



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

Posgrado en Ciencias en Bioprocesos

**Desarrollo y evaluación de una matriz congelada a base de proteínas
sustentables: su impacto sobre las propiedades fisicoquímicas,
sensoriales y funcionales**

Tesis que para obtener el grado de:

Maestría en Ciencias en Bioprocesos

Presenta:

González Pedraza José Iván

Directora de Tesis:

Dra. Alicia Grajales Lagunes

Codirector de Tesis:

Dr. Miguel Ángel Ruiz Cabrera



UASLP-Sistema de bibliotecas

Repositorio Institucional Tesis Digitales Restricciones de Uso

DERECHOS RESERVADOS

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en este Trabajo Terminal está protegido por la Ley Federal de Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos.

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde se obtuvo, mencionando el autor o autores.

Cualquier uso distinto o con fines de lucro, reproducción, edición o modificación será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Desarrollo y evaluación de una matriz congelada a base de proteínas sustentables: su impacto sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y funcionales © 2026 por González Pedraza, José Iván se distribuye bajo una licencia de [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Este proyecto se realizó en Laboratorio de Ciencia de los Alimentos de Investigación, Laboratorio de Ingeniería de los Alimentos, Laboratorio de Bioquímica y Ciencia de los Alimentos adscritos a la Facultad de Ciencias Químicas y Centro de Investigación Aplicada en Ambiente y Salud (CIAAS) de la Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología (CIACyT) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en el periodo comprendido entre agosto del 2024 a junio del 2026, bajo la dirección de la Dra. Alicia Grajales Lagunes y del Dr. Miguel Ángel Ruiz Cabrera.

El programa de Maestría en Ciencias en Bioprocesos de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí pertenece al Sistema Nacional de Posgrados de Calidad (SNP) de la SECIHTI, registro 000588. Número de la beca otorgada por SECIHTI: 2056232.

Los datos del trabajo titulado Desarrollo y evaluación de una matriz congelada a base de proteínas sustentables: su impacto sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y funcionales se encuentra bajo el resguardo de la Facultad de Ciencias Químicas y pertenece a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Facultad de Ciencias Químicas
Centro de Investigación y Estudios de Posgrado
Posgrado en Ciencias en Bioprocesos
Programa de Maestría

Formato M13

Aprobación de Tema de Tesis

San Luis Potosí SLP a enero/15 /2025

Dra. Alicia Grajales Lagunes
Director de Tesis

Habiendo revisado su solicitud para el registro de título de tesis del alumno **José Iván González Pedraza**, Estudiante de Maestría en Ciencias en Bioprocesos.

Esta Coordinación a mi cargo, le informa que el Comité Académico del Posgrado (CAP), avaló y consideró **APROBADO** el registro de Título de tesis:

Desarrollo y evaluación de una matriz congelada a base de proteínas sustentables: su
impacto sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y funcionales

Sin más por el momento, quedo de Uds.

ATENTAMENTE



Dr. Jaime David Pérez Martínez
COORDINADOR EN CIENCIAS
EN BIOPROCESOS
Coordinador del Posgrado PCBP

Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Ciencias Químicas
Registro Número CONBIOÉTICA-24-CEI-003-20190726

27 de febrero de 2026

DRA. ALICIA GRAJALES LAGUNES
PROFESORA INVESTIGADORA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
PRESENTE.

Por medio de la presente se le comunica que el protocolo **“Evaluación sensorial de un helado a base de proteínas alternativas y subproductos agroindustriales”**, fue evaluado en la sesión del 18 de febrero del año en curso por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Ciencias Químicas (CEI-FCQ) (registro CONBIOÉTICA-24-CEI-003-20190726) y dictaminado como:

APROBADO

Su protocolo queda registrado con la clave CEI2026-01-R1

Sin embargo, para proceder a su ejecución se requiere el envío de una versión del protocolo en la que se incluya la siguiente información:

- Incluir el cronograma de actividades.
- Precisar la normatividad en la que se basarán para la preparación de los alimentos.
- Aclarar la idoneidad del sitio y los cuidados que se tendrán al preparar los alimentos.
- Coordinar con el área de enfermería de la FCQ el horario en el que se llevará a cabo el protocolo, a fin de garantizar la atención ante posibles reacciones adversas de los participantes.

ATENTAMENTE



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

Posgrado en Ciencias en Bioprocesos

**Desarrollo y evaluación de una matriz congelada a base de proteínas
sustentables: su impacto sobre las propiedades fisicoquímicas,
sensoriales y funcionales**

Tesis que para obtener el grado de:

Maestría en Ciencias en Bioprocesos

Presenta:

González Pedraza José Iván

SINODALES:

Presidente: Dr. Miguel Ángel Ruiz Cabrera _____

Secretario: Dr. Raúl González García _____

Vocal: Dra. Alicia Grajales Lagunes _____

Vocal: Dra. María Zenaida Saavedra Leos _____

SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P.

FECHA: agosto 2026

INTEGRANTES DEL COMITÉ TUTORIAL ACADÉMICO

Dra. Alicia Grajales Lagunes: Directora de tesis. Adscrito al Posgrado en Ciencias en Bioprocesos en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Dr. Miguel Ángel Ruiz Cabrera: Codirector de tesis. Adscrito al Posgrado en Ciencias en Bioprocesos en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Dr. Raúl González García: Asesor de tesis. Adscrito al Posgrado en Ciencias en Bioprocesos en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Dra. María Zenaida Saavedra Leos: Asesora suplente de tesis. Adscrito al Posgrado en Ciencias en Bioprocesos en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Carta Cesión de Derechos

San Luis Potosí SLP a 08/10/2026

En la ciudad de San Luis Potosí el día 10 del mes de agosto del año 2026. El que suscribe José Iván González Pedraza Alumno del programa de posgrado Ciencias en Bioprocesos adscrito a Facultad de Ciencias Químicas manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo terminal, realizado bajo la dirección de: Dra. Alicia Grajales Lagunes y Dr. Miguel Ángel Ruiz Cabrera y cede los derechos del trabajo titulado Desarrollo y evaluación de una matriz congelada a base de proteínas sustentables: su impacto sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y funcionales a la **Universidad Autónoma de San Luis Potosí**, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir de forma total o parcial texto, gráficas, imágenes o cualquier contenido del trabajo si el permiso expreso del o los autores. Éste, puede ser obtenido directamente con el autor o autores escribiendo a la siguiente dirección ivangonzalezpedraza@gmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

José Iván González Pedraza

Nombre y firma del alumno

Carta de Análisis de Similitud

San Luis Potosí SLP a 10/08/2026

LB. María Zita Acosta Nava
Biblioteca de Posgrado
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Asunto: Reporte de porcentaje de similitud de tesis de grado

Por este medio me permito informarle el porcentaje de similitud obtenido mediante Ithenticate para la tesis titulada “Desarrollo y evaluación de una matriz congelada a base de proteínas sustentables: su impacto sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y funcionales”. presentada por el autor José Iván González Pedraza. La tesis es requisito para obtener el grado de Maestría en el Posgrado en Ciencias en Bioprocesos. El análisis reveló un porcentaje de similitud de 7% excluyendo referencias y metodología.

Agradezco sinceramente su valioso tiempo y dedicación para llevar a cabo una exhaustiva revisión de la tesis. Quedo a su disposición para cualquier consulta o inquietud que pueda surgir en el proceso.

Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Dra. Alicia Grajales Lagunes
Coordinador Académico del Posgrado
en Ciencias en Bioprocesos

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios, quien sembró en mí el deseo de aprender, cuestionar y descubrir. Gracias por permitirme llegar hasta este momento y por mostrarme que el conocimiento, por sí solo, no basta si no se refleja en la humildad y en el servicio a los demás. Que este logro no represente el final de una etapa, sino el comienzo de una vida dedicada a poner al servicio de los demás todo lo que me has permitido aprender y alcanzar.

Agradecimientos académicos

A la Dra. Alicia Grajales Lagunes, por su confianza, paciencia y apoyo constante en cada etapa de este proyecto de investigación. Agradezco especialmente haber despertado en mí el entusiasmo por cuestionar, descubrir y buscar respuestas a través de la investigación. Su guía y compromiso marcaron profundamente mi formación académica y profesional.

Al Dr. Miguel Ángel Ruiz Cabrera, agradezco sus observaciones, preguntas y comentarios, que siempre representaron un reto y me impulsaron a analizar con mayor profundidad cada aspecto de este proyecto. Gracias por su disposición para compartir su experiencia y conocimiento a lo largo de este proceso. Su visión crítica y sus enseñanzas enriquecieron mi desarrollo profesional.

Al Dr. Raúl González García, por compartir su conocimiento en análisis estadístico y diseño de experimentos. Sus observaciones orientaron de manera adecuada el análisis de esta investigación.

Agradecimientos personales

A mi mamá Fabiola, a mi hermano Miguel Ángel y a mi hermana Lizbeth, por acompañarme durante este camino con amor, cariño y apoyo incondicional. Gracias por estar presentes en cada momento, por motivarme a seguir adelante y por creer en mí. Su apoyo fue una parte esencial para alcanzar esta meta, que hoy comparto con ustedes.

A mis amigos de la facultad, del laboratorio y a los nuevos amigos que encontré durante el posgrado, por acompañarme durante esta etapa y hacer más ameno el recorrido. Gracias por los momentos compartidos, por las palabras de ánimo y por su compañía en todo momento durante este proceso.

A Dulce, por tu apoyo incondicional, por motivarme a seguir adelante y por estar presente durante este camino.

