



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO
ADMINISTRATIVAS

DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

ACEPTACIÓN DE QUESO ENRIQUECIDO CON HARINA DE
FRIJOL: PERFIL DEL CONSUMIDOR E IDENTIFICACIÓN DE
MERCADOS
T E S I S

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

Presenta:

RAFAEL GARCÍA VÁZQUEZ

Bajo la supervisión de:

Dr. Marco Andrés López Santiago



Chapingo, Texcoco, Estado de México. Agosto del 2025.

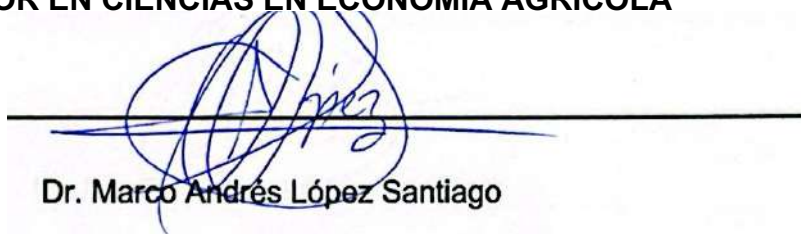


ACEPTACIÓN DE QUESO ENRIQUECIDO CON HARINA DE FRIJOL: PERFIL DEL CONSUMIDOR E IDENTIFICACIÓN DE MERCADOS

Tesis realizada por Rafael García Vázquez, bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

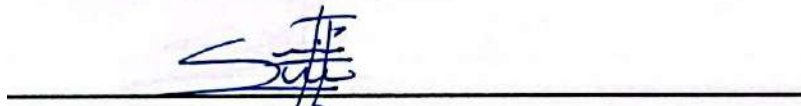
DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

DIRECTOR:



Dr. Marco Andrés López Santiago

ASESOR:



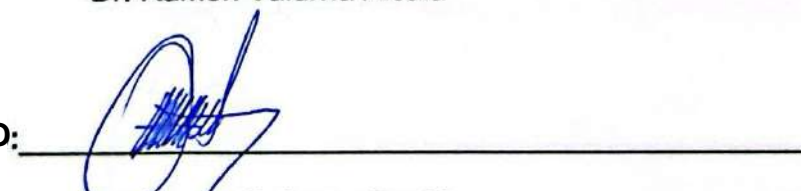
Dra. Blanca Isabel Sánchez Toledano

ASESOR:



Dr. Ramón Valdivia Alcalá

LECTOR EXTERNO:



Dr. Alberto Gallegos David

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 General	6
1.4.2 Específicos.....	6
1.5 Hipótesis general	7
1.6 Contenido de la tesis.....	7
CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA	9
2.1 Panorama mundial	9
2.2 Panorama nacional	10
2.3 Importancia del frijol en México.....	12
2.4 Diversificación agroalimentaria del frijol.....	16
2.5 Importancia del análisis del consumidor en estudios de alimentos funcionales	19
2.6 La evaluación sensorial como herramienta de aceptación en alimentos..	21
2.7 Aplicación del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) para la valoración de atributos	23

2.8 Teoría de juegos en el análisis del consumidor y elecciones estratégicas	27
2.9 Literatura citada	30
CAPÍTULO 3. DIVERSIFICACIÓN AGROALIMENTARIA DEL FRIJOL EN ZACATECAS, MÉXICO: POTENCIAL NUTRICIONAL Y AGRÍCOLA	49
CAPÍTULO 4. QUESOS PETIT SUISSE DIFERENCIADOS: PERCEPCIÓN DEL CONSUMIDOR E IDENTIFICACIÓN DE ATRIBUTOS SENSORIALES	57
CAPÍTULO 5. INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA: CARACTERIZACIÓN HEDÓNICA DE QUESOS FUNCIONALES CON HARINA DE FRIJOL	66
CAPÍTULO 6. ATRIBUTOS VALORADOS POR CONSUMIDORES MEXICANOS SOBRE EL QUESO ENRIQUECIDO CON HARINA DE FRIJOL: TÉCNICAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO	76
CAPÍTULO 7. PERFIL SOCIOECONÓMICO Y TEORÍA DE JUEGOS EN CONSUMIDORES POTENCIALES DE QUESOS FUNCIONALES CON HARINA DE FRIJOL	93
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES GENERALES	109

ABREVIATURAS

SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
GCMA	Grupo Consultor de Mercados Agrícolas
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
AHP	Proceso Analítico Jerárquico
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
CEDRSSA	Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria
LDRS	Ley de Desarrollo Rural Sustentable
CONASUPO	Compañía Nacional de Subsistencias Populares
PROFECO	Procuraduría Federal del Consumidor
SE	Secretaría de economía
IFIC	Fundación del Consejo Internacional de Información Alimentaria

DEDICATORIAS

A mi familia. A Pedro García Cruz, porque si alguna vez llego a ser alguien, será gracias a él. A mis sobrinos y hermanas, porque uno no puede dar grandes pasos sin grandes zapatos.

También a Héctor, aunque pasen los años existen vínculos inquebrantables, gracias por acompañarme en esta aventura. Carlos, estoy tan orgulloso de que seas mi amigo, me haces bien. Daniel, gracias por extirparme la risa hasta en los momentos complicados. Lucio, un héroe saca lo mejor de las personas. Es bonito el verbo cuidar, está a la altura de volar y es importante cuidar a quien te quiere.

Dedico esta tesis de manera especial a Rosa Vázquez Santiago y a Gloria García Vázquez. Porque se emocionan con cada paso que doy, aunque el tiempo y la distancia nos separen, todo sigue intacto. Siempre diré con orgullo, que son mi hermana y mi madre.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, expreso mi agradecimiento al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el apoyo brindado para la realización de mis estudios de Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola.

Agradezco a la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), en particular a la División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA), por otorgarme las facilidades necesarias para llevar a cabo mis estudios de posgrado.

De manera especial, reconozco y valoro el acompañamiento de los integrantes de mi Comité Asesor, el Dr. Marco Andrés López Santiago y la Dra. Blanca Isabel Sánchez Toledano, por su orientación y respaldo a lo largo del proceso de investigación. Asimismo, extendo un agradecimiento profundo al Dr. Ramón Valdivia Alcalá, cuyo apoyo fue fundamental para el desarrollo de este estudio.

DATOS BIOGRÁFICOS

	RAFAEL GARCÍA VÁZQUEZ Maestro en ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales
---	--

DATOS PERSONALES

Fecha de Nacimiento: 19 de abril de 1995

Lugar de Nacimiento: Filomeno Mata, Veracruz

CURP: GAVR950419HVZRZF09

Cedula profesional de licenciatura: 12203664

Cedula profesional de maestría: 14076825

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3972-970X>

FORMACIÓN ACADÉMICA

- Maestro en ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales - División de Ciencias Económico - Administrativas; agosto de 2019 a junio de 2021.
- Licenciado en Redes Agroalimentarias - Centro Regional Universitario Oriente (CRUO); agosto de 2014 a junio de 2018.
- Propedéutico - Centro Regional Universitario Oriente (CRUO); agosto de 2013 a junio de 2014.

RESUMEN GENERAL

ACEPTACIÓN DE QUESO ENRIQUECIDO CON HARINA DE FRIJOL: PERFIL DEL CONSUMIDOR E IDENTIFICACIÓN DE MERCADOS

El frijol es un cultivo estratégico mexicano. Se ha demostrado que cuenta con múltiples valores nutricionales benéficos para la salud, lo que lo hace relevante en el ámbito social, económico, biológico y cultural. Sin embargo, en los últimos años se han identificado problemas como la baja producción y consumo, lo que ejerce presión sobre la cadena productiva. Por ello, el objetivo del estudio fue evaluar la aceptación de quesos funcionales enriquecidos con harina de frijol negro en Zacatecas, México, para proponer alternativas de consumo y aumentar la competitividad del cultivo. Mediante el empleo de herramientas como la revisión sistemática de literatura, la utilización de una evaluación hedónica, el proceso de análisis jerárquico y la teoría de juegos, se estableció un proceso integral de análisis. Fueron identificados factores como la importancia de la diversificación agroalimentaria del frijol, los atributos sensoriales que son importantes en quesos diferenciados y posteriormente, los atributos sensoriales relevantes en la aceptabilidad de la harina de frijol en quesos, las motivaciones para la elección y el perfil socioeconómico del consumidor potencial. Se concluye que, a pesar del conocimiento de las propiedades de la leguminosa, existen propuestas escasas de diversificación. El análisis conjunto dio como resultado una técnica útil que puede servir de base para futuras investigaciones en diversos entornos y con diferentes productos alimenticios.

Palabras clave: Harina de frijol, Quesos diferenciados, Valor agregado, Zacatecas.

GENERAL ABSTRACT
ACCEPTANCE OF CHEESE ENRICHED WITH BEAN FLOUR: CONSUMER
PROFILE AND MARKET IDENTIFICATION

Beans are a strategic crop in Mexico. They have been shown to possess multiple nutritional properties beneficial to health, making them relevant in social, economic, biological and cultural contexts. However, in recent years, issues such as low production and consumption have been identified, placing pressure on the value chain. Therefore, the objective of this study was to assess the acceptance of functional cheeses enriched with black bean flour in Zacatecas, Mexico, in order to propose alternative consumption options and enhance the competitiveness of the crop. Through the use of tools such as a systematic literature review, hedonic evaluation, the analytic hierarchy process and game theory, a comprehensive analytical approach was developed. Key factors were identified, including the importance of agri-food diversification using beans, the sensory attributes relevant to differentiated cheeses, the sensory attributes influencing the acceptability of bean flour in cheese, consumer motivations for product choice, and the socioeconomic profile of potential consumers. It is concluded that, despite the recognized health properties of legumes, proposals for their diversification remain limited. The integrated analysis yielded a useful methodology that can serve as a foundation for future research in various settings and with different food products.

Key words: Bean flour, Differentiated cheeses, Added value, Zacatecas.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa que más se produce y consume en el mundo (Borja-Bravo & García-Salazar, 2022). En el caso de México, este cultivo representa un producto estratégico en la dieta nacional con una historicidad amplia (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2017).

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2022) señala que el frijol simboliza una actividad dual que beneficia al consumidor y a las familias productoras campesinas. Para el año 2022, dichas familias contribuyeron a la producción de 1 millón 193 mil toneladas, lo que representó el 14.2% de aumento en comparación con el año anterior.

Además, algunos estudios como los desarrollados por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) (2019), han demostrado que todas sus partes son comestibles, incluidas las semillas, flores y ejotes. Lo que significa que es un producto integral por sus múltiples usos.

Por la amplia adaptación y el número de variedades mejoradas disponibles, la producción está presente en todas las regiones del país (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura [FIRA], 2016). Al mismo tiempo, el estado de Zacatecas se destaca como líder a nivel nacional en la superficie sembrada (SADER, 2022a).

Empero, bajo un sistema alimentario globalizado, el consumo de frijol enfrenta cambios importantes en una sociedad donde los hábitos alimentarios también se ven constantemente modificados (Granado *et al.*, 2021), lo cual ejerce presión sobre las diferentes etapas de producción, comercialización, cadenas de procesamiento y consumo.

Por ello, diversos grupos de investigación han centrado esfuerzos en potenciar el consumo de frijol mediante la aplicación de tecnología alimentaria, que

incremente la competitividad y aporte productos con alto valor nutricional. Consecuentemente, se han creado propuestas de alimentos diversificados como galletas, botanas, harinas, entre otros (Cruz-Bravo *et al.*, 2015; Sánchez-Toledano *et al.*, 2021). Estos productos son atractivos al consumidor por sus propiedades en fibra, proteína y antioxidantes.

La evidencia científica ha demostrado que el cultivo tiene altos contenidos en polifenoles, antocianinas, saponinas, y otros compuestos antioxidantes en la testa; los compuestos al entrar con el organismo permiten una reducción en el colesterol sérico lo que ha resultado llamativo para la industria alimentaria (Chávez-Santoscoy *et al.*, 2013; Chávez-Santoscoy *et al.*, 2016) así, se demuestra que el frijol tiene un alto potencial nutraceutico.

Sin embargo, es preciso de una mejor comprensión de los consumidores para abrir nuevas oportunidades de mercado y aumentar el retorno de inversión en productos diferenciados (Romano *et al.*, 2020; Nchanji & Lutomia, 2021).

En esta dirección, el objetivo de la investigación fue evaluar la aceptación de quesos funcionales enriquecidos con harina de frijol negro, para proponer alternativas de consumo y aumentar la competitividad del cultivo.

1.1 Antecedentes

De forma histórica, el frijol es uno de los cultivos principales en México. La leguminosa es considerada como “un producto agroalimentario por tradición y clave en la dieta del mexicano” (Guzmán-Soria *et al.*, 2019, p. 131).

La producción anual es de 1.2 millones de toneladas (SADER, 2022a), mientras que el consumo anual per cápita es de 9 kilogramos (SADER, 2022b) y el Estado de Zacatecas ocupa el primer lugar en volumen de producción (SADER, 2022a).

Pese a ello, los productores de frijol en el país atraviesan diversos problemas. Algunos ejemplos son: deterioro en los precios reales y elevados costos de

producción (Zumara *et al.*, 2017). Por otro lado, existe una volatilidad en el precio del grano y una menor disponibilidad en las zonas de producción (Grupo Consultor de Mercados Agrícolas [GCMA], 2022).

Esta es una de las causas por la que la cadena de valor del frijol se ha visto disminuida, principalmente por la falta de competitividad. Se encuentra que una forma de aumentarla es mediante la diversificación de productos agroindustriales.

La premisa es respaldada por diferentes estudios como el de Longoria-Cordero & Rivera-Acosta (2015) y Zumara *et al.* (2017) en donde se halla que, mediante la diversificación agroalimentaria a partir de la harina de frijol negro se obtienen ventajas económicas y sociales para productores, además de ofrecer productos que benefician a la salud del consumidor con un alto nivel nutrimental.

Por otro lado, la leguminosa es valorada como una alternativa para la ingesta de nutrientes con costos accesibles y producto sostenible (Maphosa & Jideani, 2017).

De acuerdo con Siddiq *et al.* (2010) y Navarro (2019) los granos del frijol tienen proteínas en proporciones mayores a los granos de cereales. Entre sus propiedades destacan las vitaminas, minerales y fibra dietética. Además, se ha registrado que tienen compuestos antioxidantes y otros fitoquímicos (Maphosa & Jideani, 2017).

Las propiedades de la harina de frijol se han abordado en algunos estudios como el de Manonmani *et al.* (2014), en donde se determinó la calidad que tiene la leguminosa, el efecto de sus propiedades nutraceuticas y la incidencia sobre la formulación y procesamiento de alimentos.

En esta línea, la harina del frijol negro ha demostrado algunas ventajas en comparación con otro tipo de harinas de leguminosas (Kui *et al.*, 2014) como una mejor absorción de agua y aceites.

En cuestión del tema de quesos diferenciados y de acuerdo con algunos autores como Oliveira *et al.* (2017), Lima *et al.* (2021) y Dos Reis *et al.* (2022) apuntan a que es un tema relevante de investigación, se ha encontrado que al adicionarse con otros productos como la avena, frutas o harina de frijol suelen ser una opción viable que ofrece beneficios nutricionales a los consumidores.

A la par, se sugiere que la inclusión de algún ingrediente innovador en su elaboración o el aumento o disminución de las cantidades de sus componentes resultan un punto importante de estudio para determinar un mejoramiento en las propiedades y entonces, potencialmente ser un alimento funcional diferenciado (Silva *et al.*, 2018).

1.2 Planteamiento del problema

El frijol negro es un cultivo relevante en el ámbito social, económico, biológico y cultural.

Cuenta con un papel clave en la diversificación e intensificación de la agricultura sostenible, especialmente en un contexto de cambio climático. Su importancia se amplía desde el campo hasta en temas relacionados con la mejora de la seguridad alimentaria y salud humana (Vasconcelos *et al.*, 2020).

