai, F., Rotolo, L., Belforti, M., Bergero, D., Katz, H., Dabbou, S., Kovitvadhi, A., Zoccarato, I., Gasco, L., & Schiavone, A. (2015). Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy [Valor nutricional de dos harinas de larvas de insectos (*Tenebrio molitor* y *Hermetia illucens*) para pollos de engorde: digestibilidad aparente de nutrientes, digestibilidad ileal aparente de aminoácidos y energía metabolizable aparente]. *Animal Feed Science and Technology*, 209, 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.08.006>
- Díaz-Narváez, V. P., & Calzadilla-Núñez, A. (2016). Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las ciencias de la salud. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(1), 115-121. <https://doi.org/10.12804/revsalud14.01.2016.10>
- Fanzo, J. (2015). Ethical issues for human nutrition in the context of global food security and sustainable development [Problemas éticos para la nutrición humana en el contexto de la seguridad alimentaria global y el desarrollo sostenible]. *Global Food Security*, (1), 15-23. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.11.001>
- Fuso, A., Leni, G., Prandi, B., Lolli, V., & Caligiani, A. (2024). Novel foods/feeds and novel frauds: The case of edible insects [Nuevos alimentos/piensos y nuevos fraudes: El caso de los insectos comestibles]. *Trends in Food Science and Technology*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104457>
- Gabriel-Ortega, J. (2017). Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 8(2), 155-156.

- Gantner, M., Król, K., Piotrowska, A., Sionek, B., Sadowska, A., Kulik, K., & Wiącek, M. (2022). Adding Mealworm (*Tenebrio molitor* L.) Powder to Wheat Bread: Effects on Physicochemical, Sensory and Microbiological Qualities of the End-Product [Adición de polvo de larva de la harina (*Tenebrio molitor* L.) al pan de trigo: efectos sobre las cualidades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del producto final]. *Molecules*, 27(19). <https://doi.org/10.3390/molecules27196155>
- González, C., Garzón, R., & Rosell, C. (2019). Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of *H. illucens*, *A. domestica* and *T. molitor* flours [Los insectos como ingredientes para productos de panadería. Un estudio comparativo de las harinas de *H. illucens*, *A. doméstica* y *T. molitor*]. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 51, 205-210. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.03.021>.
- Instituto Nacional de Salud. (2022). *Metodología: evaluación de riesgos para nuevos alimentos (novel foods)*. <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/evaluacion-de-riesgos-para-nuevos-alimentos-novel-foods.pdf>
- Kowalski, S., Mikulec, A., Mickowska, B., Skotnicka, M., & Mazurek, A. (2022). Wheat bread supplementation with various edible insect flours [Suplementación de pan de trigo con diversas harinas de insectos comestibles]. *Influence of Chemical Composition on Nutritional and Technological Aspects, LWT*, 159, 113220. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113220>.
- Kowalski, S., Mikulec, A., Skotnicka, M., Mickowska, B., Makarewicz, M., Sabat, R., & Mazurek, A. (2022). Effect of the Addition of Edible Insect Flour from Yellow Mealworm (*Tenebrio molitor*) on the Sensory Acceptance, and the Physicochemical and Textural Properties of Sponge Cake [Efecto de la adición de harina de insectos comestibles del gusano amarillo de la harina (*Tenebrio molitor*) sobre la aceptación sensorial y las propiedades fisicoquímicas y de textura del bizcocho]. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 72(4), 393-405. <https://doi.org/10.31883/pjfn/155405>
- MacGregor, A. G., & Hashem, M. K. (2014). Action of sugar-lessons from UK salt reduction programme [Acciones sobre el azúcar: lecciones del programa de reducción de sal del Reino Unido]. *The Lancet*, 9921(38), 929-931. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60200-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60200-2)
- Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed [Estado del arte sobre el uso de insectos como pienso para animales]. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>

- Mariod, A. A., Saeed Mirghani, M. E., & Hussein, I. (2017). Chapter 50–*Tenebrio molitor* Mealworm [Capítulo 50–El gusano de la harina (*Tenebrio molitor*)]. In A. A. Mariod, M. E. Saeed Mirghani & I. Hussein (Eds.), *Unconventional Oilseeds and Oil Sources* (pp. 331-336). Academic Press.
- Martínez-Monzó, J., García-Segovia, P., & Albors-Garrigos, J. (2013). Trends and innovations in bread, bakery, and pastry [Tendencias e innovaciones en pan, panadería y pastelería]. *Journal of Culinary Science and Technology*, 11(1), 56–65. <https://doi.org/10.1080/15428052.2012.728980>
- Nowak, V., Persijn, D., Rittenschober, D., & Charrondiere, U. R. (2016). Review of food composition data for edible insects [Revisión de los datos de composición de alimentos para insectos comestibles]. *Food Chemistry*, 193, 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.114>
- Onwezen, M. C., Bouwman, E. P., Reinders, M. J., & Dagevos, H. (2021). A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: Pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat [Una revisión sistemática sobre la aceptación de las proteínas alternativas por parte de los consumidores: legumbres, algas, insectos, alternativas cárnicas de origen vegetal y carne cultivada]. *Appetite*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105058>
- Ordoñez Araque, R., & Egas-Montenegro, E. (2021). Edible insects: A food alternative for the sustainable development of the planet [Insectos comestibles: una alternativa alimentaria para el desarrollo sostenible del planeta]. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100304>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). *Hambre e inseguridad alimentaria*. <https://www.fao.org/hunger/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2024). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight#:~:text=Datos%20y%20cifras&text=En%202022%2C%202500%20millones%20de,y%20el%2016%25%20eran%20obesos.>
- Programa Mundial de Alimentos. (2024). *Una crisis alimentaria mundial*. <https://es.wfp.org/crisis-alimentaria-mundial#:~:text=WFP%20estima%20que%2C%20en%20los,que%20lo%20registrado%20en%202020.>

- Rosentrater, K. A. (2022). Chapter 21–Insects in grains: identification, damage, and detection [Capítulo 21–Insectos en los granos: identificación, daños y detección]. In K. A. Rosentrater (Ed.), *Storage of Cereal Grains and Their Products* (pp. 607–646). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812758-2.00014-3>
- Sánchez-Muros, M. J., de Haro, C., Sanz, A., Trenzado, C. E., Villareces, S., & Barroso, F. G. (2016). Nutritional evaluation of *Tenebrio molitor* meal as fishmeal substitute for tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet [Evaluación nutricional de la harina de *Tenebrio molitor* como sustituto de la harina de pescado en la dieta de la tilapia (*Oreochromis niloticus*)]. *Aquaculture Nutrition*, 22(5), 943-955. <https://doi.org/10.1111/anu.12313>
- Shockley, M., & Dossey, A. (2014). Insects for Human Consumption [Insectos para el consumo humano]. En J. Morales, G. Rojas, & D. Shapiro (Eds). *Mass production of beneficial organisms* (pp. 633-635). Academic Press.