RESUMEN

Se desarrollaron helados adicionados con harina de grillo, proteína aislada de haba, orujo de uva e inulina mediante un diseño central compuesto. Los factores evaluados fueron la cantidad total de mezcla proteica grillo–haba (A) y la proporción de harina de grillo dentro de dicha mezcla (B), complementada con proteína aislada de haba. Las formulaciones presentaron alto contenido de proteína (11.16–15.36%) y fibra (11.36–15.02%). La proporción de harina de grillo (B) influyó significativamente en el *overrun* ($p < 0.05$), observándose menores valores al aumentar su incorporación, mientras que la cantidad total de mezcla proteica (A) afectó principalmente la viscosidad y la temperatura de fusión (T_m). Los modelos de TPC y TEAC también fueron significativos ($p < 0.05$), con valores de 383.76–720.13 mg GAE/100 g y 8.97–15.59 $\mu\text{mol TE/g}$, respectivamente. En cuanto a las propiedades funcionales, la digestibilidad proteica *in vitro* se mantuvo estable entre formulaciones (76.17–78.42%). Las formulaciones también mostraron potencial prebiótico, evidenciado por el crecimiento de *Lactiplantibacillus paraplantarum* y la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) comparables con el control de inulina. En fibroblastos L929, los extractos no fueron citotóxicos, con viabilidades de 79.91–92.78%, ni promovieron un aumento significativo de especies reactivas de oxígeno intracelular (ROS). Sensorialmente, algunas muestras alcanzaron una aceptación moderada y mostraron perfiles cercanos al ideal en atributos como textura, granulosidad y regusto, por lo que el análisis JAR y de penalización pudo orientar ajustes futuros en sabor, dulzor y textura.

Palabras clave: Alimentos funcionales. Helados. Orujo de uva. Proteínas alternativas. Potencial prebiótico.

ABSTRACT

Ice cream supplemented with cricket flour, faba bean protein isolate, grape pomace, and inulin were developed using a central composite design. The evaluated factors were the total amount of cricket–faba bean protein mixture (A) and the proportion of cricket flour within this mixture (B), complemented with faba bean protein isolate. The formulations presented high protein (11.16–15.36%) and fiber (11.36–15.02%) contents. The proportion of cricket flour (B) significantly influenced overrun ($p < 0.05$), with lower values observed as its incorporation increased, while the total amount of protein mixture (A) mainly affected viscosity and melting temperature (T_m). The TPC and TEAC models were also significant ($p < 0.05$), with values of 383.76–720.13 mg GAE/100 g and 8.97–15.59 $\mu\text{mol TE/g}$, respectively. Regarding functional properties, *in vitro* protein digestibility remained stable among formulations (76.17–78.42%). The formulations also showed prebiotic potential, evidenced by the growth of *Lactiplantibacillus paraplantarum* and the production of short-chain fatty acids (SCFAs) comparable to inulin control. In L929 fibroblasts, the extracts were not cytotoxic, with viabilities of 79.91–92.78%, nor did they promote a significant increase in intracellular reactive oxygen species (ROS). Sensorially, some samples reached moderate acceptance and showed profiles close to the ideal in attributes such as texture, graininess, and aftertaste, so the JAR and penalty analysis could guide future adjustments in flavor, sweetness, and texture.

Keywords: Functional foods. Ice cream. Grape pomace. Alternative proteins. Prebiotic potential.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Tendencias actuales de la industria alimentaria	1
1.2. Sustentabilidad y búsqueda de proteínas alternativas	2
1.2.1. Harina de grillo.....	2
1.2.2. Proteína de haba	3
1.2.3. Orujo de uva	4
1.2.4. Inulina	5
1.3. Retos y limitaciones del usos de ingredientes sostenibles.....	6
1.4. Helados como matriz alternativa innovadora sostenible	7
2. Antecedentes	8
2.1. Desarrollo de alimentos con compuestos bioactivos	8
2.2. Helados en alimentos funcionales.....	9
2.3. Aplicaciones de proteínas alternativas y subproductos agroindustriales	11
3. Justificación.....	14
4. Hipótesis.....	15
5. Objetivo General	15
5.1. Objetivos específicos	15
6. Materiales y métodos	¡Error! Marcador no definido.
6.1. Materiales	¡Error! Marcador no definido.
6.1.1. Diseño de experimentos	¡Error! Marcador no definido.
6.1.2. Preparación de los helados con proteínas sustentables.....	¡Error! Marcador no definido.
6.2. Propiedades tecnofuncionales	¡Error! Marcador no definido.
6.2.1. Determinación del <i>overrun</i>	¡Error! Marcador no definido.
6.2.2. Determinación del color	¡Error! Marcador no definido.
6.2.3. Determinación de viscosidad	¡Error! Marcador no definido.
6.2.4. Determinación de transiciones térmicas por DSC...	¡Error! Marcador no definido.
6.3. Composición química.....	¡Error! Marcador no definido.
6.3.1. Determinación de la composición química.....	¡Error! Marcador no definido.

6.4.	Propiedades funcionales.....	¡Error! Marcador no definido.
6.4.1.	Extracción de polifenoles del helado.....	¡Error! Marcador no definido.
6.4.2.	Determinación de actividad antioxidante por ensayo DPPH.....	¡Error! Marcador no definido.
6.4.3.	Determinación del contenido fenólico total (TPC)...	¡Error! Marcador no definido.
6.4.4.	Determinación de la digestibilidad <i>in vitro</i> de proteínas	¡Error! Marcador no definido.
6.4.5.	Determinación del potencial prebiótico ...	¡Error! Marcador no definido.
6.4.6.	Determinación de ácidos grasos de cadena corta (AGCC)	¡Error! Marcador no definido.
6.5.	Biocompatibilidad celular	¡Error! Marcador no definido.
6.5.1.	Determinación de la viabilidad celular por ensayo MTT	¡Error! Marcador no definido.
6.5.2.	Determinación de la producción de (ROS) por DCFH-DA	¡Error! Marcador no definido.
6.6.	Análisis sensorial	¡Error! Marcador no definido.
6.6.1.	Control microbiológico previo.....	¡Error! Marcador no definido.
6.6.2.	Evaluación sensorial	¡Error! Marcador no definido.
6.7.	Análisis estadístico.....	¡Error! Marcador no definido.
7.	Resultados y discusión.....	¡Error! Marcador no definido.
7.1.	Análisis de las propiedades fisicoquímicas	¡Error! Marcador no definido.
7.1.1.	Resultados del <i>Overrun</i>	¡Error! Marcador no definido.
7.1.2.	Resultados de la viscosidad aparente	¡Error! Marcador no definido.
7.1.3.	Resultados del color	¡Error! Marcador no definido.
7.1.4.	Resultados de las transiciones térmicas .	¡Error! Marcador no definido.
7.2.	Análisis Composición nutricional de los helados.....	¡Error! Marcador no definido.
7.2.1.	Resultados del contenido de proteína total.....	¡Error! Marcador no definido.
7.2.2.	Resultados del contenido de lípidos	¡Error! Marcador no definido.
7.2.3.	Resultados del contenido de fibra dietética	¡Error! Marcador no definido.

7.2.4.	Resultados del contenido de carbohidratos	¡Error! Marcador no definido.
7.2.5.	Resultados del contenido de cenizas.....	¡Error! Marcador no definido.
7.3.	Análisis de las propiedades funcionales	¡Error! Marcador no definido.
7.3.1.	Resultados del contenido fenólico total y actividad antioxidante ..	¡Error! Marcador no definido.
7.3.2.	Resultados de la digestibilidad <i>in vitro</i> de proteínas	¡Error! Marcador no definido.
7.3.3.	Resultados del potencial efecto prebiótico.....	¡Error! Marcador no definido.
7.3.3.1.	Crecimiento bacteriano por densidad óptica (OD600) .	¡Error! Marcador no definido.
7.3.3.2.	Índice prebiótico.....	¡Error! Marcador no definido.
7.3.4.	Resultados de ácidos grasos de cadena corta (AGCC).....	¡Error! Marcador no definido.
7.4.	Análisis de la biocompatibilidad celular.....	¡Error! Marcador no definido.
7.4.1.	Resultados de la viabilidad celular.....	¡Error! Marcador no definido.
7.4.2.	Resultados de la producción de ROS intracelular...	¡Error! Marcador no definido.
7.5.	Análisis de la evaluación sensorial.....	¡Error! Marcador no definido.
7.5.1.	Resultados de los análisis microbiológicos	¡Error! Marcador no definido.
7.5.2.	Resultados de la preferencia hedónica...	¡Error! Marcador no definido.
7.5.3.	Resultados JAR	¡Error! Marcador no definido.
7.5.4.	Resultados del análisis de penalización .	¡Error! Marcador no definido.
7.5.5.	Resultados sociodemográficos	¡Error! Marcador no definido.
8.	Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
9.	Bibliografía	16
10.	Resumen del reporte de similitud	31
11.	Anexos.....	¡Error! Marcador no definido.
11.1.	Resultados de indicadores microbiológicos ...	¡Error! Marcador no definido.
11.2.	Resultados de <i>salmonella spp.</i>	¡Error! Marcador no definido.

Índice de tablas

Tabla 1. Diseño de experimentos.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Formulación de los 11 experimentos.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Preparación de las soluciones electrolíticas...	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Características sociodemográficas.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. Propiedades fisicoquímicas.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6. Coeficientes de regresión.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7. Propiedades fisicoquímicas.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8. Propiedades térmicas.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8. Composición química	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9. Contenido fenólico total y actividad antioxidante	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10. Digestibilidad, crecimiento celular e índice prebiótico ..	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11. Crecimiento celular de los controles.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12. Ácidos grasos de cadena corta (AGGC).	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13. Viabilidad celular y especies reactivas de oxígeno (ROS).	¡Error! Marcador no definido.