Pese a ello, algunas organizaciones han demostrado que existe un debilitamiento en la competitividad del producto, lo que se traduce en periodos de volatilidad que afectan a la producción y el precio (GCMA, 2022), esto ejerce presión sobre las diferentes etapas de la cadena productiva.

La leguminosa se enfrenta a modificaciones importantes en los hábitos alimentarios provocados por cambios estructurales en el ingreso, empleo, migración y el urbanismo.

Por su importancia, diversos estudios como el de Figueroa *et al.* (2015), García *et al.* (2019) y Sánchez-Toledano *et al.* (2021), se han enfocado en la búsqueda de soluciones al problema.

La conversión agroindustrial del frijol mediante la promoción de ser un ingrediente con alto potencial nutricional se ha mostrado como un punto estratégico para diversificar la oferta y agregarle valor.

Según Curutchet *et al.* (2023) la introducción de productos alimenticios innovadores con la adición de ingredientes nutraceuticos ofrece beneficios potenciales para los consumidores y nuevas oportunidades comerciales para los productores.

Bajo este contexto, la utilización de harina de frijol ha cobrado importancia. Sin embargo, para que estos productos tengan éxito se requiere investigaciones que incluyan los siguientes aspectos: análisis de mercado, estudios de aceptabilidad del consumidor, evaluación de propiedades físicas y sensoriales, además de las estrategias de comercialización.

1.3 Justificación

A pesar del conocimiento de las propiedades de la leguminosa, existen propuestas escasas para la diversificación de productos agroindustriales con carácter de funcionales. La cadena de valor del frijol requiere de un impulso y fortalecimiento en la capacidad que tiene dentro del mercado, una manera de lograrlo es haciendo uso de tecnologías para aprovechar los componentes del grano y obtener alimentos selectos de calidad y valor agregado.

Al respecto, se ha mencionado que la utilización del frijol negro todavía es limitada (Vongsumran *et al.*, 2014). Esta razón, es por la que el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (2021a) ha estado indagando en alternativas de consumo a partir de la creación de diversos productos derivados de la leguminosa. En esta línea, la aplicación de análisis

sensoriales en productos con harina de frijol ha tenido resultados favorables en la aceptación de este (Blandón & Larios, 2019).

También, en Zacatecas se han generado alternativas de consumo a través del desarrollo de productos elaborados con harina de frijol como barras nutritivas, panques, galletas, tallarines, humus, totopos y churros. No obstante, se necesitan de estudios que determinen la valoración de las propiedades que atraen al consumidor y la factibilidad económica (INIFAP, 2021a).

De esta manera, se justifica la investigación partiendo de la finalidad de contribuir al incremento de la competitividad y ofrecer, al mismo tiempo, alternativas agradables de consumo. Es crucial explorar el uso de harina de frijol en quesos y llevar a cabo un estudio que demuestre la viabilidad económica y las propiedades sensoriales que la hacen interesante para el mercado.

Se escogió Zacatecas como área de estudio debido a que es pionero en la producción de frijol. Por ello, se considera viable para el análisis de las propiedades sensoriales y la viabilidad de mercado en productos diversificados de este.

1.4 Objetivos

Esta investigación tiene los siguientes objetivos:

1.4.1 General

- Evaluar la aceptación de quesos funcionales enriquecidos con harina de frijol negro, para proponer alternativas de consumo y aumentar la competitividad del cultivo.

1.4.2 Específicos

- Analizar la importancia y necesidad de la diversificación agroalimentaria del frijol.

- Identificar los atributos sensoriales que son relevantes en quesos diferenciados.
- Caracterizar las preferencias del consumidor en quesos con harina de frijol a través de una evaluación hedónica.
- Aplicar el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) para evaluar los atributos que influyen en la compra del producto.
- Analizar el perfil socioeconómico del consumidor por medio de la teoría de juegos.

1.5 Hipótesis general

- La incorporación de harina de frijol en quesos diferenciados influye significativamente en la aceptación del producto por parte de los consumidores. El análisis de atributos sensoriales específicos y variables socioeconómicas permite identificar perfiles que expliquen la decisión de consumir o no el queso diferenciado con harina de frijol.

1.6 Contenido de la tesis

La investigación está integrada por ocho capítulos. En el primero se presenta la introducción general que cierra con este apartado.

El capítulo 2 presenta la revisión de literatura en donde se hace un análisis del estado del conocimiento en el contexto mundial y nacional. También, incluye las ventajas de la diversificación agroalimentaria del frijol y la forma en la que se han empleado las metodologías de la investigación. Asimismo, la importancia del estudio del consumidor para este tipo de trabajos.

En el capítulo 3 se despliega un artículo de revisión científica que explora la importancia de la diversificación agroalimentaria del frijol por medio del análisis de 3 escenarios: “Papel estratégico del frijol en la región de Zacatecas”, “Desafíos en la competitividad del frijol” e “Importancia de la diversificación del frijol”.

Dentro del capítulo 4 se genera un análisis que muestra los atributos sensoriales de mayor relevancia en quesos diferenciados.

Por su parte, el capítulo 5 presenta un artículo de investigación sobre la caracterización del impacto de las preferencias del consumidor en quesos enriquecidos con harina de frijol.

Dentro del capítulo 6 se identificaron los atributos que influyen en la compra del producto por medio de un AHP.

El capítulo 7 determinó perfiles de consumidores a través del análisis de los factores socioeconómicos y el uso de la teoría de juegos.

El último capítulo es el 8 y aquí se presentan las conclusiones generales del trabajo de investigación realizado.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA

Dentro del documento, se ha abordado el papel que tiene el frijol en el territorio. Es importante mencionar que de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2022) este producto es la leguminosa con mayor importancia para el consumo humano. Se caracteriza por contar con múltiples propiedades nutricionales benéficas (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2000; Karavidas *et al.*, 2022).

En este apartado, se recopiló, analizó e interpretó la información existente en la literatura científica, identificando los siguientes elementos como temas relevantes para la investigación:

2.1 Panorama mundial

El frijol es un cultivo estratégico que se desenvuelve alrededor del planeta y está presente en la dieta de los hogares de diversos países. Todo ello, sin importar fronteras existentes, región, cultura o clase social (Reyes, 2012).

Gaucín (2019) y Karavidas *et al.* (2022) señalan que es la legumbre con mayor producción y consumo mundial, por lo que es de vital importancia para los sistemas de producción agrícola.

El Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA) (2020) menciona que se cosecha en diferentes sistemas de producción, ambientes y regiones. La distribución de la leguminosa tiene registros en Europa, África, Medio Oriente y América Latina. Es un alimento tradicional con implicaciones culturales en países como Brasil y México (Barros, 2012).

A su vez, son cultivadas más de treinta y tres millones de hectáreas. No obstante, la producción mundial se ha concentrado en una cantidad reducida de países: Myanmar, India, Brasil, China, Tanzania, México (Cuevas, 2021).

En cuanto al consumo, se concentra en India, Brasil, México, Estados Unidos y Uganda que consumen más del 57.7% (FIRA, 2019). De acuerdo con CEDRSSA (2020):

Países como Brasil, India, Myanmar, China, México y Estados Unidos, mantienen un papel preponderante a nivel internacional en la producción de frijol. Por su parte, sólo países como Estados Unidos y China son los que superan los rendimientos promedio mundiales, por lo que el nivel de producción alcanzado por la mayoría de los países productores está determinado por la escala de producción o extensión de tierra cultivada, y no por la intensificación en los recursos técnicos empleados para su producción (p. 5).

Los cambios ocasionados con el cambio climático han provocado una reducción en la producción y disponibilidad de alimentos que se prevé aumente en los últimos años (Osuna-Ceja *et al.*, 2019). En estos escenarios, algunos autores sugieren que deben buscarse estrategias que aseguren la producción de alimentos de importancia mundial como el frijol (Stacey *et al.* 2015).

Por todo lo mencionado, el frijol se vuelve fundamental para los sistemas de producción agrícola y el consumo alrededor del mundo. Dado que se observan variaciones en los rendimientos dentro de los países productores, es crucial el trabajo conjunto para la mejora en la producción y el acceso, a su vez, que siga concurriendo al apoyo de la seguridad alimentaria.

2.2 Panorama nacional

México es uno de los países en donde el frijol tiene un papel relevante para el sector económico y agroalimentario, con un valor de producción de \$20,514,764.28 (SIAP, 2023).

FIRA señala que el país es uno de los lugares con mayor superficie y rendimientos por unidad sembrada (FIRA, 2019), ocupando el tercer lugar en

importancia para el año 2018 (Cuevas, 2021). Para el año 2023, se obtuvo una producción de 1,288,806.47 toneladas (SIAP, 2023).

Asimismo, es el segundo cultivo más importante en el sector agrícola, después del maíz (*Zea mays L.*) (de los Santos-Ramos *et al.*, 2017; Prieto-Cornejo *et al.*, 2019). Representa una tradición de producción y consumo, especialmente en áreas rurales (Márquez-Quiroz *et al.*, 2015) y se informa que el consumo per cápita en 2022 ascendió a 9 kilogramos por persona (SADER, 2022b).

También, es el noveno productor mundial y representante de alrededor del tres por ciento de la producción total (Cuevas, 2021). El principal estado productor es Zacatecas seguido por Sinaloa y Nayarit (SADER, 2022a).

La Cámara de Diputados del H. Congreso de la unión, en el artículo 179 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS), establece que en México:

Se considerarán productos básicos y estratégicos, con las salvedades, adiciones y modalidades que determine año con año o de manera extraordinaria, la Comisión Intersecretarial, con la participación del Consejo Mexicano y los Comités de los Sistemas-Producto correspondientes, los siguientes: I. maíz; II. caña de azúcar; III. frijol; IV. trigo; V. arroz; VI. sorgo; VII. café; VIII. huevo; IX. leche; X. carne de bovinos, porcinos, aves; y XI. pescado (p. 53).

También, se registró que el grano ocupa la posición número veinte de acuerdo con cultivos perennes y cíclicos, principalmente porque tiene adaptabilidad y numerosas variedades (Cuevas, 2021). Por su superficie de producción y consumo se destaca su papel socioeconómico en el territorio (Treviño & Rosas, 2013; SADER, 2022a).

Muchas de las variedades que se han registrado tienen importancia dentro del territorio. SADER (2019) demostró que, de las 150 variedades de la legumbre,

coexisten dentro del país mínimamente una tercera parte, por ejemplo, el frijol negro, blanco, morado, entre otros.

En general, se halla información que demuestra la importancia que tiene el frijol en el país y su papel predominante en el sector agroalimentario. Es preciso profundizar en los factores que afectan la productividad y, por ende, disminuyen el consumo. De esta manera, se podrían generar propuestas que aborden estos desafíos y contribuyan positivamente.

2.3 Importancia del frijol en México

La historicidad del producto representa identidad y tradición cultural porque cumple con diferentes funciones.

En este tenor, es una de las especies trascendentales que se integraron en la dieta de los pueblos indígenas de México (SADER, 2019), posicionándose como uno de los principales componentes (Salinas, 2017) y volviéndose una especie clave para la dieta nacional (SAGARPA, 2017). Por su demanda, se halla en todas las regiones agrícolas.

El consumo mayormente está presente en variedades como el azufrado, negro, flor de mayo, flor de junio, entre otros (SADER, 2020a).

CEDRSSA (2020) presenta los siguientes datos:

Se cultivan alrededor de 20 variedades mejoradas y 50 criollas. La clasificación es básicamente por colores: blancos, amarillos, claros, rosados, morados, negros y pintos. La clasificación del frijol en el país la realizó la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO), misma que se ha extendido a nivel comercial, a través de las preferencias de los consumidores lo que ha permitido establecer la diferencia en el precio que se paga a las distintas variedades, aunque estas preferencias son muy dinámicas. Se identifica al frijol en tres grandes grupos: Muy

Preferente (Azufrado, Mayocoba, Negro Jamapa, Peruano, Flor de mayo y Flor de junio), Preferentes (Garbancillo, Manzano, Negro San Luis, Negro Querétaro y Pinto nacional) y en No Preferentes (Alubia, Bayo berrendo, Bayo blanco, Bayo Río grande, Negro Zacatecas, Ojo de Cabra y Pinto Mexicano) (p. 8).

De manera nutricional, es una fuente significativa de proteínas, vitaminas como el potasio y hierro (Gaucín, 2019). SADER (2020a) sugiere que estos tienen carbohidratos complejos y vitaminas como el complejo B, calcio y magnesio.

Suárez-Martínez *et al.* (2016) resumen que es una fuente de proteína, calorías, vitaminas del complejo B y minerales. También, tiene altos contenidos de polifenoles, antocianinas, saponinas, y otros compuestos antioxidantes (Chávez-Santoscoy *et al.*, 2013). Lo cual, la hace ser la leguminosa con mayor importancia en México, ya que alberga alrededor del 36% de la ingesta total de proteínas para el país.

Entre sus principales aportaciones se encuentra que pueden reducir riesgos en enfermedades cardiovasculares, bajar los niveles de colesterol maligno para el ser humano y mejorar el sistema inmune (Echeverría, 2020).

La Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) (2017) hace referencia a que el contenido nutracéutico del grano tiene las siguientes ventajas:

Mantiene un sistema nervioso saludable, un funcionamiento adecuado del aparato digestivo y una piel sana. El consumo de ácido fólico se hace indispensable principalmente para las mujeres embarazadas y lactantes. El frijol no sólo contiene un bajo índice glicémico y poca grasa, sino también una gran cantidad de fibra, dando con ello, no sólo estabilidad en los niveles de azúcar en la sangre, sino también una sensación de saciedad. Gracias a sus propiedades ayuda a prevenir y controlar enfermedades cardiovasculares, hipertensión, colesterol alto, diabetes,

obesidad, cáncer de colon y seno, osteoporosis y anemia. Además, reduce los síntomas de la menopausia, gracias a los fitoestrógenos.

La planta es integral ya que se da un aprovechamiento de todas sus partes, desde las flores hasta las vainas, razón por la cual está presente dentro de muchos platillos mexicanos (SADER, 2019).

Puede decirse que el frijol además de ser un factor primordial dentro de la alimentación también juega un papel de suma importancia en la cultura gastronómica, teniendo ventajas nutricionales como las que se señalan.

Debido a que es uno de los alimentos de la canasta básica del territorio, resulta necesario prestar atención al estudio de los factores que se le interrelacionan. Esta es una de las razones que demuestran la necesidad de trabajos conjuntos dedicados a conocer las variaciones del mercado de frijol.

Lara (2015) menciona que la producción y conservación de las diferentes variedades de la leguminosa va a garantizar la perpetuación de una identidad alimentaria y una ingesta de proteínas y vitaminas en la población.

Por su parte, Torga (2019) sugiere que es un pilar económico y elemento crucial para la nación, por ello, algunas instituciones como el INIFAP, en los últimos años se ha adentrado en la propuesta de la generación de nuevos productos a base de frijol.

Pese a ello, se localiza que el consumo anual per cápita tiene una disminución entre el periodo actual en comparación con algunas décadas, esto se debe a diferentes factores. Algunos de estos son: migración, urbanismo, cambios en el poder adquisitivo (CEDRSSA, 2020) lo cual, ha favorecido a una inminente disminución en el consumo.

Otro factor relevante es que, la leguminosa se ha visto como sinónimo de un “cultivo de pequeños agricultores” lo que hace que crezca y se produzca muchas

veces en condiciones no optimas ni con los insumos necesarios (Lejardi *et al.*, 2013).

Entonces, el consumo de la leguminosa se enfrenta a escenarios de modificaciones importantes en una sociedad que cambia día con día. En este cambiar, se modifican hábitos alimenticios a consecuencia de la urbanización, la constante migración y las modificaciones del tipo de empleo, frente a una economía globalizada, lo que ha provocado presiones en las etapas de la cadena de producción, comercialización, transformación y consumo (Secretaria de economía [SE], 2021).