Índice de figuras

Figura 1. Termograma con <i>annealing</i>	¡Error! Marcador no definido.
Figura 1. Gráfico de superficies del <i>Overrun</i> y la viscosidad aparente.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2. Apariencia visual de las formulaciones	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3. Termograma de DSC y gráfico de superficie de respuesta de T_m	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4. Gráficos de superficie de respuesta de TEAC y TPC¡	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5. Curvas de calibración OD600	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. Cromatogramas de AGGC representativos...	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8. Respuestas sensoriales	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9. Distribución JAR.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10. Análisis de penalización	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11. Análisis de penalización del sabor	¡Error! Marcador no definido.

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Determinación de overrun	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 2. Determinación por diferencia de carbohidratos.	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 3. Determinación de antioxidantes (%)	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 4. Determinación de antioxidantes (cTE).....	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 5. Determinación de antioxidantes (TEAC)...	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 6. Determinación de ácido gálico equivalente.	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 7. Determinación de polifenoles (TPC)	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 8. Determinación de digestión de proteínas. ¡Error!	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 9. Determinación del índice prebiótico.....	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 10. Modelo cuadrático y superficie de respuesta.....	¡Error! Marcador no definido.

1. Introducción

1.1. Tendencias actuales de la industria alimentaria

La industria alimentaria actualmente se encuentra en un proceso de transformación e innovación impulsado por las nuevas tendencias del consumidor, en el cual los consumidores están cada vez más informados y muestran una mayor exigencia respecto a los productos que eligen, priorizando aquellos que contribuyen a su salud y bienestar a largo plazo (Anyiam et al., 2025; Sgroi et al., 2024). Esta tendencia hacia los alimentos benéficos está impulsada por diversos factores, como el envejecimiento de la población y la creciente preocupación por enfermedades crónicas y neurodegenerativas, así como por la búsqueda de estrategias preventivas para mejorar la calidad de vida (Xu et al., 2025).

A estos alimentos benéficos se les conoce como alimentos funcionales, los cuales son productos que, además de aportar nutrientes, contienen compuestos bioactivos capaces de ejercer efectos benéficos sobre la salud (Ahmed et al., 2022). Otro de los procesos de transformación e innovación que enfrentará la industria alimentaria en los próximos años será la creciente demanda de alimentos por una población estimada de 9 700 millones de personas para el año 2050, especialmente en términos de seguridad alimentaria. Ante este panorama, será necesaria una transición hacia la producción de proteínas alternativas sostenibles, capaces de reducir el impacto ambiental asociado a la producción convencional de proteína animal (Hamad & Tayel, 2025).

En respuesta a estos dos desafíos, la innovación en la industria alimentaria ha avanzado hacia la generación de fórmulas enriquecidas con compuestos bioactivos provenientes de residuos agroindustriales (de Oliveira et al., 2025), así como hacia la incorporación de fuentes proteicas alternativas innovadoras, como las proteínas vegetales y de insectos (Sivakumar et al., 2026). Estos últimos pueden competir ampliamente con las fuentes proteicas convencionales debido a su alto contenido de proteína (entre 20 % y 70 % p/p), así como a sus propiedades fisicoquímicas y tecnofuncionales (Anyiam et al., 2025; Quintieri et al., 2023; Sivakumar et al., 2026).

1.2. Sustentabilidad y búsqueda de proteínas alternativas

La innovación alimentaria no solo se enfoca en mejorar la salud y el valor nutricional de los productos, sino también en minimizar el impacto ambiental asociado con su producción. Por lo tanto, la búsqueda de fuentes proteicas alternativas y la revalorización de residuos agroindustriales representan estrategias relevantes para avanzar hacia sistemas alimentarios más sostenibles; su incorporación puede contribuir a reducir la huella de carbono, disminuir el uso de agua y suelo, mejorar la eficiencia en el aprovechamiento de materias primas y diversificar las fuentes de proteína disponibles (Zhao et al., 2026; Anyiam et al., 2025).

La utilización de subproductos generados durante el procesamiento de alimentos puede favorecer la economía circular al reincorporar materiales que serían desechados, transformándolos en ingredientes con valor nutricional con efecto biológico o tecnofuncional, logrando así que estas estrategias permitan reducir la generación de residuos y desarrollar alimentos con mayor valor agregado (de Oliveira et al., 2025; Kaur et al., 2025).

1.2.1. Harina de grillo

Entre las fuentes de proteína alternativa, la harina de grillo (*Acheta domesticus*) se considera una de las alternativas sostenibles con mayor potencial. Su uso como ingrediente sostenible ha sido autorizado por la Comisión Europea como nuevo alimento (Novel Food) y se ha incorporado en el desarrollo de diversos productos de panificación y otros alimentos formulados (Ayllón-Parra et al., 2025).

A nivel nutricional, destaca por su elevado contenido de proteínas de alta calidad y por aportar todos los aminoácidos esenciales, entre ellos leucina, isoleucina, lisina, metionina y triptófano, además de fibra dietética en forma de quitina y quitosano, ácidos grasos poliinsaturados y compuestos fenólicos (Ayllón-Parra et al., 2025; Mshayisa et al., 2026; Quinteros et al., 2022; Udomsil et al., 2019).

Estos componentes se han asociado con diversos efectos biológicos, entre ellos actividades antioxidantes, antiinflamatorias y antibacterianas (Boonarsa et al., 2025).

Por otro lado, la harina de grillo presenta propiedades tecnofuncionales aprovechables, como la formación de geles y emulsiones, que favorecen su incorporación en el desarrollo de nuevos alimentos (Bruttomesso et al., 2024; Ayllón-Parra et al., 2025).

1.2.2. Proteína de haba

Las proteínas vegetales representan una alternativa para complementar o sustituir parcialmente el consumo de proteínas de origen animal. Las leguminosas, como la soya, las lentejas, los garbanzos y las habas, pueden presentar costos de producción relativamente bajos y contribuir al desarrollo de sistemas alimentarios más sostenibles (Feng et al., 2024).

Las habas (*Vicia faba*) se caracterizan por su contenido elevado de proteínas y fibra dietética, así como por su bajo contenido de grasas, también aporta vitaminas, minerales y compuestos bioactivos, entre ellos flavonoides y ácidos fenólicos. Debido a estas características, sus concentrados y aislados proteicos se han estudiado como ingredientes de fortificación de productos extruidos (Ayala-Rodríguez et al., 2022; Badjona et al., 2024; Feng et al., 2024).

Las proteínas del haba están constituidas principalmente por globulinas, entre las que se encuentran la vicilina, la convicilina y la legumina, mientras que las albúminas se presentan en una proporción menor (Feng et al., 2024; Badjona et al., 2024). Esta composición influye en sus propiedades tecnofuncionales. Se ha reportado que poseen una elevada capacidad de formación y estabilidad de espuma, relacionada con la hidrofobicidad y estructura química (Cermeño et al., 2024; Li et al., 2024).

Además de sus propiedades tecnofuncionales, los aislados e hidrolizados proteicos de haba pueden contener péptidos bioactivos de bajo peso molecular (<500 Da), que en estudios *in vitro* e *in vivo*, estos compuestos han mostrado potencial antioxidante, anticancerígeno e hipocolesterolémico, además de posibles efectos sobre la composición y actividad de la microbiota intestinal (Feng et al., 2024; Li et al., 2024).

Por otra parte, las habas contienen compuestos antinutricionales que pueden afectar la calidad nutricional. Sin embargo, los métodos de extracción de proteínas pueden

reducir la actividad de los inhibidores de tripsina y la concentración de algunos compuestos fenólicos antinutricionales, mejorando así la calidad nutricional y la digestibilidad (Nosworthy et al., 2018).

1.2.3. Orujo de uva

Entre los residuos agroindustriales generados por la industria alimentaria, el orujo de uva destaca como uno de los principales subproductos de la industria vitivinícola, el cual está constituido por pieles, semillas, restos de pulpa y tallos. En conjunto representa entre el 20 y el 30 % de la uva procesada, sin embargo, puede variar según la variedad, la composición del fruto y el método de vinificación (Erinle et al., 2022).

El orujo de uva se ha destinado como composta y a la alimentación de ganado vacuno debido a su contenido de nutrientes. Aunque, en los últimos años ha aumentado el interés por valorizarlo como fuente de compuestos bioactivos y utilizarlo como ingrediente para el fortalecimiento de productos alimentarios como en helados y productos de panificación (Karastergiou et al., 2025; Kavaz et al., 2016; Sinrod et al., 2023).

Este subproducto contiene fructooligosacáridos, fibra dietética y compuestos fenólicos, como los flavan-3-oles, las procianidinas y las antocianinas. Estos componentes permanecen concentrados en las fracciones sólidas del orujo de uva después del proceso de vinificación (Karastergiou et al., 2025; Sinrod et al., 2023; Wang et al., 2024).

Los compuestos presentes en el orujo se han relacionado con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas, además de un posible efecto prebiótico sobre la microbiota intestinal debido a que los polifenoles actualmente se consideran prebióticos. Por lo tanto, su aprovechamiento en la formulación de alimentos puede contribuir tanto al desarrollo de productos con propiedades funcionales como a la valorización de residuos dentro de un modelo de economía circular (Onache et al., 2022; Sinrod et al., 2023).

No obstante, su incorporación en matrices alimentarias también implica retos tecnológicos y sensoriales relacionados con su sabor, astringencia, textura y aceptación por parte de los consumidores.