Su estabilidad requiere de una dinámica coordinada entre campesinos, comercializadores y consumidores (León *et al.*, 2020), del mismo modo, de la necesidad de estrategias contundentes que sumen a la creación de nuevas propuestas de consumo ya que como se ha demostrado, este producto agrícola es un pilar económico.

SADER (2020a), sugiere que, ante la finalidad de reconocer su importancia, el gobierno mexicano ha generado programas con miras a mejorar la situación de la producción. Entre ellos se inscribe la “producción para el Bienestar”. A su vez, se ha puesto cuidado en los precios de Garantía para los productores (SADER, 2020b). Por otro lado, INIFAP (2021b) ha externado que el frijol es la base para lograr autosuficiencia por lo que se precisa que la oferta y demanda beneficien a la comercialización del frijol y sus eslabones.

Dentro del desarrollo productivo nacional, una de las principales estrategias es la optimización del procesamiento industrial del frijol (SAGARPA, 2017). Sin embargo, como ya se ha señalado, se ha avanzado poco en la propuesta de mejoras y en la diversificación agroalimentaria de productos derivados de este grano, lo que limita su competitividad en el mercado y su aceptación en el consumo.

2.4 Diversificación agroalimentaria del frijol

La diversificación del cultivo para incrementar su competitividad es primordial. Este es un trabajo complejo ya que se requiere del uso de materiales del frijol con los atributos demandados por el mercado. Actualmente, se hallan numerosos estudios donde se pone en evidencia las ventajas de la diversificación agroalimentaria y se sustenta con evidencia científica como la siguiente:

En el caso del frijol blanco, García *et al.* (2019) encontraron que las harinas de frijol tienen propiedades funcionales para la fabricación de productos alimentarios. Tales como: bebidas instantáneas, galletas, productos fritos, salsas, embutidos y productos de repostería.

Figueroa *et al.* (2015) realizaron un estudio donde se propone el uso de la harina de frijol en panques y barras. Estos hallaron que el panqué tiene elevados contenidos de taninos y al menos cinco veces más fibra que los panques convencionales. Las barras presentaron excelencias en contenido de proteína, fenoles totales y taninos.

En esta diversificación, Salina (2017) generó una propuesta de snack a base de harinas de frijol biofortificado y maíz nixtamalizado evaluando los nutrientes en grasa, minerales y vitaminas. Mientras que, Alvares (2019) hace un estudio de la harina de frijol para la elaboración de tortillas y tamales concluyendo en los beneficios nutricionales y, además, recomendando evaluar diferentes estrategias para hacer que el precio sea competitivo y accesible.

En el caso específico de México, el INIFAP (2021c) destaca que las tendencias alimentarias han evolucionado, incrementando la demanda de alimentos funcionales. Un ejemplo claro es el frijol, cuyas propiedades antioxidantes, antiinfecciosas y antiinflamatorias lo hacen particularmente atractivo para los consumidores. Esto resalta la necesidad de impulsar el desarrollo de productos derivados, como las harinas de frijol, que permitan aprovechar sus beneficios y responder a las nuevas exigencias del mercado.

Herrera & Bravo (2019) señalaron que INIFAP ha trabajado en diferentes productos de pan con pasta de frijoles con el objetivo de aumentar el valor comercial de estas legumbres, al tiempo que se proporciona productos funcionales superiores. En el tema de la harina de frijol, se han registrado propuestas de productos como barras nutritivas, panques, galletas, tallarines, humus y botanas (INIFAP, 2021a).

Rocha-Guzmán *et al.* (2008) evaluaron las propiedades físicas de la masa extruida de tres tipos de granos, obteniendo resultados positivos. Por su parte, Gallegos-Infante *et al.* (2010) desarrollaron una pasta a base de harina de frijol con un índice glucémico bajo, lo que demuestra su impacto positivo en la salud. Asimismo, se han creado productos como barras nutritivas y panes elaborados con harinas de frijol (López & Márquez, 2014; Galván & Sagahón, 2014),

En esta misma línea, Sánchez-Toledano *et al.* (2021) realizaron un estudio sobre la aceptación y las preferencias de los consumidores hacia un tallarín enriquecido con harina de cotiledón de frijol. Los resultados destacaron una evaluación favorable y una alta preferencia de compra entre los consumidores del estado de Zacatecas.

Sánchez-Toledano *et al.* (2021) concluyen lo siguiente:

En el mercado nacional no se ha explorado el análisis sobre las preferencias y aceptación por parte de los consumidores de una pasta enriquecida con harina de cotiledón de frijol; los resultados permiten ofrecer un conocimiento confiable a productores y comercializadores de alimentos que están explorando continuamente nuevas estrategias para proporcionar a los mercados productos alimenticios nuevos y más saludables. Concluyendo que los atributos más importantes que determinan las preferencias para la compra de tallarín enriquecido con harina de frijol fueron los atributos sensoriales, la marca y el origen. Los consumidores de pasta tipo tallarín enriquecida con harina de cotiledón de

frijol del estado de Zacatecas se agruparon en tres segmentos con respecto a sus actitudes y preferencias de compra: ambientalistas (40.2%), preocupados el tipo de alimentos que consumen (27.5%), y consumidores despreocupados (32.2%). La información sugiere que el tallarín enriquecido con harina de cotiledón de frijol tiene posibilidades de ser escalado comercialmente entre segmentos de consumidores de pastas (p. 96, 97 y 101).

El INIFAP (2021a) señala que, debido a la importancia nutricional y socioeconómica del frijol, se están explorando alternativas para fomentar su consumo. Entre estas iniciativas destacan las propuestas previamente mencionadas, que buscan diversificar los productos derivados del frijol por medio de la implementación de tecnologías alimentarias, adaptándose a las nuevas tendencias y demandas del mercado.

El estudio de la harina de frijol ha evidenciado importantes atributos nutricionales con altos porcentajes de beneficios para la salud humana (Vargas *et al.*, 2012). Además, se ha documentado que el grano puede integrarse en programas de micronutrientes para mejorar su calidad nutricional (Fernández & Sánchez, 2017). Sin embargo, se identifica una falta de estadísticas claras sobre la producción y uso de harinas de frijol en México, así como la ausencia de datos sobre su aplicación en la agroindustria.

Por todo lo anterior, resulta crucial formalizar estudios de mercado que generen información relevante para evaluar el potencial y las oportunidades de este producto en el sector agroalimentario.

Sangerman-Jarquín *et al.* (2010) mencionan que:

El INIFAP ha contribuido en la formación de nuevas variedades, con altos rendimientos, tolerancia a enfermedades, grano de aceptación comercial y alta calidad nutritiva. La agricultura y particularmente al cultivo del frijol, debe de dársele una reactivación en virtud de su importancia,

antecedentes culturales, necesidades socioeconómicas y alimentarias, para la región y el país (338-339).

La información recopilada por instituciones como el INIFAP debería aprovecharse para impulsar investigaciones enfocadas en la harina de frijol y otros derivados. Es fundamental integrar estudios económicos, sensoriales y nutracéuticos que permitan evaluar su potencial y aceptación en el mercado.

De manera estratégica, esta conjunción de investigaciones podría sentar las bases para el desarrollo de tecnologías innovadoras, las cuales contribuirán significativamente a mejorar la competitividad del frijol en los mercados nacional e internacional, fortaleciendo su posicionamiento como un producto clave en la agroindustria.

2.5 Importancia del análisis del consumidor en estudios de alimentos funcionales

Los estilos de vida actuales inducen a las personas a cambiar hábitos alimenticios (Suárez-Martínez *et al.*, 2016). Estos cambios se han observado con mayor presencia en los años posteriores a la pandemia de COVID-19 (Gomes & Lopes, 2022; Galanakis, 2023). En donde las demandas de los consumidores y el comportamiento de compra se han visto modificados (Kim, 2020).

A partir del acontecimiento, los consumidores formaron una mayor conciencia por alimentos saludables, pero también por características específicas (Brumă *et al.*, 2021), el comportamiento de compra cambio sustancialmente (Larios-Gómez *et al.*, 2021) y la implementación de nuevos productos en el desarrollo agronómico y económico deben tomar en consideración estos cambios (Brumă *et al.*, 2021).

En este sentido, las necesidades de los consumidores han crecido hasta el punto de buscar alimentos funcionales (Karelakis *et al.*, 2020).

El estudio del comportamiento del consumidor, así como comprender las percepciones y actitudes es de gran importancia porque estos alimentos tienen el objetivo de brindar beneficios nutricionales específicos (Kraus, 2015; Calado *et al.*, 2018). Por tanto, la aceptación del consumidor es fundamental para su éxito (Guiné *et al.*, 2020).

El consumidor de alimentos funcionales cuenta con un estilo de vida, edad, género, área geográfica y diferentes motivos de compra como la prevención contra enfermedades (Nazir *et al.*, 2019). Por tanto, las tendencias de consumo obedecerán a factores como hábitos, costumbres y culturas (Van Trijp & Van der Lans, 2007).

El lanzamiento de productos funcionales al mercado abre nuevos nichos. Pero exhiben una amplia heterogeneidad de las preferencias de consumo (Tian *et al.*, 2022). Al abordarse diferentes factores que influyen, es preciso mencionar que la propuesta de un alimento funcional tiene que comprender como los consumidores perciben y aceptan estos, los segmentos de mercados y la implementación de estrategias diferenciadas (Tian *et al.*, 2022).

El éxito se verá afectado estrictamente por factores como los ya mencionados. Ante ello, las estrategias deberían tener en consideración múltiples determinantes de estudio en la decisión de aceptar o rechazar un nuevo alimento (Kaur & Das, 2011; Giordano *et al.*, 2018).

Bajo esta lógica, la investigación sobre el comportamiento y las actitudes de los consumidores ayudan a desarrollar estrategias adecuadas, correctas y eficaces (Alongi & Anese, 2021).

En términos generales, es crucial comprender el comportamiento del consumidor, ya que de esto dependerá el éxito y la aceptación en el mercado. Asimismo, ayuda a la comprensión e identificación de formas más eficientes de mejorar el producto y optimar los canales de comercialización.

2.6 La evaluación sensorial como herramienta de aceptación en alimentos

Las evaluaciones hedónicas se utilizan para calificar los alimentos de manera diferente según sus características. Por ende, sirven para establecer la aceptabilidad de un producto.

Bajo esta premisa, Short *et al.* (2018) apuntan a que la percepción humana es un eje determinante para el desarrollo de nuevos productos, por tanto, los estudios de evaluación sensorial se vuelven esenciales en la etapa de producción pre comercial y actúan como un conector entre consumidores y productores.

De manera que, la experiencia gustativa implicará la integración de múltiples entradas sensoriales y la evaluación hedónica es la herramienta para evaluarlas.

Algunos trabajos han encontrado que la evaluación sensorial reconoce la contrastación de cualidades esperadas y reales, lo que puede direccionar en el tipo de respuesta que tiene el consumidor, por ello, estos estudios pueden mejorar los atributos en la fase de experimentación (Yeomans *et al.*, 2008; Short *et al.*, 2018).

El papel determinante del conocimiento científico sobre las respuestas hedónicas y perfiles sensoriales queda en evidencia. En contraparte, se halla que muchas veces no es tomado en cuenta cuando se proponen nuevos alimentos. En esta dirección, varios estudios se han centrado en conocer los atributos que son esenciales para el desarrollo de productos innovadores, y estos son los que crean una dirección en el mercado.

La evaluación sensorial es una herramienta viable para la propuesta de productos innovadores ya que cubre diferentes preferencias sensoriales y halla, en su análisis, la variación en los alimentos, el cual tiene un gran impacto en las respuestas hedónicas (Alexi *et al.*, 2018). En el tema de los quesos, se ha manifestado que la comprensión de los atributos influye en las preferencias alimentarias.

Investigaciones como la de Mercado *et al.* (2021) demuestran que al compararse las características que tienen los quesos de diferentes orígenes mediante la percepción hedónica, es posible, identificar propiedades que resultan de mayor relevancia para los consumidores en comparación con otras. Al realizarse pruebas sensoriales hedónicas y descriptivas para la adición de chocolate sólido y fundido en quesos se localizó cuales formulaciones son las más valoradas y que tienen potencial en el mercado por sus atributos (Rabie *et al.*, 2020).

A la par, se apunta a que los cambios en el procesamiento y la adición de ingredientes alternativos pueden mejorar las preferencias de los consumidores y mediante las evaluaciones sensoriales medir el tipo de respuesta que se obtiene.

Reissig *et al.* (2020) sugieren que las propiedades que mejor se califican en las evaluaciones sensoriales predicen la aceptación de un producto. Por ende, algunas recomendaciones plantean mejorar las formulaciones de los productos si es necesario, con el objetivo de alcanzar valoraciones mayores en las evaluaciones y que sirvan para que la intención de compra se eleve (Saito *et al.*, 2019).

Sumado a ello, algunos casos de estudio han señalado que las propiedades sensoriales consideradas importantes en un tipo de producto no siempre pueden generalizarse. En esta línea, se sugiere que las evaluaciones sensoriales no deben ser homogéneas. Cada producto alimenticio requiere un análisis hedónico específico, ya que no existe una preferencia generalizada que pueda aplicarse a todos los productos, incluso si son similares o parecidos. Este enfoque personalizado en las evaluaciones sensoriales garantiza una comprensión más precisa de las preferencias de los consumidores para cada tipo de alimento.

En un estudio presentado para realizar comparaciones entre las preferencias del consumidor en alimentos etiquetados y convencionales se halló que, las preferencias sensoriales muestran algunas diferencias importantes entre los productos analizados por variables como la edad, género y educación. En este

sentido, apuntan a que, al ejecutar comparaciones, los análisis tienen que examinar a cada uno y no generalizarlos, tampoco crear perfiles del consumidor de gran alcance que se basen en un solo producto alimenticio (Kos *et al.*, 2018).

De acuerdo con Madzharov *et al.* (2016) un mayor consumo es impulsado por el acrecimiento de experiencias placenteras que tienen forma de respuestas emocionales más favorables en el momento de degustación, por ende, lleva a evaluaciones positivas del gusto, lo que contribuye a comprender las formas del consumidor y los impulsos que se le relacionan.

Los gustos y preferencias que se subrayan a través de las evaluaciones sensoriales son como las huellas digitales: únicas para cada individuo. Aunque, estas son motivadas por diversos factores, la lógica conlleva a creer que independientemente de estos al final lo que se busca es que la percepción del consumidor lleve a una intención de compra que sea impulsada por el gusto. Por ello, un alimento debe tener propiedades físicas, funcionales y sensoriales que los consumidores encuentren deseables, seguir un buen protocolo estándar mejorará la precisión y minimiza el sesgo (Fundación del Consejo Internacional de Información Alimentaria [IFIC], 2019).

Al identificar las motivaciones de los consumidores para adquirir un producto, se analizan sus necesidades, lo que proporciona una valiosa orientación al mercado sobre cómo ofrecer productos más adecuados (Romano *et al.*, 2020). Al mismo tiempo, se considera que este tipo de enfoques requiere la exploración de metodologías económicas como un eje complementario al análisis sensorial. Integrar metodologías económicas permitirá optimizar la toma de decisiones.

2.7 Aplicación del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) para la valoración de atributos

Esta herramienta es útil por diversas razones, principalmente, porque permite tomar decisiones con cierto grado de complejidad. Es un instrumento de decisión en el que se toman en cuenta las necesidades del problema en cuestión.

De acuerdo con la literatura encontrada se halla que se ha utilizado esencialmente por investigadores y tomadores de decisiones para la definición de criterios y el cálculo en la evaluación de alternativas, varios estudios se han centrado en este método (de FSM & Camanho, 2015).

También, se indica que el AHP es empleado para seleccionar entre alternativas de competición, en la asignación de recursos escasos y para la generación de pronósticos (Vaidya & Kumar, 2006). El cálculo de los criterios para la clasificación a emplearse dependerá de las técnicas que mejor satisfagan la investigación (de FSM & Camanho, 2015).

Se observa que existen problemas en cuestión de los juicios subjetivos basados en la forma en la que se analiza el AHP. En la literatura concurren múltiples artículos que describen formas de derivar las prioridades de la matriz a emplearse, aunque pocas veces se habla de los beneficios que trae consigo cada técnica (Liu *et al.*, 2020). Por ejemplo, Lin *et al.* (2013) proponen un enfoque heurístico para derivar el vector prioritario en AHP, este puede utilizarse como un método nuevo y alternativo.

Sin embargo, una de las ventajas evidentes es que es aplicable en diferentes áreas como en la parte técnica, económica, política, social y cultural. Es una herramienta científica que en su abordaje permite cuantificar aspectos que son de difícil cálculo (Beltrán *et al.*, 2021).

Beltrán *et al.* (2021) esbozan lo siguiente:

El mejor modo de entender el método es describiendo sus tres funciones básicas: estructurar la complejidad, medir en una escala y sintetizar. A continuación, se describen estas de una manera breve. Estructuración de la Complejidad. Saaty buscó una manera para resolver el problema de la complejidad, y utilizó la estructuración jerárquica de los problemas en subproblemas homogéneos. Medición en escalas. El AHP permite realizar mediciones de factores tanto subjetivos como objetivos a partir de

estimaciones numéricas, verbales o gráficas, lo cual le provee una gran flexibilidad, permitiendo esto, gran variedad de aplicaciones en campos tan distintos unos de otros. Síntesis. Aunque el nombre incluya la palabra Análisis, el enfoque del AHP es totalmente sistémico, ya que, aunque analiza las decisiones a partir de la descomposición jerárquica, en ningún momento pierde de vista el objetivo general y las interdependencias existentes entre los conjuntos de factores, criterios y alternativas, por lo tanto, este método está enfocado en el sistema en general, y la solución que presenta es para la totalidad, no para la particularidad (p. 252).

Por todo ello, para su utilización, primeramente, es preciso conocer las técnicas y analizar las especificaciones de cada una. Algunos trabajos realizados demuestran la efectividad del AHP en diferentes áreas. Se deduce que la clasificación a utilizar, los métodos empleados para las alternativas y las clasificaciones dependerán específicamente del tema que se esté tratando.

Ahora bien, algunos estudios lo han empleado para estudiar el comportamiento de los consumidores. Por ejemplo, se buscó la efectividad que tiene el etiquetado de origen y la preferencia de los consumidores por productos locales en cerezas. Para ello, el AHP fue empleado en la estimación de la importancia de los atributos y sus diversos niveles. Con la herramienta, se estableció una clasificación de preferencias utilizando el criterio de la media geométrica, el cual dio por resultado que los consumidores en estudio suponen que el atributo “origen” es el de mayor valor al momento de hacer una compra (Lambarraa-Lehnhardt *et al.*, 2021).

Las propiedades que tienen más importancia para lograr una toma de decisiones de mayor eficacia se han trabajado con el AHP. Padillo *et al.* (2021) utilizaron esta metodología e identificaron atributos prioritarios para desarrollar la lealtad en clientes de restaurantes, el ofrecer información trascendente puede guiar a los tomadores de decisiones de estos nichos de mercado y obtener ventajas comparativas.

Por su parte, Dogan *et al.* (2016) presentan una metodología para evaluar atributos sensoriales bajo un enfoque de técnicas de toma de decisiones multicriterio. Con el AHP se compararon muestras de acuerdo con las diferentes puntuaciones sensoriales que se registraron y se estableció la mejor alternativa obtenida en cuestión del contenido óptimo de grasa en una bebida instantánea de chocolate caliente.

También, se ha empleado con el objetivo de analizar factores de calidad y encontrar los requisitos necesarios para la satisfacción del cliente. Se han implementado modelos de funciones de calidad que se basan en el AHP para mejorar la producción de fibras textiles, la relevancia del estudio es que se toman en cuenta las demandas de los consumidores para la concepción del fabricante, por lo que las necesidades reales son fundamentales en la mejora de la fabricación y la calidad (Kapuria & Karmaker, 2018).

Desde otro ángulo, para el caso mexicano, Sánchez-Toledano *et al.* (2017) han estudiado la importancia de los factores sociales, ambientales y económicos de agricultores de maíz, bajo la premisa de que es preciso del análisis de las opiniones, actitudes y metas para entender la forma en la que los agricultores adoptan tecnologías de innovación, todo esto, con el uso del AHP. Con la metodología fueron identificados diferentes tipologías de agricultores a través de la caracterización de los objetivos de mayor peso (social, económico o ambiental) (Sánchez-Toledano *et al.*, 2018).

En el caso de la harina de frijol, algunos estudios han identificado la aceptabilidad y las preferencias de los consumidores de la harina por medio de un tallerín. Con el AHP se estableció una evaluación de la decisión de compra, a partir de la estimación de los principales atributos que son valorados para que el consumidor tome la decisión de comprar o no comprar el producto (Sánchez-Toledano *et al.*, 2021).

En suma, el AHP es un método ampliamente empleado en diferentes áreas, por su adaptabilidad logra dar respuesta al análisis de múltiples criterios, su origen en las ciencias exactas y la psicología lo hace una herramienta poderosa para la comparación de atributos y una guía sobre las decisiones que pueden tomarse en cuestión de un tema en particular.

2.8 Teoría de juegos en el análisis del consumidor y elecciones estratégicas

El uso de la teoría de juegos en estudios similares presenta aproximaciones que permiten analizar y comprender las elecciones estratégicas en diferentes contextos. Se vuelve una herramienta metodológica ventajosa en la investigación del comportamiento del consumidor y la toma de decisiones.

La teoría de juegos originalmente es una técnica que se desprende de las matemáticas y la economía, el objetivo fundamental es analizar la toma de decisiones entre diferentes actores racionales (Zagare, 2019). En otras palabras, tiene el papel de estudiar el comportamiento estratégico para buscar beneficios o utilidades en un contexto específico (Tsay & Chen, 2019).

Es un marco teórico que modela el comportamiento racional en situaciones en las cuales varios jugadores tienen un número finito de acciones posibles (jugadas) que los conducen a resultados definidos con ganancias y pérdidas expresadas en términos numéricos. Conjuntamente, se asume que los jugadores poseen un conocimiento perfecto de las reglas del juego y son actores racionales que buscan maximizar su recompensa personal (Soto & Valente, 2005).

West & Lebiere (2001) por medio de la teoría de juegos y utilizando redes neuronales lograron desarrollar un modelo para comprender el comportamiento humano en contextos de juegos. Por otro lado, Mathur & Reichling (2016) ampliaron estas interacciones al analizar las elecciones estratégicas entre los humanos y la inteligencia artificial.

Algunas investigaciones como las de Esmaeili *et al.* (2009) y Chen (2021) demuestran que es una herramienta para abordar decisiones cuantitativas en contextos inciertos, en donde el uso de la asimetría de la información influye en las estrategias y decisiones de las partes involucradas. Entonces, se vuelve un instrumento para comprender situaciones y las interacciones que se dan a su alrededor (Osborne, 2004).

Bajo este enfoque, Mousapour *et al.* (2022) indicaron que la teoría de juegos proporciona una valiosa perspectiva para identificar factores significativos que inciden en las elecciones de los consumidores al seleccionar productos. A través de su análisis, se han pronosticado equilibrios en la promoción de productos etiquetados (Zhao *et al.*, 2018), se ha estudiado en investigaciones de producción y operaciones comerciales (Choi *et al.*, 2020).

Wu *et al.* (2016) analizaron la dinámica del mercado de dispositivos portátiles considerando factores como la diversidad de los consumidores y las estrategias de inversión, sugiriendo que la teoría de juegos puede ayudar a comprender las estrategias de marketing y su impacto en la satisfacción del consumidor.

Se ha aplicado para entender y modelar decisiones relacionadas con la devolución de productos por parte de los clientes con el equilibrio de Nash (Chen & Chen, 2016). Al respecto, el equilibrio de Nash se ha empleado para analizar las competencias de precios entre productos diferenciados (Gabszewicz *et al.*, 1981).

La elección del consumidor y la teoría de juegos también se hace presente en investigaciones como la de Russo & Simeone (2017), donde se utiliza para modelar el uso estratégico de las redes sociales por parte de empresas que producen alimentos de alto valor, se encontró que estos medios hacen que se generen nuevos consumidores informados y preocupados por atributos de calidad en alimentos. Conocer las decisiones estratégicas en la comercialización

de productos parece lograr un efecto de satisfacción en los consumidores a través de las condiciones del equilibrio de Nash (Shankar, 2019).

En el estudio de Wang *et al.* (2020) emplearon esta herramienta para analizar la elección de envases ecológicos en función de factores como la responsabilidad social, la capacidad financiera y los costos asociados. Se demuestra que la teoría de juegos es un marco analítico para entender a los consumidores y sus decisiones en relación con la compra de productos específicos. Y es que, al someterlos a decisiones estratégicas, estos exhiben comportamientos heterogéneos (Perlman, 2021).

Resulta una herramienta precisa para analizar las estrategias de consumo y entender la forma en que los consumidores interactúan en el mercado. Esto se torna especialmente relevante en el contexto del estudio de quesos funcionales con harina de frijol y su relación con el perfil socioeconómico.

Por todo ello, la teoría de juegos funciona como una herramienta con amplias aplicaciones prácticas en estrategias comerciales y de consumo (Shankar, 2019; Losada-Lopez *et al.*, 2021). Además, resulta fundamental para comprender y afrontar los desafíos estratégicos que enfrentan las industrias, empresas, negocios y consumidores. Su perspectiva única, como lo han señalado Mendoza-Zambrano *et al.* (2023) facilita la toma de decisiones informadas y eficaces en entornos altamente competitivos.

2.9 Literatura citada

- Alexi, N., Byrne, D. V., Nanou, E., & Grigorakis, K. (2018). Investigation of sensory profiles and hedonic drivers of emerging aquaculture fish species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(3), 1179-1187. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8571>
- Alongi, M., & Anese, M. (2021). Re-thinking functional food development through a holistic approach. *Journal of Functional Foods*, 81, 104466. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104466>
- Alvares, M. A. (2019). *Formulación de evaluación nutricional de una harina a base de maíz nixtamalizado con frijol tepari (P. acutifolius) aplicable para la elaboración de tortillas, tamalitos y atol*. [Tesis de doctorado, Universidad del Valle de Guatemala]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/123456789/3584>
- Barros, C. (2012). *El frijol: un regalo de México al mundo*. Fundación Herdez A.C.
- Beltrán, J. M., Acurio, G. F., & Alulema, P. S. (2021). Método AHP de Saaty para determinar los factores del quantum indemnizatorio por daño inmaterial en materia penal en Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 249-256.
- Blandón, S. L., & Larios, X. J. (2019). Evaluación de sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol Phaseolus Vulgaris en la formulación de tortas. *Revista Ciencia Y Tecnología El Higo*, 9(1), 35–44. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v9i1.8995>
- Borja-Bravo, M., & García-Salazar, J. A. (2022). El Programa de Fertilizantes para el Bienestar y el mercado de frijol en México. *Agronomy Mesoamerican*, 33(2). <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.47216>

- Brumă, I. S., Vasiliu, C. D., Rodino, S., Butu, M., Tanasă, L., Doboş, S., Buto, A., Coca, O., & Stefan, G. (2021). The behavior of dairy consumers in short food supply chains during COVID-19 pandemic in Suceava area, Romania. *Sustainability*, 13(6), 3072. <https://doi.org/10.3390/su13063072>
- Calado, R., Leal, M. C., Gaspar, H., Santos, S., Marques, A., Nunes, M. L., & Vieira, H. (2018). How to succeed in marketing marine natural products for nutraceutical, pharmaceutical and cosmeceutical markets. *Grand challenges in marine biotechnology*, 317-403.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la unión. (2021). *Ley de desarrollo rural sustentable* n.º 179. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235_030621.pdf
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2020). *Mercado del frijol, situación y prospectivas*. <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/53Mercado%20del%20frijol.pdf>
- Chávez-Santoscoy, R. A., Gutiérrez-Urbe, J. A., Serna-Saldivar, S. O., & Perez-Carrillo, E. (2016). Production of maize tortillas and cookies from nixtamalized flour enriched with anthocyanins, flavonoids and saponins extracted from black bean (*Phaseolus vulgaris*) seed coats. *Food Chem*, 192, 90-97. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.113>
- Chávez-Santoscoy, R. A., Gutiérrez-Urbe, J. A., & Serna-Saldivar, S. O. (2013). Effect of flavonoids and saponins extracted from black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed coats as cholesterol micelle disruptors. *Plant Foods Hum Nutr.*, 68(4), 16-423. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0384-7>
- Chen, C. H. (2021). Applying game theory in Newsvendor's supply chain model. *Journal of Information and Optimization Sciences*, 42(6), 1367-1382. <https://doi.org/10.1080/02522667.2021.1885748>

- Chen, J., & Chen, B. (2016). Competing with customer returns policies. *International Journal of Production Research*, 54(7), 2093-2107.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1106019>
- Choi, T. M., Taleizadeh, A. A., & Yue, X. (2020). Game theory applications in production research in the sharing and circular economy era. *International Journal of Production Research*, 58(1), 118-127.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1681137>
- Cruz-Bravo, R. K., Guzmán-Maldonado, S. H., Herrera, M. D., Cid-Ríos, J. A., & Juárez-García, M. (2015). Galletas con Harina de Frijol de Alta Calidad Nutricional y Nutracéutica. Folleto INIFAP, 66.
- Cuevas, J. (2021, 21 de junio). *Perspectivas del frijol en el mercado mundial y nacional 2021*. El economista.
<https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Perspectivas-del-frijol-en-el-mercado-mundial-y-nacional-2021-20210620-0047.html>
- Curutchet, A., Tárrega, A., & Arcia, P. (2023). Changes in consumers interest on cheeses with health benefits and different manufacture types over the last decade. *CyTA-Journal of Food*, 21(1), 72-81.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2022.2162973>
- de FSM., R., & Camanho, R. (2015). Criteria in AHP: a systematic review of literature. *Procedia Computer Science*, 55, 1123-1132.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.081>
- de los Santos-Ramos, D., Romero-Rosales, T., & Bobadilla-Soto, E. E. (2017). Dinámica de la producción de maíz y frijol en México de 1980 a 2014. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 439-453.
<https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.23608>

- Dogan, M., Aslan, D., Aktar, T., & Goksel Sarac, M. (2016). A methodology to evaluate the sensory properties of instant hot chocolate beverage with different fat contents: multi-criteria decision-making techniques approach. *European Food Research and Technology*, 242, 953-966.
- Dos Reis, A. C., Viera, C., Sousa, L., Arruda, A. C. & Azebedo, W. (2021). Desenvolvimento e caracterização de queijo Petit suisse adicionado de biomassa de banana verde com cobertura de calda de maracujá. *Research, Society and Development*, 10(6), 1-11. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15833>
- Echeverria, S. (2020, 9 de junio). *Los beneficios nutricionales del frijol mexicano*. The food tech.
- Esmaeili, M., Aryanezhad, M., & Zeepongsekul, P. A game theory approach in seller-buyer supply chain. *European Journal of Operational Research*, 195, 442-448. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.02.026>
- Fernández, A. F., & Sánchez, E. (2017). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. *Nova scientia*, 9(18), 133-148. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.763>
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. (2016). *Panorama agroalimentario*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2016.pdf
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. (2019). *Panorama agroalimentario*. <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2020/01/Panorama-Agroalimentario-Frijol-2019.pdf>