1.2.4. Inulina

La inulina es un fructano constituido principalmente por unidades de fructosa unidas mediante enlaces β -(2 $\rightarrow$ 1)-fructofuranosil y, generalmente, por una molécula terminal de glucosa. Se encuentra de manera natural en diferentes especies vegetales y puede obtenerse principalmente de raíces de achicoria, aunque también está presente en agave, diversos tubérculos y vegetales (Shoaib et al., 2016).

La inulina se considera una fibra dietética con efecto prebiótico, debido a que no es digerida por las enzimas del tracto gastrointestinal y alcanza el colon, donde puede ser aprovechada por microorganismos benéficos de la microbiota intestinal, como *Bifidobacterium* y algunos *Lactobacillus*. Su fermentación favorece el crecimiento de estas poblaciones y la producción de metabolitos, principalmente ácidos grasos de cadena corta como acetato, propionato y butirato. Estos metabolitos participan en el mantenimiento de la homeostasis intestinal, contribuyen a la integridad de la barrera epitelial y pueden disminuir el pH del colon, generando condiciones menos favorables para algunos microorganismos patógenos. Asimismo, la disminución del pH intestinal puede favorecer la solubilidad y absorción de minerales como Ca^{2+} y Mg^{2+} (Narala et al., 2022; Xu et al., 2025; Shoaib et al., 2016).

Además de sus propiedades fisiológicas, la inulina presenta características tecnofuncionales que favorecen su incorporación en diferentes alimentos. Posee un bajo poder edulcorante en comparación con la sacarosa y un aporte energético aproximado de 1.5 kcal/g, por lo que puede utilizarse en formulaciones destinadas a reducir el contenido energético, puede actuar como sustituto parcial de grasa debido a su capacidad para formar estructuras tipo gel y retener agua, generando una sensación de cremosidad y volumen en boca semejante a la proporcionada por la grasa. Estas propiedades pueden contribuir a mejorar la textura, estabilidad y

aceptabilidad sensorial de productos con contenido reducido de grasa (Narala et al., 2022; Samakradhamrongthai et al., 2021; Shoaib et al., 2016).

En matrices congeladas, la inulina se ha utilizado como sustituto parcial de grasa y como fuente de fibra dietética en formulaciones de helado. Su incorporación puede contribuir a disminuir el contenido de grasa y el aporte energético, además de modificar propiedades como la viscosidad, la firmeza, la cremosidad, el comportamiento durante el derretimiento y la estabilidad del producto (Narala et al., 2022; Kowalczyk et al., 2021).

Por otra parte, la inulina también se ha incorporado en productos de panificación, cereales y productos cárnicos con diferentes propósitos tecnológicos y nutricionales. En productos de panificación y cereales se utiliza principalmente para incrementar el contenido de fibra y reducir parcialmente azúcares o grasas, mientras que en productos cárnicos puede emplearse como sustituto de grasa y agente de retención de agua. De esta manera, su combinación de propiedades prebióticas y tecnofuncionales ha favorecido su aplicación en el desarrollo de alimentos con características nutricionales y funcionales mejoradas (Shoaib et al., 2016).

1.3. Retos y limitaciones del usos de ingredientes sostenibles

Aunque las proteínas alternativas sostenibles y los ingredientes derivados de subproductos han ganado un interés creciente y una mayor presencia comercial, todavía existen múltiples barreras sensoriales, culturales, nutricionales y tecnológicas que limitan su aceptación y aprovechamiento (Sivakumar et al., 2026). En el caso de los insectos comestibles, los principales desafíos continúan siendo el rechazo cultural y la fobia entomofágica, asociados con la falta de familiaridad con su consumo, la neofobia alimentaria y su frecuente percepción como organismos relacionados con la suciedad, la contaminación o posibles riesgos para la salud (Nemeth et al., 2026 Anyasi et al., 2025; Kirtil et al., 2025).

Por su parte, las proteínas vegetales suelen presentar problemas sensoriales relacionados con sabores desagradables y texturas poco aceptadas, además de

compuestos antinutricionales, como oxalatos, lectinas y taninos, que pueden afectar su calidad nutricional y limitar su aceptación por parte de los consumidores (Kirtil et al., 2025; Quintieri et al., 2023).

En cambio, los subproductos agroindustriales, como el orujo de uva, presentan dificultades durante su conservación y transporte debido a su elevada humedad y susceptibilidad al deterioro microbiano y oxidativo, por lo que requieren procesos rápidos de estabilización, como el secado, que pueden incrementar los costos de su aprovechamiento (Wang et al., 2024).

1.4. Helados como matriz alternativa innovadora sostenible

Frente a estas limitaciones, las matrices congeladas, particularmente los helados, representan una opción prometedora para la incorporación de ingredientes alternativos sostenibles y compuestos bioactivos. Su aceptación sensorial, textura suave y facilidad de consumo favorecen su aceptación en distintos grupos de población, como niños, jóvenes, adultos mayores y personas con dificultades de deglución (Genovese et al., 2022).

Los helados son sistemas coloidales multifásicos y parcialmente congelados, constituidos principalmente por una fase acuosa continua, una emulsión aceite-en-agua formada por glóbulos de grasa, proteínas disueltas o asociadas a las interfaces, cristales de hielo y burbujas de aire estabilizadas principalmente por proteínas y grasa parcialmente coalescida. Las interacciones entre estos componentes determinan propiedades como la cremosidad, la viscosidad, el derretimiento y la estabilidad física del producto (Goff et al., 2013).

Además, la composición y la estructura del helado pueden contribuir a la dispersión y estabilidad de distintos ingredientes funcionales dentro de la matriz, lo que permite incorporar proteínas alternativas, fibra dietética y compuestos bioactivos de interés. Sin embargo, sus efectos dependen de la concentración utilizada y de su interacción con los demás componentes de la formulación (Hasan et al., 2023; Gorman et al., 2023; Zielińska et al., 2023).

2. Antecedentes

2.1. Desarrollo de alimentos con compuestos bioactivos

Actualmente, el desarrollo de alimentos funcionales ha mostrado un crecimiento impulsado por el interés de los consumidores hacia hábitos de alimentación más saludables y por la búsqueda de la industria alimentaria de satisfacer estas nuevas demandas y aumentar la aceptación de sus productos (Sgroi et al., 2024; Ahmed et al., 2022).

En este contexto, se han desarrollado diferentes estrategias de fortificación y reformulación mediante la incorporación de vitaminas, como A y C, fibra dietética, proteínas, ácidos grasos poliinsaturados y compuestos fenólicos con actividad antioxidante. Del mismo modo, ha aumentado el interés por el desarrollo de productos que contienen prebióticos, probióticos, postbióticos y simbióticos, debido a sus posibles efectos sobre diferentes funciones fisiológicas y la microbiota intestinal (Ahmed et al., 2022; Xu et al., 2025; Rosa et al., 2021; Torres-Ochoa et al., 2025).

El consumo de estos alimentos y de sus componentes bioactivos se ha relacionado con la modulación de la microbiota intestinal, la regulación de procesos metabólicos e inflamatorios y la disminución del estrés oxidativo, estos efectos han adquirido especial interés en el contexto del envejecimiento y la prevención de alteraciones relacionadas con la edad (Xu et al., 2025). Se ha observado que el interés y la aceptación de los alimentos funcionales pueden variar entre grupos de edad, presentándose una mayor tendencia hacia su consumo en adultos mayores en comparación con poblaciones jóvenes (Sgroi et al., 2024).

El desarrollo de alimentos funcionales se ha extendido a diferentes matrices alimentarias. En productos lácteos se han desarrollado yogures, leches fermentadas, quesos, kéfir, bebidas de suero y postres mediante la incorporación de componentes prebióticos. Por ejemplo, la adición de xilooligosacáridos (1.25%) en bebidas de suero incrementó la viscosidad y mejoró atributos sensoriales como el aroma, la textura y la aceptación general; la incorporación de inulina en yogur de leche de oveja retrasó la post-acidificación y modificó favorablemente su consistencia, mientras que la adición

de fructooligosacáridos en postres lácteos probióticos mejoró la aceptación del sabor (Rosa et al., 2021).

En productos de panificación se han desarrollado panes, pasteles, galletas y muffins enriquecidos principalmente con fibra dietética, proteínas y compuestos fenólicos. Entre las formulaciones estudiadas se encuentran panes fortificados con péptidos bioactivos derivados de chía, muffins elaborados con harina de chícharo, panes suplementados con harinas de insectos y productos de repostería enriquecidos con orujo de uva e inulina como sustituto parcial de grasa y sacarosa en pasteles y galletas (Guiné & Florença, 2024).

Recientemente se han desarrollado productos cárnicos funcionales mediante la incorporación de fibras dietéticas y subproductos vegetales ricos en compuestos antioxidantes. Por ejemplo, la adición de orujo de uva tinta entre 0.5 y 2.0 % en hamburguesas de pollo incrementó la intensidad del color rojo y retrasó la oxidación lipídica sin afectar negativamente la aceptabilidad del producto, en cambio, la incorporación de residuos de pulpa de bael en nuggets mejoró la estabilidad de la emulsión, el rendimiento de cocción y el contenido de compuestos fenólicos, además de disminuir la dureza del producto. También se ha utilizado cáscara de pitahaya en nuggets de pollo, obteniéndose una mayor estabilidad de la emulsión y rendimiento de cocción, menor oxidación lipídica y reducciones en la dureza, gomosidad y masticabilidad (Das et al., 2020).

2.2. Helados en alimentos funcionales

El desarrollo de helados elaborados con ingredientes no convencionales ha ganado creciente interés debido a su potencial para mejorar las propiedades nutricionales y funcionales de estos productos al evaluar la incorporación de prebióticos, probióticos, fibra dietética e ingredientes de origen vegetal.