- Figuroa, J. J., Guzmán, S. H., & Herrera, M. G. (2015). Atributo nutricional y nutracéutica de panqué y barritas a base de harina de frijol (*phaseolus vulgaris* L.)/nutritional and nutraceutical attribute of loaf and bars made of bean (*phaseolus vulgaris* L.) *Biotechnia*, 17(3), 9-14. <https://doi.org/10.18633/bt.v17i3.231>
- Fundación del Consejo Internacional de Información Alimentaria. (2019, 22 de mayo). *Food and Health Survey*. <https://foodinsight.org/2019-food-and-health-survey/>
- Gabszewicz, J. J., Shaked, A., Sutton, J., & Thisse, J. F. (1981). *Price competition among differentiated products: a detailed study of a Nash equilibrium* (No. 1981/37). Suntory and Toyota International Centres for Economics and Related Disciplines, LSE.
- Galanakis, C. M. (2023). The “vertigo” of the food sector within the triangle of climate change, the post-pandemic world, and the Russian-Ukrainian war. *Foods*, 12(4), 721. <https://doi.org/10.3390/foods12040721>
- Gallegos-Infante, J. A., Bello-Pérez, L. A., Rocha- Guzmán, N. E., González-Laredo, R. F., & Ávila-Ontiveros, M. (2010). Effect of the addition of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour on the in vitro digestibility of starch and undigestible carbohydrates in spaghetti. *Food Sci.* 75, 151-156. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01621.x>
- Galván, M. J., & Sagahón, E.C. (2014). *Desarrollo de un pan tipo ranchero de harina de frijol (Phaseolus vulgaris L.) de la variedad negro San Luis con alto nivel nutrimental y aceptable sensorialmente*. [Tesis de doctorado, Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte]. Repositorio Institucional.
- García, Y., Cabrera, D., Ballestas, J., & Campo, M. J. (2019). Effect of different thermal treatments on the tecfunctional properties of white bean flour

(Phaseolus lunatus L.) and the determination of its potential agri-food use. *NGE CUC*, 15(2), 132–142. <http://doi.org/10.17981/ingecuc.15.2.2019.13>

Gaucín, D. (2019, 28 de marzo). *El mercado mundial y nacional del frijol*. El economista. <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/El-mercado-mundial-y-nacional-del-frijol-20190328-0088.html>

Giordano, S., Clodoveo, M. L., De Gennaro, B., & Corbo, F. (2018). Factors determining neophobia and neophilia with regard to new technologies applied to the food sector: A systematic review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 11, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2017.10.001>

Gomes, S., & Lopes, J. M. (2022). Evolution of the online grocery shopping experience during the COVID-19 Pandemic: Empiric study from Portugal. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 17(3), 909-923. <https://doi.org/10.3390/jtaer17030047>

Granado, F., Maia, E., Mendes, L., & Claro, R. (2021). Reduction of traditional food consumption in Brazilian diet: trends and forecasting of bean consumption (2007–2030). *Public Health Nutrition*, 24(6), 1185-1192. <https://doi.org/10.1017/S1368980020005066>

Grupo Consultor de Mercados Agrícolas. (2022, 06 de abril). *Reporte del mercado de frijol*. <https://gcma.com.mx/reportes/mercado-del-frijol-2/>

Guiné, R. P., Florença, S. G., Barroca, M. J., & Anjos, O. (2020). The link between the consumer and the innovations in food product development. *Foods*, 9(9), 1317. <https://doi.org/10.3390/foods9091317>

Guzmán-Soria, E., De la Garza-Carranza, M. T., García-Salazar, J. A., Rebollar-Rebollar, S., & Hernández-Martínez, J. (2019). Análisis económico del

mercado de frijol grano en México. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 131-146. <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.33760>

Guzmán-Maldonado, S., Acosta-Gallegos, J., & Paredes-López, O. (2000). Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris* L). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(13), 1874-1881. [https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200010\)80:13<1874::AID-JSFA722>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/1097-0010(200010)80:13<1874::AID-JSFA722>3.0.CO;2-X)

Herrera, M. D., & Bravo, R. K. C. (2019, 7 de noviembre). *Contenido de fenoles totales en harinas de frijol negro San Luis*. [sesión de conferencia]. In IV Congreso Internacional y XV Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2021a, 30 de abril). El INIFAP genera nuevos productos a base de frijol para mejorar la alimentación humana. *Blog*. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/el-inifap-genera-nuevos-productos-a-base-de-frijol-para-mejorar-la-alimentacion-humana?idiom=es>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2021b, 22 de marzo). Frijol para México, hacia la autosuficiencia y sustentabilidad de la producción y el consumo. *Blog*. <https://www.gob.mx/inifap/es/articulos/simposio-nacional-de-frijol-para-mexico-hacia-la-autosuficiencia-y-sustentabilidad-de-la-produccion-y-el-consumo?idiom=es>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2021c, 23 de marzo). Productos a base de frijol, beneficiarían la salud humana. *Blog*. <https://www.gob.mx/inifap/es/articulos/productos-a-base-de-frijol-beneficiarian-la-salud-humana?idiom=es>

- Kapuria, T. K., & Karmaker, C. L. (2018). Customer driven quality improvement of jute yarn using ahp based qfd: a case study. *International Journal for Quality Research*, 12(1), 63-80. <https://doi.org/10.18421/IJQR12.01-04>
- Karavidas, I., Ntatsi, G., Vougeleka, V., Karkanis, A., Ntanasi, T., Saitanis, C., Agathokleous, E., Ropokis, A., Sabatino, L., Tran, F., Pietro P. M. Iannetta, P. M., & Savvas, D. (2022). Agronomic practices to increase the yield and quality of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): a systematic review. *Agronomy*, 12(2), 271. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020271>
- Karelakis, C., Zevgitis, P., Galanopoulos, K., & Mattas, K. (2020). Consumer trends and attitudes to functional foods. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 32(3), 266-294. <https://doi.org/10.1080/08974438.2019.1599760>
- Kaur, S., & Das, M. (2011). Functional foods: An overview. *Food Science and Biotechnology*, 20, 861-875. <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0121-7>
- Kim, J. (2020). Impact of the perceived threat of COVID-19 on variety-seeking. *Australasian Marketing Journal*, 28(3), 108-116. <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2020.07.001>
- Kos, M., Erjavec, K., Ule, A., & Klopčič, M. (2018). Consumers' hedonic liking of different labeled and conventional food products in Slovenia. *Journal of Sensory Studies*, 33(5), e12444. <https://doi.org/10.1111/joss.12444>
- Kraus, A. (2015). Development of functional food with the participation of the consumer. Motivators for consumption of functional products. *International Journal of Consumer Studies*, 39(1), 2-11. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12144>

- Kui, S., Jiang, H., Yu, X., & Jane, J. (2014). Physicochemical and functional properties of whole legume flour. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 55(1), 308-313. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.06.001>
- Lambarraa-Lehnhardt, F., Ihle, R., & Elyoubi, H. (2021). How successful is origin labeling in a developing country context? Moroccan consumers' preferences toward local products. *Sustainability*, 13(15), 8433. <https://doi.org/10.3390/su13158433>
- Lara, M. (2015). El cultivo del frijol en México. *Revista digital universitaria*, 16(29), 1-11. <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art09/art09.pdf>
- Larios-Gómez, E., Fischer, L., Peñalosa, M., & Ortega-Vivanco, M. (2021). Purchase behavior in COVID-19: A cross study in Mexico, Colombia, and Ecuador. *Heliyon*, 7(3), e06468. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06468>
- Lejardi, M. C., Nicolau, N. L., Estévez, M. J. M., Alonso, H. L., Lemus, Y. O., & Granado, S. M. (2013). Comportamiento de algunas variedades de frijol comun (*Phaseolus Vulgaris* L.) con diferente grado de tolerancia a la sequía en condiciones de campo. *Agrotecnia de Cuba*, 37(1).
- León, G. I., Rodríguez, C., & Padilla, S. (2020). La conservación in situ del frijol criollo: construyendo soberanía alimentaria en el sureste del Estado de México. *Revista CoPaLa*, 5(9), 125-141. <https://doi.org/10.35600.25008870.2020.9.00159>
- Lima, A. P., Souza, J., Teixeira, A. M., Cardoso, M., Ronaldo, L., & Pinto, S. M. (2021). Oat bran and sweeteners in petit-suisse cheese: Technological and nutritional properties and consumer acceptance. *Food Science and Technology*, 146, 111318. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111318>

- Lin, C., Kou, G., & Ergu, D. (2013). A heuristic approach for deriving the priority vector in AHP. *Applied Mathematical Modelling*, 37(8), 5828-5836. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2012.11.023>
- Liu, Y., Eckert, C. M., & Earl, C. (2020). A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements. *Expert Systems with Applications*, 161, 113738. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113738>
- Longoria-Cordero, M., & Rivera-Acosta, M. (2015). *Desarrollo de una barra nutritiva de nopal, avena y frijol con relleno de mermelada de manzana de aceptables características sensoriales y alto contenido proteico y fibra*. [Tesis de doctorado, Instituto Tecnológico Superior Zacatecas]. Repositorio Institucional.
- López, N., & Márquez, M. (2014). *Desarrollo de una barra de maíz, frijol, amaranto y miel con altas propiedades nutricionales y aceptables características sensoriales*. [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico Superior Zacatecas]. Repositorio Institucional.
- Losada-Lopez, C., Dopico, D. C., & Faina-Medin, J. A. (2021). Neophobia and seaweed consumption: Effects on consumer attitude and willingness to consume seaweed. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 24, 100338. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100338>
- Madzharov, A., Ramanathan, S., & Block, L. (2016). The halo effect of product color lightness on hedonic food consumption. *Journal of the Association for Consumer Research*, 1(4), 579-591. <https://doi.org/10.1086/688221>
- Manonmani, D., Bhol, S., & Bosco, S. J. D. (2014). Effect of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour on bread quality. *OALib*, 01(01), 1–6. <https://doi.org/10.4236/oalib.1100366>

- Maphosa, Y., & Jideani, V. A. (2017). The Role of Legumes in Human Nutrition. In Functional Food - Improve Health through Adequate Food. *InTech*.
<https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69127>
- Márquez-Quiroz C., De-la-Cruz-Lázaro, E., Osorio-Osorio, R., & Sánchez-Chávez, E. (2015) Biofortification of cowpea beans with iron: iron's influence on mineral content and yield. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(4), 839-847. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162015005000058>
- Mathur, M. B., & Reichling, D. B. (2016). Navigating a social world with robot partners: A quantitative cartography of the Uncanny Valley. *Cognition*, 146, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.09.008>
- Mendoza-Zambrano, M. G., Meza-Montes, J. K., & Vélez-Falcones, A. C. (2023). Análisis de la teoría de juegos aplicada como estrategias en el turismo. *MQRInvestigar*, 7(3), 4563-4582.
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.4563-4582>
- Mercado, R. C., Juarez, J. R., Bucio, G. A., & Herrera-Corredor, J. A. (2021). Hedonic perception and preference analysis of double cream cheeses formulated with raw and pasteurized milk. *AGROProductividad*, 14(10), 91-99.
- Mousapour, M., Mohammadnazari, Z., Ostadi, A., & Esfahbodi, A. (2022). Food products pricing theory with application of machine learning and game theory approach. *International Journal of Production Research*, 1-21.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2128921>
- Navarro, S. L. B., & López, X. J. L. (2019). Evaluation of partial replacement of wheat flour with phaseolus vulgaris L. Bean flour in the formulation of cakes. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 9(1), 35-44.
<https://doi.org/10.5377/elhigo.v9i1.8995>

- Nazir, M., Arif, S., Khan, R. S., Nazir, W., Khalid, N., & Maqsood, S. (2019). Opportunities and challenges for functional and medicinal beverages: Current and future trends. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 513-526. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.011>
- Nchanji, E. B., & Lutomia, C. K. (2021). Sustainability of the agri-food supply chain amidst the pandemic: Diversification, local input production, and consumer behavior. *Advances in Food Security and Sustainability*, 6, 211-229. <https://doi.org/10.1016/bs.af2s.2021.07.003>
- Oliveira, P., De Paula, K., Leitoguinho, J., Dornelas, A., & Júnior, F. (2017). Desenvolvimento de queijo petit suisse probiótico adicionado de farinha de chia. *Brazilian Journal of Food Research*, 8(3), 71-87. <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v8n3.3682>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *Información sobre operaciones de poscosecha*. <https://www.fao.org/in-action/inpho/crop-compendium/legumes/es/>
- Osborne, M. J. (2004) *An introduction to game theory* (3^{ra} ed., vol. 3). Oxford university press: New York.
- Osuna-Ceja, E. S., Figueroa-Sandoval, B., Martínez-Gamiño, M. Á., & Pimentel-López, J. (2019). Un sistema agroforestal de secano para el altiplano semiárido de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(SPE22), 89-103. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i22.1861>
- Padillo, J., C., Go, N., Manreal, P., Samson, S., Galli, B., Yamagishi, K., Angelo, M., & Ocampo, L. (2021). Modelling the priority attributes of customer loyalty in Philippine single-dish restaurants. *Journal of Modelling in Management*. <https://doi.org/10.1108/JM2-09-2020-0243>

- Perlman, Y. (2021). Establishing a dual food supply chain for organic products in the presence of showrooming—A game theoretic analysis. *Journal of Cleaner Production*, 321, 128816. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128816>
- Prieto-Cornejo M. R., Matus-Gardea, J. A., Gavi-Reyes, F., Omaña-Silvestre, J. M., Brambila-Paz, J. J., Sánchez-Escudero, J., & Martínez-Damián, M. A. (2019) Evolución de la superficie cultivada de frijol e impacto económico de la sequía sobre su rendimiento bajo condiciones de temporal en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42, 173-182. <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.2.173-182>
- Procuraduría Federal del Consumidor. (2017). *El frijol: alimento vital*. <https://www.gob.mx/profeco/documentos/el-frijol-alimento-vital?state=published>
- Rabie, M., Bonanno, A., Todaro, M., Settanni, L., Gaglio, R., Todaro, A., Alabiso, M., Maniaci, G., Mazza, F., & Grigoli, A. D. (2020). Effects of adding solid and molten chocolate on the physicochemical, antioxidant, microbiological, and sensory properties of ewe's milk cheese. *Journal of food science*, 85(3), 556-566. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15045>
- Reissig, H., Dos Santos, C. E., Tavares, F., Radatz, P., De Lima, J., Padilha, W., & Fiorentini, Á. M. (2020). Lactobacillus casei CSL3: Evaluation of supports for cell immobilization, viability during storage in Petit Suisse cheese and passage through gastrointestinal transit in vitro. *Food Science and Technology*, 127, 109381. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109381>
- Reyes, E. S. (2012). *El frijol: un regalo de México al mundo*. Fundación Herdez A.C.
- Rocha-Guzmán, N. E., Gallegos-Infante, J. A., González-Laredo, R. F., Bello-Pérez, A., Delgado-Licon, E., Ochoa-Martínez, A., & Prado-Ortiz, M. J.