En este sentido, Hernández-Riveros et al. (2024) desarrollaron una base de helado adicionada con *Lacticaseibacillus rhamnosus* GG y jarabe de aguamiel como fuente prebiótica, utilizando una formulación con el estándar de inulina como referencia. La

viabilidad del microorganismo se mantuvo alrededor de 8.45 log UFC/mL en ambas formulaciones. Sin embargo, la base adicionada con jarabe de aguamiel presentó una mayor actividad proteolítica, alcanzando 302.67 µg/mL de grupos amino libres y una inhibición de la enzima convertidora de angiotensina cercana al 65 %, evidenciando la posibilidad de generar péptidos con actividad biológica dentro de este tipo de matriz.

Sezer y Ayar (2024) desarrollaron helados probióticos utilizando leche fermentada con *Shouchella clausii* y *Heyndrickxia coagulans*, en combinación con inulina o con fibra de trigo, y evaluaron su estabilidad durante 90 días de almacenamiento a -25 °C. Observaron que la fibra incrementó la viscosidad y modificó el comportamiento durante el derretimiento, aunque también redujo el overrun (entre 16.5 y 19.6%). Caso contrario, la inulina favoreció particularmente la supervivencia de *S. clausii*, que mantuvo aproximadamente el 98 % de su viabilidad al final del almacenamiento. La incorporación de fibras y probióticos no produjo diferencias significativas en color, apariencia, consistencia, sabor o aceptación general de los helados.

Akalın et al. (2024) desarrollaron postres congelados a partir de leche vegetales como almendra, avellana y lupino, y la combinación entre ellas, los cuales se inocularon con *Lactobacillus acidophilus*. Después de 90 días de almacenamiento, la supervivencia del microorganismo dependió de la fuente vegetal utilizada; la combinación almendra-avellana presentó uno de los mayores recuentos, con 7.06 log UFC/mL al final del periodo. La formulación elaborada con lupino presentó una elevada capacidad antioxidante y una mayor viscosidad asociada a su naturaleza química; sin embargo, también mostró menor aceptación sensorial debido principalmente al amargor y a la sensación arenosa, mientras que las formulaciones con avellana obtuvieron mejores puntuaciones de textura y aceptación general.

Se desarrolló un helado probiótico incorporando un homogeneizado fermentado de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris*) y diferentes cepas de bacterias ácido-lácticas. Analizaron que la incorporación del homogeneizado incrementó significativamente la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos respecto al helado control. *Lactiplantibacillus plantarum* 299v y *Lacticaseibacillus casei* DN-114001

mostraron una mayor supervivencia, y en general los recuentos permanecieron por encima de 6 log UFC/g, mostrando el potencial de la matriz congelada para mantener microorganismos viables durante periodos prolongados (Ziarno et al., 2024).

2.3. Aplicaciones de proteínas alternativas y subproductos agroindustriales

Aunque existe un interés creciente por el uso de insectos comestibles como fuentes alternativas y sostenibles de proteína, su aplicación en matrices congeladas ha sido poco estudiada. Hasta la fecha, se han reportado pocos trabajos enfocados específicamente en su incorporación en helados, como el uso de larvas de *Tenebrio molitor* y pupas de gusano de seda.

Uno de los primeros estudios fue realizado por Hernández-Toxqui et al. (2021), quienes desarrollaron helados de fresa y arándano adicionados con 8.5% p/p de larvas de *Tenebrio molitor*, en combinación con 10% de semillas de chía (*Salvia hispanica*) o con quinoa (*Chenopodium quinoa*). El estudio se enfocó principalmente en la composición nutricional de los productos y demostró que la incorporación de estos constituyentes en los helados incrementó el contenido de macro y micronutrientes como proteínas, lípidos y carbohidratos, así como los minerales provenientes en mayor medida en los insectos. La formulación con *T. molitor* presentó un incremento de aproximadamente 41% en proteína respecto al control, mientras que su combinación con chía aumentó el contenido de fibra dietética y lípidos, además de presentar una mayor concentración de cianidina.

Posteriormente, David-Birman et al. (2022) evaluaron la incorporación de harina de pupas de gusano de seda (*Bombyx mori*) en crema batida y helados. La incorporación de 1% de harina de pupas de gusano de seda no modificó significativamente el *overrun* del helado; sin embargo, concentraciones de 4 y 7% redujeron considerablemente la incorporación de aire y modificaron propiedades como la dureza, adhesividad y color, lo cual se asoció con el aumento de la tensión superficial y el alto contenido de lípidos de las pupas de gusano de seda.

En lo que respecta a la evaluación sensorial, al incrementar la concentración de harina (1, 2.5 y 4%) produjo una disminución en la aceptación por parte de los panelistas, lo que se relacionó principalmente con un color más oscuro y la aparición de un sabores amargos y astringentes. Concluyeron que, concentraciones $\leq 1\%$ fueron consideradas las más adecuadas para conservar la palatabilidad y aprovechar las propiedades tecnofuncionales de la harina de gusano de pupas de seda.

Del mismo modo, Zielińska et al. (2023) estudiaron la sustitución parcial de crema por harina de *T. molitor* en helados variando las concentraciones entre 2 - 10%. La fortificación incrementó el contenido de proteína, desde 1.48% en el control hasta 3.08% en la formulación con mayor proporción de harina de *T. molitor*, además de aumentar el contenido micronutrientes como el hierro, magnesio y zinc y mejorar el perfil de ácidos grasos insaturados, además de un incremento de la actividad antioxidante determinada mediante DPPH y ABTS.

Los investigadores revisaron que el incremento de *T. molitor* en los helados redujo el *overrun* de 32.58 % en el control hasta 13.10% en la formulación con mayor concentración (10%), pero aumentó la resistencia al derretimiento, observando el mismo comportamiento que en el estudio previo de David-Birman et al. (2022).

Saetae (2025) evaluó un extracto proteico obtenido de pupas de gusano de seda eri (*Philosamia ricini*) como sustituto de los sólidos lácteos no grasos en helado de chocolate, empleando concentraciones entre 1 y 5 %. La caracterización fisicoquímica del extracto mostró un contenido aproximado de 80% de proteína, además de propiedades de emulsificación y formación de espuma aprovechables para el desarrollo de alimentos.

El aumento en la concentración del extracto produjo un incremento en la viscosidad y en la velocidad de fusión, acompañado de una disminución del *overrun*, comportamiento similar al observado en estudios previos con proteínas alternativas. Sensorialmente, la incorporación del extracto no afectó significativamente la apariencia, el sabor ni el gusto; sin embargo, concentraciones elevadas de 4 y 5%

disminuyeron la aceptación de la textura, efecto atribuido al incremento de la viscosidad del producto.

El uso de residuos de uva en matrices congeladas ha mostrado potencial como estrategia de valorización. Vital et al. (2018) emplearon el orujo de uva obtenido de la producción de jugo de uva, el cual fue procesado antes de incorporarlo al helado en concentraciones de 2.5, 5 y 10 %. La adición del residuo produjo un incremento de compuestos fenólicos totales con valores entre 0.10 - 1.17 mg GAE/g, acompañado de una mayor actividad antioxidante. El incremento de orujo de uva también disminuyó la luminosidad del helado conforme aumentó la cantidad de residuo; sin embargo, en la evaluación realizada con 100 panelistas no entrenados no se encontraron diferencias significativas en aroma, sabor, textura y aceptación general entre las formulaciones.

Los estudios previos evidencian que tanto los insectos comestibles como las proteínas de origen vegetal y los subproductos agroindustriales pueden incorporarse en matrices congeladas para mejorar o modificar sus características nutricionales, funcionales y tecnológicas. Sin embargo, las investigaciones relacionadas con el uso de insectos en helados continúan siendo limitadas y se han concentrado principalmente en *T. molitor* y pupas de gusano de seda, siendo aún más escasa la información sobre su combinación con otras fuentes proteicas alternativas y subproductos agroindustriales.

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada para esta investigación, hasta la fecha no se encontraron estudios que evalúen de manera conjunta una fuente proteica de insecto, como la harina de grillo, una fuente proteica vegetal, como el aislado de proteína de haba, y un subproducto agroindustrial, como el orujo de uva, dentro de una matriz de helado. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue desarrollar y evaluar un helado formulado con estos ingredientes, analizando su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas, nutricionales, bioactivas y sensoriales del producto.

3. Justificación

En respuesta a las tendencias actuales del consumidor, que demandan alimentos capaces de ofrecer beneficios más allá de la nutrición básica, ha aumentado el interés por el desarrollo de productos funcionales formulados con ingredientes que aporten compuestos bioactivos asociados a la prevención de enfermedades crónicas y al bienestar integral. Paralelamente, la industria alimentaria enfrenta el reto de innovar mediante alternativas que no solo cumplan con las expectativas sensoriales, sino que también promuevan prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente.

En este contexto, las proteínas alternativas provenientes de insectos comestibles, como harina de grillo (*Acheta domesticus*) y de leguminosas, como proteína aislada de haba (*Vicia faba*), representan materias primas emergentes con alto potencial. Ambas ofrecen un perfil nutricional elevado y contienen compuestos vinculados a efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antihipertensivos, reductores del colesterol y protectores frente al desarrollo de diversas enfermedades crónicas. De manera complementaria, la valorización de subproductos agroindustriales como el orujo de uva (*Vitis vinifera*) el cual es rico en fibra dietética y polifenoles permite no solo mejorar el valor funcional de los productos, sino también fortalecer la sostenibilidad alimentaria al reducir los residuos agrícolas y favorecer una economía circular.

La incorporación conjunta de estas fuentes proteicas sostenibles y del orujo de uva en helados constituye un enfoque poco explorado, lo que abre una oportunidad clara de innovación. Su combinación permite desarrollar alimentos que aporten proteínas, fibra y compuestos bioactivos con potencial efecto nutracéutico, sin dejar de lado aspectos clave como la funcionalidad fisicoquímica y la aceptación sensorial del consumidor.

Con base en este panorama, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar y evaluar un helado funcional formulado con harina de grillo, proteína aislada de haba y orujo de uva e inulina, aprovechando tanto sus propiedades tecnológicas como sus atributos nutricionales y bioactivos, para ofrecer una alternativa sustentable y alineada con las nuevas demandas del consumidor.

4. Hipótesis

La incorporación de fuentes proteicas alternativas como harina de grillo (*Acheta domesticus*) y proteína aislada de haba (*Vicia faba*), junto con el aprovechamiento de un subproducto agroindustrial, como el orujo de uva (*Vitis vinífera*) en la formulación de un helado, permitirá mejorar su perfil nutricional, sus propiedades fisicoquímicas y su contenido de compuestos bioactivos, sin afectar sus características sensoriales.

5. Objetivo General

Desarrollar y evaluar un helado a base de proteínas alternativas sostenibles provenientes de harina de grillo y aislado de proteína de haba, así como de un subproducto agroindustrial como el orujo de uva, analizando su efecto sobre los compuestos bioactivos, propiedades nutricionales y fisicoquímicas, sin comprometer las características sensoriales del producto.

5.1. Objetivos específicos

- Formular y desarrollar helados mediante el uso de proteínas alternativas sostenibles y subproductos vegetales, maximizando el contenido de compuestos bioactivos y propiedades tecnofuncionales, sin comprometer las características sensoriales.
- Evaluar la composición química de los helados, incluyendo el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante; así como caracterizar sus propiedades fisicoquímicas, considerando el porcentaje de *overrun*, la viscosidad y el color.
- Determinar las transiciones térmicas (T_m , T'_m , T'_g) de los sistemas, mediante calorimetría diferencial de barrido.
- Analizar la digestibilidad *in vitro* de las proteínas presentes en las matrices congeladas, con el fin de estimar su calidad y efectividad nutricional.

- Evaluar el potencial prebiótico de los helados después de la digestión *in vitro* mediante el crecimiento de *Lactiplantibacillus paraplantarum* en medios MRS suplementados con glucosa, inulina y la fracción no soluble de la digestión *in vitro*, y corroborarlo mediante la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC).
- Evaluar la citotoxicidad y la respuesta oxidativa *in vitro* de los helados mediante ensayos de viabilidad celular y producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) en fibroblastos murinos L929.
- Efectuar una evaluación sensorial de los helados desarrollados mediante una prueba hedónica de aceptación global, análisis JAR y de penalización, considerando atributos sensoriales relacionados con la preferencia del consumidor, como sabor, textura, granulosis, dulzor, astringencia y regusto.

6. Bibliografía

- Ahmed, M. H., Vasas, D., Hassan, A., & Molnár, J. (2022). The impact of functional food in prevention of malnutrition. *PharmaNutrition*, 19, 100288. <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2022.100288>
- Akalın, H., Kınık, Ö., & Şatır, G. (2024). Manufacturing plant-based non-dairy and probiotic frozen desserts and their impact on physicochemical, sensory and functional aspects. *Journal of Food Science and Technology*, 61(10), 1874–1883. <https://doi.org/10.1007/s13197-024-05964-8>
- Alarcón, A. L., Palacios, L. M., Osorio, C., Narváez, P. C., Heredia, F. J., Orjuela, A., & Hernanz, D. (2021). Chemical characteristics and colorimetric properties of non-centrifugal cane sugar (“panela”) obtained via different processing technologies. *Food Chemistry*, 340, 128183. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128183>

- Alvarez, V. B., Wolters, C. L., Vodovotz, Y., & Ji, T. (2005). Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. *Journal of Dairy Science*, 88(3), 862–871. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72752-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72752-1)
- Anyasi, T. A., Acharya, P., & Udenigwe, C. C. (2025). Edible insects as an alternative protein source: Nutritional composition and global consumption patterns. *Future Foods*, 12, 100699. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100699>
- Anyiam, P. N., Phongthai, S., Grossmann, L., Jung, Y. H., Sai-Ut, S., Onsaard, E., & Rawdkuen, S. (2025). Potential plant proteins for functional food ingredients: Composition, utilization and its challenges. *NFS Journal*, 38, 100216. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2025.100216>
- AOAC International. (2023). *Official methods of analysis of AOAC International* (22nd ed.). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145>
- Aprile, S., Baldino, N., Mileti, O., Lupi, F. R., & Gabriele, D. (2025). Cricket isolates as ingredients to design protein foods: Functional, structural and interfacial properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 102, 104013. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2025.104013>
- Ayala-Rodríguez, V. A., López-Hernández, A. A., Lomelí, M. L. C., González-Martínez, B. E., & Vázquez-Rodríguez, J. A. (2022). Nutritional quality of protein flours of fava bean (*Vicia faba* L.) and in vitro digestibility and bioaccessibility. *Food Chemistry: X*, 14, 100303. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100303>
- Ayllón-Parra, N., Castellari, M., Gou, P., & Ribas-Agustí, A. (2025). Cricket powder (*Acheta domesticus*) nutritional and techno-functional properties and effects of solid-state fermentation with *Pleurotus ostreatus* and *Rhizopus oligosporus*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 104, 104066. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2025.104066>

- Badjona, A., Bradshaw, R., Millman, C., Howarth, M., & Dubey, B. (2024). Faba beans protein as an unconventional protein source for the food industry: Processing influence on nutritional, techno-functionality, and bioactivity. *Food Reviews International*, 40(7), 1999–2023. <https://doi.org/10.1080/87559129.2023.2245036>
- Boonarsa, P., Bunyatratthata, A., Phuseerit, O., Phonphan, N., Chumroenphat, T., Dechakhamphu, A., Thammapat, P., Katisart, T., & Siriamornpun, S. (2025). Quality variation of house cricket (*Acheta domesticus*) powder from Thai farms: Chemical composition, micronutrients, bioactive compounds, and microbiological safety. *Food Chemistry: X*, 29, 102698. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102698>
- Brodkorb, A., Egger, L., Alminger, M., Alvito, P., Assunção, R., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu-Lacanal, C., Boutrou, R., Carrière, F., Clemente, A., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Edwards, C., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., ... Recio, I. (2019). INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. *Nature Protocols*, 14(4), 991–1014. <https://doi.org/10.1038/s41596-018-0119-1>
- Bruttomesso, M., Bianchi, F., Pasqualoni, I., Rizzi, C., & Simonato, B. (2024). Evaluation of the technological and compositional features of pancakes fortified with *Acheta domesticus*. *LWT*, 199, 116073. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116073>
- Campanella, D., Rizzello, C. G., Fasciano, C., Gambacorta, G., Pinto, D., Marzani, B., Scarano, N., De Angelis, M., & Gobbetti, M. (2017). Exploitation of grape marc as functional substrate for lactic acid bacteria and bifidobacteria growth and enhanced antioxidant activity. *Food Microbiology*, 65, 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.01.019>

- Caponio, G. R., De Angelis, D., Mansueto, L., Vacca, M., Silletti, R., De Angelis, M., & Difonzo, G. (2025). Nutritional, rheological, and sensory effect of oat okara enrichment in plant-based ice cream. *LWT*, 233, 118490. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.118490>
- Cermeno, M., Silva, J. V., Arcari, M., & Denkel, C. (2024). Foaming properties of plant protein blends prepared using commercial faba bean and hemp protein concentrates at different faba bean/hemp protein ratios. *LWT*, 198, 115948. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115948>
- Damodaran, S. (2005). Protein stabilization of emulsions and foams. *Journal of Food Science*, 70(3), R54–R66. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07150.x>
- Das, A. K., Nanda, P. K., Madane, P., Biswas, S., Das, A., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2020). A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 323–336. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.010>
- David-Birman, T., Romano, A., Aga, A., Pascoviche, D., Davidovich-Pinhas, M., & Lesmes, U. (2022). Impact of silkworm pupae (*Bombyx mori*) powder on cream foaming, ice cream properties and palatability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 75, 102874. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102874>
- de Oliveira, R. M. D. S. F., Santos, H. M. L. D., Fernandes, S. S., & Egea, M. B. (2025). Exploring plant agro-industrial by-products as a source of fibrous food ingredients: A review of extraction methods and technological properties. *Journal of Food Science*, 90(7), e70408. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.70408>
- Erinle, T. J., & Adewole, D. I. (2022). Fruit pomaces—Their nutrient and bioactive components, effects on growth and health of poultry species, and possible optimization techniques. *Animal Nutrition*, 9, 357–377. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.11.011>