- (2008). Physical properties of extruded products made with three Mexican common beans (*Phaseolus vulgaris* L). *Plant Food Hum. Nutr.*, 63. <https://doi.org/10.1007/s11130-008-0076-x>
- Romano, F., Azevedo, H. L., Sampaio, C., & Sloboda, M. A. (2020). Consumer perception of Petit-Suisse cheese: identifying market opportunities for the Brazilian dairy industry. *Food Science and Technology*, 40(2), 653-660. <https://doi.org/10.1590/fst.38319>
- Russo, C., & Simeone, M. (2017). The growing influence of social and digital media: Impact on consumer choice and market equilibrium. *British Food Journal*, 119(8), 1766-1780. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2017-0283>
- Saito, T., Martins-Madalão, M. C., Bernardes, P. C., Bosi, M. G., Della Lucia, S. M., Saraiva, S. H., & Silva, I. (2019). Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) peel extract increases bioactive compounds in petit-suisse cheese. *International Food Research Journal*, 26(1), 277-285. [http://www.ifrj.upm.edu.my/26%20\(01\)%202019/\(31\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/26%20(01)%202019/(31).pdf)
- Salina, S. A. (2017). *Desarrollo de un snack a base de harinas de frijol biofortificado Honduras Nutritivo (Phaseolus vulgaris) y maíznixtamalizado (Zea mays)*. [Tesis de licenciatura, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/11036/5978>
- Salinas, R. (2017). Situación actual del mosaico dorado del frijol en la América latina. *Mosaico Dorado del Frijol*, 19.
- Sánchez-Toledano, B. I., Kallas, Z., & Gil, J. M. (2017). Importancia de los objetivos sociales, ambientales y económicos de los agricultores en la adopción de maíz mejorado en Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(2), 269-287.

- Sánchez-Toledano, B. I., Kallas, Z., Palmeros Rojas, O., & Gil, J. M. (2018). Determinant factors of the adoption of improved maize seeds in Southern Mexico: A survival analysis approach. *Sustainability*, 10(10), 3543. <https://doi.org/10.3390/su10103543>
- Sánchez-Toledano, B., Cuevas-Reyes, V., Cruz-Bravo, R., & Zegbe, J. A. (2021). Aceptación y preferencia de los consumidores por un tallarín enriquecido con harina de cotiledón de frijol. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(1), 95-95.
- Sangerman-Jarquín, D. M., Acosta-Gallegos, J., Shwenstesius, R., Damián, M. A., & Larqué, B. S. (2010). Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(3), 363-380.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019, 28 de junio). La importancia del frijol en México. *Blog*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-importancia-del-frijol-en-mexico?idiom=es>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020a, 29 de febrero). Frijol, historia y sabor. *Blog*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/frijol-historia-y-sabor?idiom=es>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020b, 30 de julio). Semilla mejorada de frijol, mayor producción, mayor comercialización *Blog*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/semilla-mejorada-de-frijol-mayor-produccion-mayor-comercializacion>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022a, 28 de julio). Maíz, frijol, arroz y trigo, los granos básicos de México. *Blog*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-frijol-arroz-y-trigo-los-granos-basicos-de-mexico>

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022b, 27 de febrero). Estima Agricultura crecimiento de 11.4% de la producción de frijol en 2021; mantiene tendencia al alza. *Blog*. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/estima-agricultura-crecimiento-de-11-4-de-la-produccion-de-frijol-en-2021-mantiene-tendencia-al-alza?idiom=es>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2017). *Planeación agrícola nacional 2017-2030: Frijol mexicano*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256428/B_sico-Frijol.pdf
- Secretaria de Economía. (2021). *Análisis de la cadena de valor del frijol*. https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/analisis_cadena_valor_frijol.pdf
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2022, 13 de septiembre). Escenario mensual de productos agroalimentarios [comunicado de prensa]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/759459/Frijol_Agosto_2022.pdf
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2023). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. [Conjunto de datos]. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Shankar, K. D. (2019). Practical implications of game theory and consumer rights. *Economics*, 7(2), 11-19. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2591117>
- Short, E. C., Kinchla, A. J., & Nolden, A. A. (2021). Plant-based cheeses: A systematic review of sensory evaluation studies and strategies to increase consumer acceptance. *Foods*, 10(4), 725. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/4/725>

- Siddiq, M., Ravi, R., Harte, J. B., & Dolan, K. D. (2010). Physical and functional characteristics of selected dry vean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *LWT - Food Science and Technology*, 43(2), 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.07.009>
- Silva, R. M., Moises, F., Da Silva, J. I., Duarte, R., Pereira, R. & Souza, T. (2018). Elaboração e caracterização física de Petit suisseprebiótico de leite de búfala fermentado com kefir. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 8(3), 10-14. <https://doi.org/10.17648/enag-2018-91803>
- Soto, A., & Valente, M. R. (2005). Teoría de los juegos: Vigencia y limitaciones. *Revista de Ciencias Sociales*, 11(3), 497-506.
- Stacey, N., Friederike, M., Hannes, E., & Naomi, S. (2015). Economics of Land Degradation Initiative: Report for policy and decisión makers_Reaping economic and environmental benefits from sustainable land management. Bonn, Germany: ELD Initiative and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. (GIZ), GmbH. <https://mel.cgiar.org/reporting/download/hash/JIOY4YLL>
- Suárez-Martínez, S. E., Ferriz-Martínez, R. A., Campos-Vega, R., Elton-Puente, J. E., de la Torre Carbot, K., & García-Gasca, T. (2016). Bean seeds: leading nutraceutical source for human health. *CyTA-Journal of Food*, 14(1), 131-137. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1063548>
- Tian, Y., Zhu, H., Zhang, L., & Chen, H. (2022). Consumer preference for nutritionally fortified eggs and impact of health benefit information. *Foods*, 11(8), 1145. <https://doi.org/10.3390/foods11081145>
- Torga, D. (2019, 30 de abril). ¿Por qué el frijol es un alimento importantísimo para México?. Gourmet de México. <https://gourmetdemexico.com.mx/comida-y-cultura/frijol-alimento-importantisimo-mexico/>

- Treviño, C., & Rosas, R. (2013). El frijol común: factores que merman su producción. *La ciencia y el hombre*, 16(1).
- Tsay, R., & Chen, R. (2019). *Nonlinear Time Series Analysis*. John Wiley & Sons: New Jersey, United States.
- Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of operational research*, 169(1), 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028>
- Van Trijp, H. C., & Van der Lans, I. A. (2007). Consumer perceptions of nutrition and health claims. *Appetite*, 48(3), 305-324. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2006.09.011>
- Vargas, Y. R., Villamil, O. E., Murillo, E., Murillo, W., & Solanilla, J. F. (2012). Caracterización fisicoquímica y nutricional de la harina de frijol caupí *Vigna unguiculata* L. cultivado en Colombia. *Vitae*, 19(1), 320-321.
- Vasconcelos, M. W., Grusak, M. A., Pinto, E., Gomes, A., Ferreira, H., Balázs, B., Tiziana, C., Ntatsi, G., Savvas, D., Karkanis, A., Williams, M., Vandenberg, A., Toma, L., Shrestha, S., Akaichi, F., Barrios, C., Gruber, S., James, E. K., Maluk, M., Karley, A., & Iannetta, P. (2020). The biology of legumes and their agronomic, economic, and social impact. *The Plant Family Fabaceae: Biology and Physiological Responses to Environmental Stresses*, (pp. 3-25). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4752-2_1
- Vongsumran, K., Ratphitagsanti, W., Chompreeda, P., & Haruthaitanasan, V. (2014). Effect of cooking conditions on black bean flour properties and its utilization in donut cake. *Kasetsart Journal*, 48, 970–979.
- Wang, H., Gao, X., & Liu, Y. (2020). Evolutionary game analysis of consumers' choice about environmental packaging in take-away platform. *IC/C Express Letters*, 14(8), 777-784. <https://doi.org/10.24507/icicel.14.08.777>

- West, R. L., & Lebiere, C. (2001). Simple games as dynamic, coupled systems: Randomness and other emergent properties. *Cognitive Systems Research*, 1(4), 221-239. [https://doi.org/10.1016/S1389-0417\(00\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S1389-0417(00)00014-0)
- Wu, J., Li, H., Cheng, S., & Lin, Z. (2016). The promising future of healthcare services: When big data analytics meets wearable technology. *Information & Management*, 53(8), 1020-1033. <https://doi.org/10.1016/j.im.2016.07.003>
- Yeomans, M., Chambers, L., Blumenthal, H., & Blake, A. (2008). The role of expectancy in sensory and hedonic evaluation: The case of smoked salmon ice-cream. *Food quality and preference*, 19(6), 565-573. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.02.009>
- Zagare, F. (2019). *Game Theory, Diplomatic History and Security Studies*. Oxford University Press: Oxford, United Kingdom.
- Zhao, R., Han, J., Zhong, S., & Huang, Y. (2018). Interaction between enterprises and consumers in a market of carbon-labeled products: a game theoretical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 1394-1404. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0595-9>
- Zumara, E., Juárez, J., Mancillas, J., Ávila, M., & Leyva, A. (2017). Desarrollo de un pay de harina de frijol negro San Luis con mermelada de chilacayote de altas propiedades nutricionales. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (71), 27-33. <https://doi.org/10.33064/iycuaa201771597>

CAPÍTULO 3. DIVERSIFICACIÓN AGROALIMENTARIA DEL FRIJOL EN ZACATECAS, MÉXICO: POTENCIAL NUTRICIONAL Y AGRÍCOLA

Publicado en VII Congreso Internacional y XIX Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos en Zonas Áridas, páginas 60-66, año 2023.



DIVERSIFICACIÓN AGROALIMENTARIA DEL FRIJOL EN ZACATECAS, MÉXICO: POTENCIAL NUTRICIONAL Y AGRÍCOLA

Rafael García Vázquez^{1*}, Marco Andrés López Santiago², Ramón Valdivia Alcalá¹,
Blanca Isabel Sánchez Toledano³

¹Universidad Autónoma Chapingo-División de Ciencias Económico-Administrativas. ²Universidad Autónoma Chapingo-Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. ³Campo Experimental Zacatecas-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. *Autor de correspondencia: garciarafael154@gmail.com

Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), además de ser un alimento fundamental en la dieta de muchas culturas, desempeña un papel multifacético y vital en la agricultura sostenible, la seguridad alimentaria y la salud humana (Vasconcelos et al., 2020). En Zacatecas, México, este cultivo ha sido pilar fundamental en la producción agrícola (Ramírez-Jaspeado et al., 2020), lo que lo convierte en un recurso estratégico en el contexto del cambio climático (Sánchez et al., 2013). A pesar de su importancia, se enfrenta a desafíos de competitividad y cambios en los hábitos alimentarios (Granado et al., 2021), lo cual, ejerce presión en las diferentes etapas de producción, comercialización, procesamiento y consumo. Por este motivo, diversos grupos de investigación se han centrado en la aplicación de tecnología alimentaria para impulsar el consumo de frijol, aumentar su competitividad y ofrecer productos nutritivos (Cruz-Bravo et al., 2015; Figueroa-González et al., 2023).

En esta línea de investigación, se ha explorado el desarrollo de alimentos funcionales (Granato et al., 2020), el frijol ha suscitado un interés particular debido a sus propiedades en fibra, proteínas, antioxidantes y compuestos bioactivos (Navarro, 2019; Maphosa & Jideani, 2017). Como resultado, los productos derivados del frijol han ganado relevancia entre los consumidores (Sánchez-Toledano et al., 2021).

Algunos estudios también han resaltado las ventajas de diversificar la producción agroalimentaria del frijol, lo que conlleva beneficios tanto económicos como sociales (Zumara et al., 2017; Sánchez-Toledano et al., 2021).

Es evidente que el frijol en Zacatecas desempeña un papel de gran relevancia en aspectos sociales, económicos, culturales y biológicos. En este marco, el presente artículo analiza la importancia de la diversificación agroalimentaria del frijol por medio del análisis de 3 escenarios: "Papel estratégico del frijol en la región de Zacatecas", "Desafíos en la competitividad del frijol" e "Importancia de la diversificación del frijol".

Estos escenarios resaltan diferentes aspectos clave de su producción, llevando a la premisa de que la conversión agroindustrial puede potenciar su valor nutricional y contribuir a la diversificación de la oferta alimentaria. Por último, se muestra que el frijol no solo es un alimento de importancia histórica sino también un motor de diversificación agrícola.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo durante el periodo de marzo a septiembre de 2023 y consistió en una revisión sistemática de la literatura que aborda la importancia de la diversificación agroalimentaria del frijol. Se emplearon bases de datos de EndNote, EBSCO y Google Académico como fuentes de información. El muestreo se realizó mediante un enfoque no probabilístico utilizando la técnica de bola de nieve.



La metodología se dividió en los siguientes pasos: A) Identificación de palabras clave. Se seleccionaron las siguientes palabras para la búsqueda: frijol, diversificación agroalimentaria, Zacatecas, México, competitividad, valor agregado, nutraceuticos. B) Criterios de selección. El periodo de revisión abarcó los últimos 10 años, desde 2013 hasta 2023. C) Análisis de las fuentes y clasificación de categorías relevantes. D) Síntesis de la información e identificación de tendencias y E) Redacción del artículo.

El procedimiento estableció un análisis crítico y generó datos notables como un artículo de revisión (Sanders, 2020). Para analizar la información se generaron 3 escenarios a los cuales se le denominaron “Papel estratégico del frijol en la región de Zacatecas”, “Desafíos en la competitividad del frijol” e “Importancia de la diversificación del frijol”, se cuantifico y comparo la importancia relativa de diferentes aspectos. Para ello, se utilizó una escala de Likert: 1) Poca importancia, 2) Importante, 3) Muy importante y 4) Extremadamente importante (Astudillo & Chevez-Ponce, 2021).

Resultados y discusión

La figura 1 presenta los resultados obtenidos en cuanto al papel estratégico del frijol en la región de Zacatecas. Se puede apreciar que este cultivo posee una relevancia destacada, principalmente por su importancia en la identidad alimentaria, además de formar parte de una arraigada tradición de producción que sirve como medio de subsistencia. Al mismo tiempo, se destacan otros aspectos significativos, a través de su contribución a la sostenibilidad agrícola y en menor medida, por su función como sistema de diversificación de cultivos en la región.

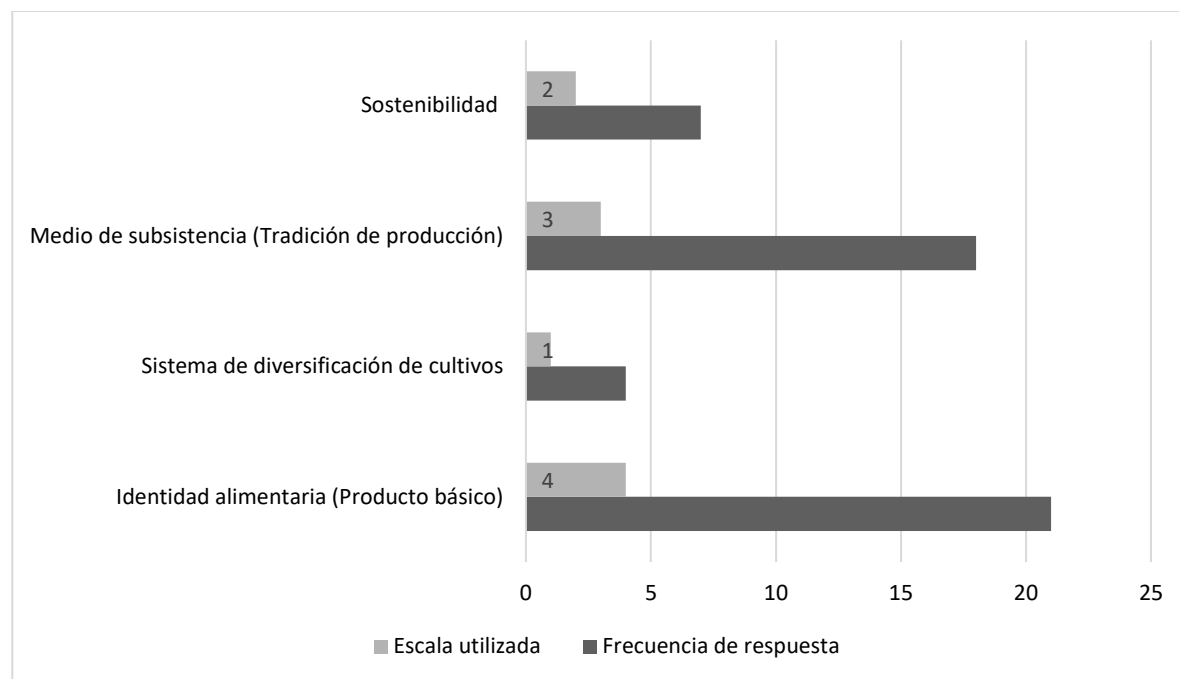


Figura 1. Papel estratégico del frijol en la región de Zacatecas



Al respecto, autores como Sánchez et al. (2013) y Ayala et al. (2021a) sugieren que es un producto básico estratégico de alimentación que representa una tradición de consumo y es la región centro norte la que se destaca como una de las zonas más importantes para la producción (Cid-Ríos et al., 2022). En este sentido, las variedades de frijol cultivadas en condiciones semiáridas de Zacatecas son relevantes (Herrera-Hernández et al., 2018). Dada su importancia alimentaria y socioeconómica, la leguminosa ha logrado mantener notabilidad económica y social hasta el día de hoy (De los Santos-Ramos et al., 2017; Cid et al., 2021).