- Feng, Z., Morton, J. D., Maes, E., Kumar, L., & Serventi, L. (2025). Exploring faba beans (*Vicia faba* L.): Bioactive compounds, cardiovascular health, and processing insights. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 65(22), 4354–4367. <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2387330>
- Flores-Ramírez, A. J., García-Coronado, P., Grajales-Lagunes, A., García, R. G., Abud Archila, M., & Ruiz Cabrera, M. A. (2019). Freeze-concentrated phase and state transition temperatures of mixtures of low and high molecular weight cryoprotectants. *Advances in Polymer Technology*, 2019(1), 5341242. <https://doi.org/10.1155/2019/5341242>
- García-Coronado, P., Flores-Ramírez, A., Grajales-Lagunes, A., Godínez-Hernández, C., Abud-Archila, M., González-García, R., & Ruiz-Cabrera, M. A. (2020). The influence of maltodextrin on the thermal transitions and state diagrams of fruit juice model systems. *Polymers*, 12(9), 2077. <https://doi.org/10.3390/polym12092077>
- Genovese, A., Balivo, A., Salvati, A., & Sacchi, R. (2022). Health benefits and sensory implications of functional ice cream. *Food Research International*, 161, 111858. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111858>
- Ghaderi, S., Mazaheri Tehrani, M., & Hesarinejad, M. A. (2021). Qualitative analysis of the structural, thermal and rheological properties of a plant ice cream based on soy and sesame milks. *Food Science & Nutrition*, 9(3), 1289–1298. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2037>
- Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Polo, A., & Rizzello, C. G. (2020). The sourdough fermentation is the powerful process to exploit the potential of legumes, pseudo-cereals and milling by-products in baking industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(13), 2158–2173. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1631753>

- Goff, H. D. (1997). Colloidal aspects of ice cream—A review. *International Dairy Journal*, 7(6–7), 363–373. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(97\)00040-X](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(97)00040-X)
- Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). Ice cream structure. In *Ice cream* (7th ed., pp. 313–352). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6096-1_11
- Gorman, M., Moss, R., & McSweeney, M. B. (2023). Sensory perception of ice cream and plant-based alternatives evaluated blinded and with ingredient lists. *Food and Humanity*, 1, 1267–1273. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.09.028>
- Gradl, K., Hernández, A. S. S., Grayson, W. L., Finnigan, T. J., Theobald, H. E., Kashi, B., & Somoza, V. (2024). What technological and economic elements must be addressed to support the affordability, accessibility, and desirability of alternative proteins in low- and middle-income countries? *Current Developments in Nutrition*, 8, 102027. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2023.102027>
- Guiné, R. P., & Florença, S. G. (2024). Development and characterisation of functional bakery products. *Physchem*, 4(3), 234–257. <https://doi.org/10.3390/physchem4030017>
- Haghani, S., Hadidi, M., Pouramin, S., Adinepour, F., Hasiri, Z., Moreno, A., Munekata, P. E. S., & Lorenzo, J. M. (2021). Application of Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) peel in probiotic ice cream: Functionality and viability during storage. *Antioxidants*, 10(11), 1777. <https://doi.org/10.3390/antiox10111777>
- Hamad, A., & Tayel, A. (2026). Food 2050 concept: The trends that shape the future of our food. *Journal of Future Foods*, 6(6), 1053–1066. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2025.03.003>
- Hammer, L., Moretti, D., Abbühl-Eng, L., Kandiah, P., Hilaj, N., Portmann, R., & Egger, L. (2023). Mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) and crickets (*Acheta domesticus*) show high total protein in vitro digestibility and can provide good-to-excellent

- protein quality as determined by in vitro DIAAS. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1150581. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1150581>
- Hasan, T., Thoo, Y. Y., & Siow, L. F. (2023). Effect of plant proteins on the physical and thermal properties of dairy-free frozen dessert mix. *Food Chemistry Advances*, 3, 100408. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100408>
- Hernández-Riveros, E., Olvera-Rosales, L. B., Jaimez-Ordaz, J., Pérez-Escalante, E., Contreras-López, E., Cruz-Guerrero, A. E., & González-Olivares, L. G. (2024). Production of an ice cream base with added *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG and aguamiel syrup: Probiotic viability and antihypertensive capacity. *Dairy*, 5(3), 451–463. <https://doi.org/10.3390/dairy5030035>
- Hernández Toxqui, A. G., Ramírez Ramírez, J., Pino Moreno, J. M., Talamantes Gómez, J. M., Angeles Campos, S. C., & Ramírez Orejel, J. C. (2021). Development of nutraceutical ice creams using flour yellow worm larvae (*Tenebrio molitor*), chia (*Salvia hispanica*), and quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 629180. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.629180>
- Hidas, K. I., Nyulas-Zeke, I. C., Szepessy, A., Romvári, V., Gerhart, K., Surányi, J., Laczay, P., & Darnay, L. (2023). Physical properties of hemp drink-based ice cream with different plant proteins, guar gum and microbial transglutaminase. *LWT*, 182, 114865. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114865>
- Jardines, A. P., Arjona-Román, J. L., Severiano-Pérez, P., Totosaús-Sánchez, A., Fiszman, S., & Escalona-Buendía, H. B. (2020). Agave fructans as fat and sugar replacers in ice cream: Sensory, thermal and texture properties. *Food Hydrocolloids*, 108, 106032. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106032>
- Karastergiou, A., Gancel, A. L., Jourdes, M., & Teissedre, P. L. (2025). Transforming winemaking waste: Grape pomace as a sustainable source of bioactive

- compounds. *OENO One*, 59(2), 9202. <https://doi.org/10.20870/oenone.2025.59.2.9202>
- Kaur, S. P., Sagar, N. A., & Rani, N. (2025). Alternative proteins: Innovations in sources, processing, and consumption. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1641712. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1641712>
- Kavaz, A., Yüksel, M., & Dağdemir, E. (2016). Determination of certain quality characteristics, thermal and sensory properties of ice creams produced with dried Besni grape (*Vitis vinifera* L.). *International Journal of Dairy Technology*, 69(3), 418–424. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12277>
- Kirtil, E. (2025). Molecular strategies to overcome sensory challenges in alternative protein foods. *Food and Bioprocess Technology*, 18(8), 6964–6996. <https://doi.org/10.1007/s11947-025-03898-3>
- Kowalczyk, M., Znamirska-Piotrowska, A., Buniowska-Olejek, M., & Pawlos, M. (2022). Sheep milk symbiotic ice cream: Effect of inulin and apple fiber on the survival of five probiotic bacterial strains during simulated in vitro digestion conditions. *Nutrients*, 14(21), 4454. <https://doi.org/10.3390/nu14214454>
- Kruk, M., Lalowski, P., Płecha, M., Ponder, A., Rudzka, A., Zielińska, D., & Trzaskowska, M. (2025). Prebiotic potential of spent brewery grain—In vitro study. *Food Chemistry*, 463, 141254. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141254>
- Li, Z., Messina, V., Skylas, D. J., Valtchev, P., Whiteway, C., Cheng, S., Langrish, T. A. G., Quail, K. J., & Dehghani, F. (2024). Effect of dry and wet fractionation on nutritional and physicochemical properties of faba bean and yellow pea protein. *Legume Science*, 6(2), e244. <https://doi.org/10.1002/leg3.244>
- Lisboa, H. M., Andrade, R., Lima, J., Batista, L., Costa, M. E., Sarinho, A., & Pasquali, M. B. (2025). Harnessing insects as novel food ingredients: Nutritional, functional,

- and processing perspectives. *Insects*, 16(8), 783. <https://doi.org/10.3390/insects16080783>
- Lučan Čolić, M., Antunović, M., Jukić, M., Popović, I., & Lukinac, J. (2023). Sensory acceptance and characterisation of turmeric- and black-pepper-enriched ice cream. *Applied Sciences*, 13(21), 11802. <https://doi.org/10.3390/app132111802>
- Machado, M., Fernandes, I., Fernandes, A., Espírito Santo, L., Passos, C., Santamarina, A., Cardelle-Cobas, A., Coimbra, M. A., Oliveira, M. B. P. P., Ferreira, H., & Alves, R. C. (2025). Impact of in vitro gastrointestinal digestion on the chemical composition and prebiotic potential of coffee silverskin. *Plant Foods for Human Nutrition*, 80(3), 154. <https://doi.org/10.1007/s11130-025-01390-z>
- Mshayisa, V. V., Biyela, T. B., Netsianda, P., Mayekiso, L., & Kinyuru, J. (2026). Nutritional, structural, physicochemical and techno-functional properties of wheat-cricket (*Acheta domesticus*) composite flours. *Discover Food*, 6, 72. <https://doi.org/10.1007/s44187-026-00811-5>
- Narala, V. R., Orlovs, I., Jugbarde, M. A., & Masin, M. (2022). Inulin as a fat replacer in pea protein vegan ice cream and its influence on textural properties and sensory attributes. *Applied Food Research*, 2(1), 100066. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100066>
- Nemeth, L. G., Papp, Z., Márovics, G., & Gyöngyi, Z. (2026). Edible insects: A comprehensive sensor and sensory comparison of *Acheta domesticus*, *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Locusta migratoria*. *Future Foods*, 13, 101039. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2026.101039>
- Nosworthy, M. G., Medina, G., Franczyk, A. J., Neufeld, J., Appah, P., Utioh, A., Frohlich, P., & House, J. D. (2018). Effect of processing on the in vitro and in vivo protein quality of beans (*Phaseolus vulgaris* and *Vicia faba*). *Nutrients*, 10(6), 671. <https://doi.org/10.3390/nu10060671>