Algunas investigaciones indican que al papel estratégico del frijol también se basa en su alternancia con otros productos como el maíz, trigo, calabaza. Aunque, al igual que los aspectos de sostenibilidad se muestran principalmente en pequeños productores (Ceceñas-Jacquez et al., 2015).

A pesar de lo mencionado anteriormente, la figura 2 releva la presencia de desafíos significativos en términos de competitividad.

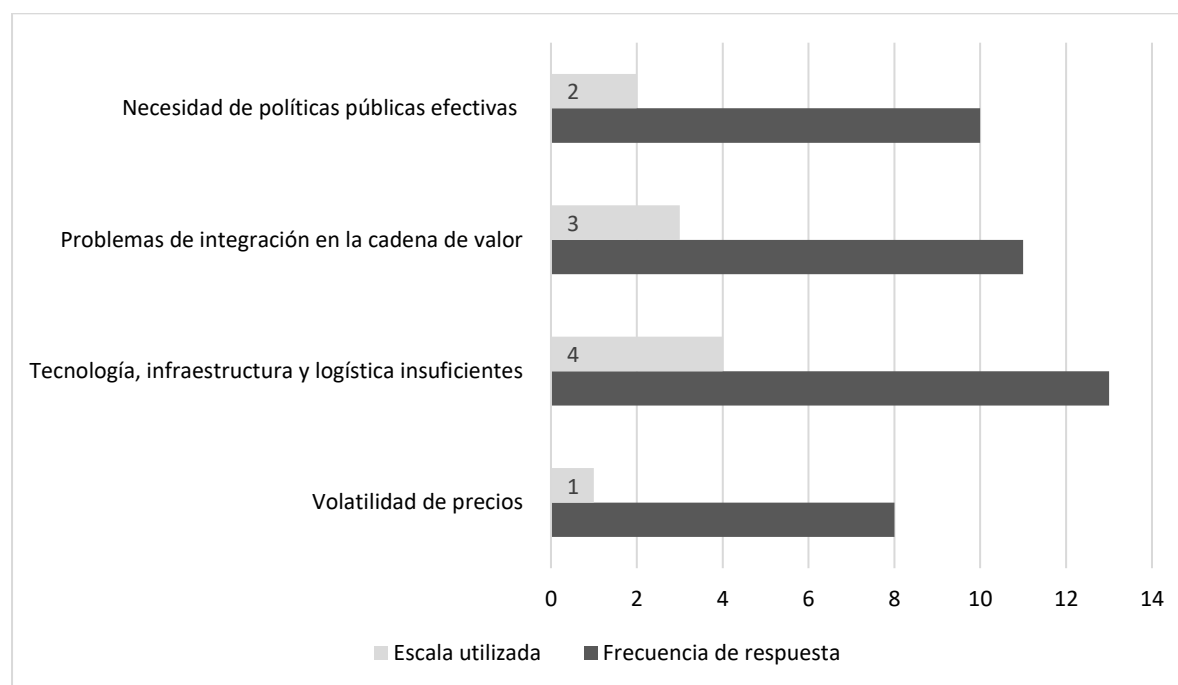


Figura 2. Desafíos de competitividad del frijol

Estos desafíos están relacionados principalmente con deficiencias en tecnología, infraestructura y logística, así como problemas de integración en la cadena de valor. Delgadillo-Ruiz et al. (2016) a través de un análisis de la producción de frijol en Zacatecas demostraron que muchas unidades no son viables económicamente a causa de los factores productivos que se emplean. Estas unidades de producción corren el riesgo de desaparecer sino modifican las tecnologías aplicadas. Se observa que uno de los problemas en la comercialización es la amplia participación de intermediarios y, en contraste, la limitada participación del productor (Ayala et al., 2021b). Aunque algunos productores han manifestado inconformidad, al intentar vender directamente no ha dado resultados favorables (Carrillo-Martínez et al., 2019). La ausencia de canales eficientes de comercialización impide que los productores puedan recuperar sus costos de producción (García et al., 2014).



Por otro lado, el comportamiento de las importaciones y exportaciones han tenido un impacto negativo en el estado de Zacatecas, evidenciando que México es un país deficitario en frijol y causando volatilidad en los precios (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura [FIRA], 2016; Ayala et al., 2021a).

Dado que los procesos son dinámicos, los productores de frijol se enfrentan a nuevos escenarios climáticos y de comercialización, lo que subraya la necesidad de implementar políticas públicas efectivas (Ceceñas-Jacquez et al., 2015).

En este contexto, se han identificado diversas problemáticas, entre las que destaca el impacto de las políticas de abastecimiento. Estas políticas han establecido un patrón de consumo basado en tipos específicos de frijol, lo cual, ha generado dificultades para satisfacer las necesidades de consumo de manera adecuada (Ramírez-Jaspeado et al., 2020).

Para abordar este tipo de cuestiones, algunos autores como Santillán et al. (2019) han propuesto la implementación de una política integral con énfasis en el consumo que fomente la producción, organización y comercialización del frijol.

En concordancia, la figura 3 destaca las razones que subrayan la importancia de la diversificación del frijol.

Se ha observado un cambio en los hábitos de consumo (Gálvez & Salinas, 2015), influenciado por factores como los cambios en el mercado, la migración, el empleo, el tipo de economía, el urbanismo, entre otros factores (Cruz-Bravo et al., 2015; Fernández & Sánchez, 2017).

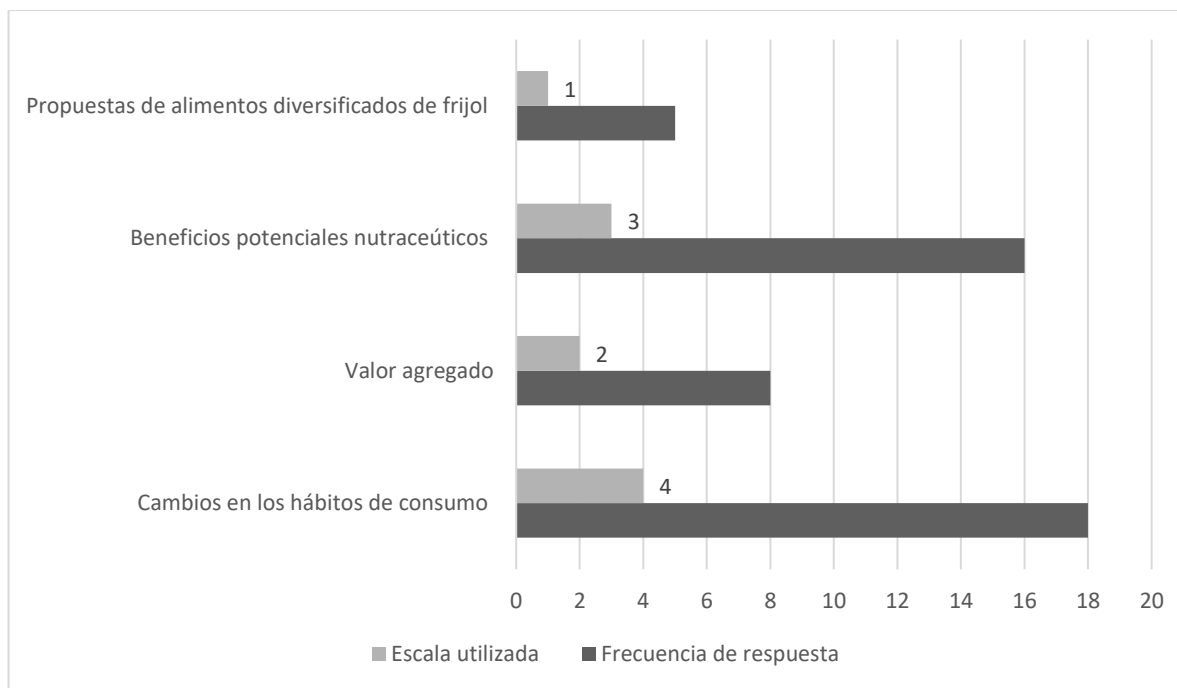


Figura 3. Importancia de la diversificación del frijol.



Entonces, en regiones productoras como Zacatecas, se enfrentan a la necesidad de encontrar nuevas alternativas para continuar con la producción de la leguminosa (Cid et al., 2014). En este escenario, la conversión agroindustrial emerge como una estrategia clave para diversificar la oferta y agregarle valor (Figueroa et al., 2015; Sánchez-Toledano et al., 2021). Conjuntamente, una solución prometedora para abordar los desafíos de competitividad es la producción de alimentos funcionales.

Bajo este enfoque, el frijol es considerado un alimento tradicional funcional con múltiples beneficios nutraceuticos (Escalante-Araiza & Gutiérrez-Salmeán, 2021). Entre sus ventajas destacan su alto contenido de fibra, proteínas, así como la presencia de compuestos bioactivos y su alta capacidad antioxidante.

Estas propiedades se han asociado de manera significativa con la prevención de enfermedades como la diabetes, el estrés oxidativo, la inflamación intestinal y las enfermedades cardiovasculares (Palacio-Márquez et al., 2021; Figueroa-González et al., 2023). También, se ha investigado su potencial para el tratamiento de enfermedades como el cáncer, el VIH, la obesidad y las enfermedades neurodegenerativas. No obstante, se requiere seguir avanzando en el aumento de investigaciones sobre sus compuestos bioactivos (Chávez-Mendoza & Sánchez, 2017).

Al considerarse como un alimento casi perfecto, se han propuesto diversas iniciativas de conversión agroindustrial, como el uso de harina de frijol en galletas, pay, tallarines, panques, barritas, totopos y churros (Figueroa et al., 2015; Cruz-Bravo et al., 2015; Zumara et al., 2017; Sánchez-Toledano et al., 2021; Figueroa-González et al., 2023).

La introducción de productos alimenticios innovadores con ingredientes nutraceuticos ofrece beneficios potenciales tanto para consumidores, productores e industriales. Aunque, para lograr éxito, es necesario que se conjunte la tecnología alimentaria sustentable con el estudio de factores productivos, sensoriales y socioeconómicos.

Conclusiones

El frijol en Zacatecas representa más que un cultivo tradicional, es un recurso valioso con potencial significativo para la diversificación agrícola y la mejora de la salud nutricional. La conversión agroindustrial y la promoción de su valor nutraceutico pueden ser claves para asegurar su futuro como un recurso agroalimentario sostenible en la región. Su importancia se extiende desde el campo hasta la mesa, consolidando su posición como un tesoro agroalimentario.

Asimismo, la cadena de valor precisa de un fortalecimiento en la capacidad que tiene dentro del mercado. Una estrategia efectiva para lograrlo implica la utilización y desarrollo de tecnologías adecuadas que permitan aprovechar al máximo los componentes del grano y obtener productos con valor agregado.



Referencias

- Astudillo, M. P., & Chevez-Ponce, F. C. (2021) La escala de likert en la medición de las TIC y la Exclusión Social. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, 14, 375-383. <https://doi.org/10.14571/brajets.v14.n3.375-383>
- Ayala, A. A., Santiago, I. C., Acosta, J. A., & González, E. (2021a). Situación actual y perspectivas del frijol en México. En *El cultivo del frijol presente y futuro para México* (pp. 165-175). Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México.
- Ayala, A. V., Santiago, I. C., & Preciado, P. (2021b). Análisis de la comercialización de frijol en México. En *El cultivo del frijol presente y futuro para México* (pp. 179-189). Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México.
- Carrillo-Martínez, C. J., Álvarez-Fuentes, G., Aguilar-Benítez, G., García-López, J. C., & Contreras-Servín, C. (2019). Rentabilidad de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.) y chile (*Capsicum annuum*) en el municipio de Morelos, Zacatecas. *Acta Univ*, 29, e1984. www.actauniversitaria.ugto.mx1http://doi.org/10.15174/au.2019.1984
- Ceceñas-Jacquez, O., & Morales-Carrillo, N. (2015). Perspectivas de desarrollo de los productores de frijol en Sombrerete, Zacatecas. *Ra Ximhai*, 11(5), 97-109.
- Chávez-Mendoza, C., & Sánchez, E. (2017). Bioactive compounds from Mexican varieties of the common bean (*Phaseolus vulgaris*): Implications for health. *Molecules*, 22(8), 1360. <https://doi.org/10.3390/molecules22081360>
- Cid-Ríos, J. Á., Reveles-Hernández, M., Sánchez-Gutiérrez, R. A., & Ramírez-Cabra, N. (2022). Typification of PRODETER bean producers to help climate change in Zacatecas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(4), 741-748. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i4.2797>
- Cid, J. A., Reveles, M., Herrera, M. D., & Acosta, J. A. (2014). *Nuevas variedades de frijol para el estado de Zacatecas* [boletín n° 57]. CIRONOC - INIFAP. <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/nuevaVariedadFrijol.pdf>
- Cid, J. A., Reveles, M., Ramírez, N. Y. Z., Velásquez, R., & Sánchez, R. A. (2021). *Arreglos topológicos y densidades de siembra en el cultivo de frijol de riego en Zacatecas*. [boletín n° 110]. CIRONOC - INIFAP. <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/20312PUB04%20Folleto%20JA.pdf>
- Cruz-Bravo, R. K., Guzmán-Maldonado, S. H., Herrera, M. D., Cid-Ríos, J. A., & Juárez-García, M. (2015). *Galletas con Harina de Frijol de Alta Calidad Nutricional y Nutraceutica* [boletín n° 66]. CIRONOC - INIFAP. <https://docplayer.es/52911754-Galletas-con-harina-de-frijol-de-alta-calidad-nutricional-y-nutraceutica.html>
- De los Santos-Ramos, D., Romero-Rosales, T., & Bobadilla-Soto, E. E. (2017). Dinámica de la producción de maíz y frijol en México de 1980 a 2014. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 439-453. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.23608>
- Delgadillo-Ruiz, O., Leos-Rodríguez, J. A., Valdez-Cepeda, R. D., Ramírez-Moreno, P. P., & Salas-González, J. M. (2016). Análisis de la viabilidad de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el corto y largo plazo en Zacatecas, México. *Agroproductividad*, 9(5), 16-21.
- Escalante-Araiza, F., & Gutiérrez-Salmeán, G. (2021). Traditional Mexican foods as functional agents in the treatment of cardiometabolic risk factors. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(8), 1353-1364.
- Fernández, A. F., & Sánchez, E. (2017). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. *Nova scientia*, 9(18), 133-148. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.763>
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (2016). *Panorama agroalimentario: frijol*. <https://n9.cl/ufmrj>
- Figueroa-González, J., Guzmán-Maldonado, S., Herrera-Hernández, M., & Sánchez-Toledano, B. (2023). Nutritional and Nutraceutical Quality of Artisan Food Products Supplemented With Bean Flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, 30(1), 61-74. <https://doi.org/10.31243/aci.v30i1.2018>
- Figueroa, J. J., Guzmán, S. H., & Herrera, M. G. (2015). Atributo nutricional y nutraceutica de panqué y barritas a base de harina de frijol (*phaseolus vulgaris* L.) *Biotechnia*, 17(3), 9-14. <https://doi.org/10.18633/bt.v17i3.231>
- Gálvez, A., & Salinas, G. (2015). El papel del frijol en la salud nutrimental de la población mexicana. *Revista Digital Universitaria*, 16(2).
- García, J. A., Fuentes, M. E., Guzmán, E., & García, R. C. (2014). Establecimiento de plantas beneficiadoras de frijol negro en Zacatecas: un estudio sobre ubicación óptima de instalaciones. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (62), 33-41.
- Granato, D., Barba, F. J., Bursac, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual review of food science and technology*, 11, 93-118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
- Herrera-Hernández, I. M., Armendáriz-Fernández, K. V., Muñoz-Márquez, E., Sida-Arreola, J. P., & Sánchez, E. (2018). Characterization of bioactive compounds, mineral content and antioxidant capacity in bean varieties