- Onache, P. A., Geana, E. I., Ciucure, C. T., Florea, A., Sumedrea, D. I., Ionete, R. E., & Tița, O. (2022). Bioactive phytochemical composition of grape pomace resulted from different white and red grape cultivars. *Separations*, 9(12), 395. <https://doi.org/10.3390/separations9120395>
- Ozdal, T., Capanoglu, E., & Altay, F. (2013). A review on protein–phenolic interactions and associated changes. *Food Research International*, 51(2), 954–970. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.009>
- Pontonio, E., Montemurro, M., Dingo, C., Rotolo, M., Centrone, D., Carofiglio, V. E., & Rizzello, C. G. (2022). Design and characterization of a plant-based ice cream obtained from a cereal/legume yogurt-like. *LWT*, 161, 113327. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113327>
- Quinteros, M. F., Martínez, J., Barrionuevo, A., Rojas, M., & Carrillo, W. (2022). Functional, antioxidant, and anti-inflammatory properties of cricket protein concentrate (*Gryllus assimilis*). *Biology*, 11(5), 776. <https://doi.org/10.3390/biology11050776>
- Quintieri, L., Nitride, C., De Angelis, E., Lamonaca, A., Pilolli, R., Russo, F., & Monaci, L. (2023). Alternative protein sources and novel foods: Benefits, food applications and safety issues. *Nutrients*, 15(6), 1509. <https://doi.org/10.3390/nu15061509>
- Reynolds, K., Wood, J., Wang, F., Zhou, Z., Blanchard, C., & Strappe, P. (2016). Common bean extracts demonstrate potent anti-adipogenic properties in vitro. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(6), 1327–1337. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13102>
- Rosa, M. C., Carmo, M. R. S., Balthazar, C. F., Guimaraes, J. T., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q., Silva, M. C., Pimentel, T. C., & Cruz, A. G. (2021). Dairy products with prebiotics: An overview of the health benefits, technological and sensory

- properties. *International Dairy Journal*, 117, 105009. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105009>
- Rumpf, J., Burger, R., & Schulze, M. (2023). Statistical evaluation of DPPH, ABTS, FRAP, and Folin-Ciocalteu assays to assess the antioxidant capacity of lignins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 233, 123470. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123470>
- Sablani, S. S., Syamaladevi, R. M., & Swanson, B. G. (2010). A review of methods, data and applications of state diagrams of food systems. *Food Engineering Reviews*, 2(3), 168–203. <https://doi.org/10.1007/s12393-010-9020-6>
- Saeed, W., Qamar, M., Ismail, T., Khan, M. Z., & Esatbeyoglu, T. (2025). Nutritional, antinutritional, and phytochemical profiling of raw and fermented *Carissa carandas* puree and its utilization in ice cream development. *Journal of Agriculture and Food Research*, 23, 102205. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102205>
- Saetae, D. (2025). Eri silkworm pupae protein: A novel edible insect ingredient for enhancing ice cream quality and consumer acceptance. *Future Foods*, 11, 100533. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100533>
- Samakradhamrongthai, R. S., Jannu, T., Supawan, T., Khawsud, A., Aumpa, P., & Renaldi, G. (2021). Inulin application on the optimization of reduced-fat ice cream using response surface methodology. *Food Hydrocolloids*, 119, 106873. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106873>
- Şentürk, G., Akin, N., Konak Göktepe, Ç., & Denктаş, B. (2024). The effects of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) and jujube fruit (*Ziziphus jujube*) on physicochemical, functional, and sensorial properties, and probiotic (*Lactobacillus acidophilus* DSM 20079) viability of probiotic ice cream. *Food Science & Nutrition*, 12(4), 2747–2759. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3955>

- Sezer, E., & Ayar, A. (2024). Enhancing ice cream quality with dietary fiber and spore-forming probiotics: A study on *Shouchella clausii* and *Heyndrickxia coagulans*. *LWT*, 213, 117091. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.117091>
- Sgroi, F., Sciortino, C., Baviera-Puig, A., & Modica, F. (2024). Analyzing consumer trends in functional foods: A cluster analysis approach. *Journal of Agriculture and Food Research*, 15, 101041. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101041>
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H. R., Shakeel, A., Ansari, A., & Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers*, 147, 444–454. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.04.020>
- Sinrod, A. J., Shah, I. M., Surek, E., & Barile, D. (2023). Uncovering the promising role of grape pomace as a modulator of the gut microbiome: An in-depth review. *Heliyon*, 9(10), e20499. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20499>
- Sivakumar, C., Nadimi, M., & Paliwal, J. (2026). Can plant proteins truly compete with their animal counterparts?: A comprehensive comparative analysis. *Future Foods*, 13, 101049. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2026.101049>
- Sofjan, R. P., & Hartel, R. W. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14(3), 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.08.005>
- Stone, A. K., Shi, D., Marinangeli, C. P., Carlin, J., & Nickerson, M. T. (2024). Current review of faba bean protein fractionation and its value-added utilization in foods. *Sustainable Food Proteins*, 2(3), 101–124. <https://doi.org/10.1002/sfp2.1028>
- Stone, A. K., Tanaka, T., & Nickerson, M. T. (2019). Protein quality and physicochemical properties of commercial cricket and mealworm powders.

- Journal of Food Science and Technology*, 56(7), 3355–3363.
<https://doi.org/10.1007/s13197-019-03818-2>
- Torres-Ochoa, A. L., Ruiz-Cabrera, M. Á., Aguirre-Bañuelos, P., Franco-Vega, A., González-García, R., Abud-Archila, M., & Grajales-Lagunes, A. (2025). Technological evaluation of cooked sausages enriched with postbiotics derived from *Lactobacillus acidophilus*. *Food and Humanity*, 5, 100835.
<https://doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100835>
- Trejo Rodriguez, I. S., Alcantara Quintana, L. E., Algara Suarez, P., Ruiz Cabrera, M. A., & Grajales Lagunes, A. (2021). Physicochemical properties, antioxidant capacity, prebiotic activity and anticancer potential in human cells of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed flour. *Molecules*, 26(16), 4854.
<https://doi.org/10.3390/molecules26164854>
- Udomsil, N., Imsoonthornruksa, S., Gosalawit, C., & Ketudat-Cairns, M. (2019). Nutritional values and functional properties of house cricket (*Acheta domesticus*) and field cricket (*Gryllus bimaculatus*). *Food Science and Technology Research*, 25(4), 597–605. <https://doi.org/10.3136/fstr.25.597>
- Ververis, E., Boué, G., Poulsen, M., Pires, S. M., Niforou, A., Thomsen, S. T., Tesson, V., Federighi, M., & Naska, A. (2023). A systematic review of the nutrient composition, microbiological and toxicological profile of *Acheta domesticus* (house cricket). *Journal of Food Composition and Analysis*, 114, 104859.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104859>
- Vioque, J., Alaiz, M., & Girón-Calle, J. (2012). Nutritional and functional properties of *Vicia faba* protein isolates and related fractions. *Food Chemistry*, 132(1), 67–72.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.033>
- Wakeling, I. N., & MacFie, H. J. H. (1995). Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may

- be tested. *Food Quality and Preference*, 6(4), 299–308.
[https://doi.org/10.1016/0950-3293\(95\)00032-1](https://doi.org/10.1016/0950-3293(95)00032-1)
- Wang, C., You, Y., Huang, W., & Zhan, J. (2024). The high-value and sustainable utilization of grape pomace: A review. *Food Chemistry: X*, 24, 101845.
<https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101845>
- Xu, Y., Song, J., Huang, Q., Wei, X., Deng, Z., Song, Z., Huang, H., Luo, C., Zhang, D., & Han, L. (2025). Functional foods and nutraceuticals with anti-aging effects: Focus on modifying the enteral microbiome. *Journal of Functional Foods*, 128, 106786. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2025.106786>
- Yeerong, K., Chantawannakul, P., Anuchapreeda, S., Rades, T., Müllertz, A., & Chaiyana, W. (2024). *Acheta domesticus*: A natural source of anti-skin-aging ingredients for cosmetic applications. *Pharmaceuticals*, 17(3), 346.
<https://doi.org/10.3390/ph17030346>
- Zhang, K., Wen, Q., Wang, Y., Li, T., Nie, B., & Zhang, Y. (2022). Study on the in vitro digestion process of green wheat protein: Structure characterization and product analysis. *Food Science & Nutrition*, 10(10), 3462–3474.
<https://doi.org/10.1002/fsn3.2947>
- Zhao, T., Echegaray, N., Lorenzo, J. M., Günal-Koroğlu, D., Capanoglu, E., Ziora, Z. M., & Esatbeyoglu, T. (2026). Exploring meat analogs: A review of alternative proteins with a focus on food safety and regulatory challenges. *Food Control*, 182, 111777. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111777>
- Ziarno, M., Cichońska, P., Kowalska, E., & Zaręba, D. (2024). Probiotic-enriched ice cream with fermented white kidney bean homogenate: Survival, antioxidant activity, and potential for future health benefits. *Molecules*, 29(13), 3222.
<https://doi.org/10.3390/molecules29133222>

Zielińska, E., Pečová, M., & Pankiewicz, U. (2023). Impact of mealworm powder (*Tenebrio molitor*) fortification on ice cream quality. *Sustainability*, 15(22), 16041. <https://doi.org/10.3390/su152216041>

7. Resumen del reporte de similitud

TesisM.FCQ.2026.Desarrollo.González.(sin bibliografía).pdf

 Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:613545764

Fecha de entrega

10 ago 2026, 2:04 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

11 ago 2026, 11:54 a.m. GMT-6

Nombre del archivo

TesisM.FCQ.2026.Desarrollo.González.(sin bibliografía).pdf

Tamaño del archivo

4.0 MB

97 páginas

24.709 palabras

136.109 caracteres



Página 2 de 103 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::3117:613545764

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)
- ▶ Abstract
- ▶ Methods and Materials

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguir de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

<i>Salmonella spp.</i>		Ausencia en 25 g
Fuentes principales		
Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.		
1	Internet	
repositorioinstitucional.uaslp.mx		3%
2	Internet	
ninive.uaslp.mx		<1%
3	Internet	
patents.google.com		<1%
4	Internet	
hdl.handle.net		<1%
5	Internet	
riunet.upv.es		<1%
6	Internet	
eprints.uanl.mx		<1%
7	Internet	
www.researchgate.net		<1%
www.uaslp.mx		