- grown in semi-arid conditions in Zacatecas, México. *Foods*, 7(12), 199. <https://doi.org/10.3390/foods7120199>
- Maphosa, Y., & Jideani, V. A. (2017). The Role of Legumes in Human Nutrition. In Functional Food - Improve Health through Adequate Food. *InTech*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.69127>
- Navarro, S. L. B., & López, X. J. L. (2019). Evaluation of partial replacement of wheat flour with phaseolus vulgaris L. Bean flour in the formulation of cakes. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 9(1), 35-44.
- Palacio-Márquez, A., Ojeda-Barrios, D., Jiménez-Castro, J., Preciado-Rangel, P., Hernández-Rodríguez, O. A., & Sánchez, E. (2021). Biofortification potential in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): bioactive compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of 155 varieties grown in México. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49(1), 12123. <https://doi.org/10.15835/nbha49112123>
- Ramírez-Jaspeado, R., Palacios-Rojas, N., Nutti, M., & Pérez, S. (2020). Estados potenciales en México para la producción y consumo de frijol biofortificado con hierro y zinc. *Revista fitotecnica mexicana*, 43(1), 11-23. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.11>
- Sánchez-Toledano, B., Cuevas-Reyes, V., Cruz-Bravo, R., & Zegbe, J. A. (2021). Aceptación y preferencia de los consumidores por un tallarín enriquecido con harina de cotiledón de frijol. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 44(1), 95-95.
- Sánchez, B. I., Domínguez, J. A., Rumayor, A. F., & Moctezuma G. (2013). Estructura económica competitiva del sector agropecuario de Zacatecas: un análisis por agrocadenas. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 33, 552-563.
- Sanders, D. A. (2020). How to write (and how not to write) a scientific review article. *Clinical biochemistry*, 81(4), 65-68. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2020.04.006>
- Santillán, J. C. A., Vegara, E. O., & Chauvet, M. (2019). Efectos de las políticas públicas en la conformación de organizaciones de productores de frijol en Zacatecas. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 19(37), 21-21.
- Vasconcelos, M. W., Grusak, M. A., Pinto, E., Gomes, A., Ferreira, H., Balázs, B., Tiziana, C., Ntatsi, G., Savvas, D., Karkanis, A., Williams, M., Vandenberg, A., Toma, L., Shrestha, S., Akaichi, F., Barrios, C., Gruber, S., James, E. K., Maluk, M., Karley, A., & Iannetta, P. (2020). The biology of legumes and their agronomic, economic, and social impact. *The Plant Family Fabaceae: Biology and Physiological Responses to Environmental Stresses*, (pp. 3-25). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4752-2_1
- Zumara, E., Juárez, J., Mancillas, J., Ávila, M., & Leyva, A. (2017). Desarrollo de un pay de harina de frijol negro San Luis con mermelada de chilacayote de altas propiedades nutricionales. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (71), 27-33. <https://doi.org/10.33064/iycuaa201771597>

CAPÍTULO 4. QUESOS PETIT SUISSE DIFERENCIADOS: PERCEPCIÓN DEL CONSUMIDOR E IDENTIFICACIÓN DE ATRIBUTOS SENSORIALES

Publicado en VI Congreso Internacional y XVIII Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas, páginas 134-141, año 2022.



QUESOS PETIT SUISSE DIFERENCIADOS: PERCEPCIÓN DEL CONSUMIDOR E IDENTIFICACIÓN DE ATRIBUTOS SENSORIALES

Rafael García Vázquez^{1*}; Marco Andrés López Santiago²; Ramón Valdivia Alcalá²; Blanca Isabel Sánchez Toledano³

¹Universidad Autónoma Chapingo-División de Ciencias Económico-Administrativas. Km. 38,5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, México. C. P. 56230. ²Universidad Autónoma Chapingo-Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio-Chihuahua km 40. Bermejillo, Durango, México. C. P. 35230. ³Campo Experimental Zacatecas-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. C.P. 98500. *Autor de correspondencia: garciarafael154@gmail.com

Introducción

En los últimos años, se ha observado un aumento progresivo en la incorporación de alimentos funcionales para la dieta diaria. De acuerdo con el Centro de Información Internacional de Alimentos (IFIC) de la Unión Europea los define como el tipo de productos que contienen dentro de sus compuestos propiedades saludables (Biesalski et al., 2011). Por su parte, Barazarte et al. (2015) especifican a estos como aquellos que aportan nutrientes básicos y que además en sus componentes tienen algunos diferenciados que optimizan las funciones fisiológicas de las personas que los consumen. Dentro de los tipos de alimentos funcionales, se hallan los que contienen probióticos, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS) (2006) estos se caracterizan por ser microorganismos que al introducirse en cantidades apropiadas confieren un beneficio para la salud del huésped. Algunos estudios han evidenciado la importancia de incluir en la dieta humana alimentos que contengan probióticos especialmente por el papel que juegan en el decrecimiento del riesgo y el apoyo a diversas enfermedades gastrointestinales (Oliveira y González-Molero, 2016).

En esta dirección, Santamarina-García et al., (2020) señala que los productos lácticos tienen grandes cantidades de probióticos y cuentan con alta presencia en el mercado, entre ellos se destacan las bebidas fermentadas, los yogures y los quesos. Estos resultan llamativos para la creación de nuevas propuestas en relación con alimentos funcionales, a su vez, para su desarrollo, se considera fundamental conocer los atributos sensoriales que los consumidores valoran más, ya que de esto dependerá el éxito que tengan en el mercado. Por todo ello, el presente estudio, se centró en el análisis de los quesos petit suisse, los cuales han demostrado que, al adicionarse con otros productos como la harina de frijol, el salvado de avena o biomasa de frutas, suelen ser una opción que aporta beneficios nutricionales al consumidor (Oliveira et al., 2017; Lima et al., 2021; Dos Reis et al., 2022).

A través de una revisión bibliográfica, fueron establecidos los atributos que son relevantes en estos quesos, mismos que pueden ser considerados para medir la aceptabilidad del consumidor en quesos diferenciados y, por tanto, brindar ventajas de aprovechamiento para la innovación en productos agroalimentarios diversificados.



Materiales y métodos

Con el fin de medir las propiedades sensoriales y determinar la importancia que poseen. El presente estudio consistió en el análisis global de los atributos sensoriales en 25 estudios de caso para evaluar la respuesta que tienen los consumidores. El muestreo fue de tipo no probabilístico a partir del estilo bola de nieve, el cual se basa en la recopilación de información de agentes principales y estos conducen a otros, hasta que las respuestas comienzan a ser repetitivas y no se encuentra información diferente para la investigación (Morone, 2013). Estas investigaciones fueron realizadas entre 2014 y 2022, es decir, el periodo abarcado correspondió a 8 años y sus resultados fueron presentados principalmente en revistas científicas indexadas.

El origen de los casos de estudio fue de países como: México, Brasil, España y Estados Unidos. La diversificación se debe principalmente a que no existe suficiente referencia bibliográfica de los atributos sensoriales en este tipo de quesos para México. De los artículos seleccionados, se analizó que las investigaciones propusieran un queso petit suisse diferenciado, el método utilizado, su enfoque (cualitativo, cuantitativo o mixto), los principales resultados y las conclusiones a las que se llegaron.

En términos generales, este artículo se basó en los procedimientos tradicionales del artículo de revisión, para ello y de acuerdo con Cué et al., (2008) los pasos a seguir fueron los siguientes: a) Definición del tema a estudiar (atributos sensoriales en petit suisse); b) elaboración de un plan de trabajo; c) búsqueda bibliográfica; d) selección y acceso a los documentos; e) análisis y síntesis de la información; f) por último, la redacción del artículo de revisión.

Resultados y discusión

El queso petit suisse ha sido objeto en diferentes estudios, entre los ejes, se encuentran investigaciones realizadas para conocer sus atributos. La textura es una de las propiedades con mayor peso en las evaluaciones sensoriales para este tipo de quesos (De Oliveira et al., 2022), siendo que es un determinante para que nuevos productos diferenciados satisfagan el interés del consumidor en productos nutracéuticos y funcionales (Vukić et al., 2022). Además, las investigaciones que contienen estudios sensoriales para el producto normalmente vienen acompañados de un análisis de perfil de textura, por lo que se deduce, que es de los aspectos de mayor relevancia (Matías et al., 2014; Dos Reis et al., 2021). Sánchez-Obando et al. (2020) por medio de un proceso de producción de queso usando proteína de suero microparticulada determinaron que el petit suisse bajo en grasa mostró puntuaciones de aceptabilidad más altas a través de un análisis sensorial de textura.



En este orden de ideas, Oliveira et al. (2019) encontraron mediante un análisis que incluyó pruebas sensoriales triangulares, grupos focales, dominancia temporal de las sensaciones y de aceptación, además de un cuestionario online, que la textura genera diferentes perfiles sensitivos, aunque no se encuentran diferencias significativas en el petit suisse, se llegó a la conclusión de que tiene buenas aceptaciones y que la textura, así como el sabor son atributos principales diferenciadores. En esta dirección, Lima et al. (2021) a partir de la inclusión de adición del salvado de avena sugieren que ambos atributos son determinantes para su consumo, aquí, se muestran alternativas en la formulación e ingredientes utilizados para estos quesos, los cuales resultan atractivos al mercado a partir de sus beneficios nutricionales al consumidor y la diversificación agroalimentaria. Barrera et al. (2020) a través de la evaluación de un petit suisse saborizado con salsa de aguacate, sugieren que dentro de los atributos que deben evaluarse son los establecidos por Sanchís et al. (2016), aquí, se muestra que el flavor (sabor y aroma), malos olores y el aspecto visual son atributos que deben analizarse. En el análisis, también se recomienda incluir, a la par, estudios de costos, ya que se demuestra que pueden ser un producto con alto potencial de desarrollo e innovación.

Pereira et al. (2016) por medio de un estudio sobre el efecto de la incorporación de antioxidantes en las propiedades químicas, reológicas y sensoriales del petit suisse, hacen uso de las evaluaciones sensoriales teniendo como atributos la apariencia, sabor, aroma y textura, los resultados sugirieron que la percepción del consumidor con respecto a los atributos sensoriales es multidimensional y se debe a las interacciones sabor-aroma y textura al momento de la degustación. La apariencia, sabor, aroma y textura también fueron estudiadas por Da Costa et al. (2020).

Por su parte, Reissig et al. (2020) hallan que al analizar los siguientes atributos: olor, sabor, apariencia, consistencia y apariencia general o aspecto global, se obtienen índices de evaluación superiores al 70%, siendo que en las evaluaciones sensoriales un producto se considera aceptable cuando se tiene un porcentaje igual o superior al mencionado, la muestra obtuvo un índice de aceptabilidad del 91%, calculado a partir de la media del aspecto global, por tanto, se consideró que poseía potencial en el mercado. A partir de los mismos atributos, al elaborarse un petit suisse de piel y extracto de semilla de uva, este presentó una aceptación sensorial del 73% (Turnes et al., 2019). En el caso que presenta De Sousa et al. (2021) todos estos atributos tuvieron más del 70%.

En este tenor, por medio de la aplicación del método de análisis de supervivencia para estimar la concentración óptima de sacarosa en petit suisse probiótico con sabor a fresa, se halló que deben evaluarse los siguientes atributos: apariencia, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general (Esmerino et al., 2015), mismos atributos que son mencionados en Turnes et al. (2019), Reissig et al. (2020) y De Sousa (2021). También, el estudio de Rodrigues et al., (2020) sobre el queso como probiótico con contenido reducido de lactosa sugieren los mismos parámetros para la evaluación sensorial.



Sumado a ello, al analizarse la propuesta de un petit suisse con frutas nativas y realizar una evaluación por color, apariencia, olor, textura, sabor y aceptación global utilizando una escala hedónica, se demuestra que el color también representa una variable importante de estudio, en este caso, las pulpas de las frutas usadas son determinantes en las características del color del producto final y esto puede ayudar al consumidor al relacionar el color del queso con la presencia del fruto (Ramos et al., 2022).

Saïto et al. (2019) registran que el color resulta una variable básica para hacerlo atractivo al consumidor. Aunque, en este estudio también se evaluó el sabor, consistencia, impresión general e intención de compra. Dos Reis et al. (2021) contemplan el color y, además, el sabor, aroma, textura y la impresión global para el desarrollo de un petit suisse con adición de biomasa de plátano verde. Además, otras investigaciones como la de Silva et al. (2018) a través de la propuesta de un queso elaborado de leche de búfalo fermentado sugirieron que el color y textura pueden determinar una mejora en sus características y, por ende, ser una alternativa de derivados lácteos. Por lo que, para estos quesos, ya sea por la inclusión de algún ingrediente diferente en su elaboración o las cantidades de sus componentes, resulta un punto importante de estudio.

El color, sabor, aroma, textura, la evaluación global o general y la intención de compra pueden hallarse en Oliveira et al. (2017) como atributos determinantes, esto es justificado a partir del desarrollo de un queso con harina de chíá. De acuerdo con Romano et al. (2020) es un producto con posibilidades sustanciales al mercado de consumo, se identificó que existen diferentes aspectos como el sabor, la composición y el atractivo funcional que necesitan ser explorados por la industria láctea para generar productos más competitivos en el mercado.

En contraste, se hallan investigaciones en donde al proponerse productos diferenciados como la elaboración de quesos con bajos contenidos de lactosa y azúcares solo se hace uso de una evaluación sensorial para determinar si el sabor resulta atractivo para el consumidor (Rodrigues et al., 2018). En Matías et al. (2014) se busca el sabor como componente principal y con escalas hedónicas de 9 puntos para determinar un “me disgusta extremadamente (1)” o “me gusta extremadamente (9)”.

En contraparte, se halla que algunos trabajos tienden a contar con una mayor especificidad. Ejemplo de ello, al analizarse el petit suisse sin lactosa elaborado con leche de oveja, se generó un análisis descriptivo sensorial y mediante sesiones grupales se establecieron descriptores como la apariencia (color, grumosidad, brillo y homogeneidad), sabor y aroma (dulce, fresa y residual) a su vez, la textura (textura, firmeza y cremosidad) (Mattiello et al., 2021). Las propiedades específicas para analizarse en las evaluaciones sensoriales dependerán de los intereses fijados que se busquen evaluar en los quesos.



Para el caso mexicano, se han realizado algunas propuestas con ingredientes diferenciados. Tal es el caso de Rueda-Enríquez et al. (2015) los cuales proponen la incorporación de pulpa de arándano azul, por medio de pruebas afectivas al consumidor, se determinó el gusto del producto por el sabor, sin considerar otros elementos como los ya mencionados, no obstante, se tomaron en atención algunas características diferentes como la etiqueta y el envasado del producto.

Entre los aportes de mayor relevancia, es que el grupo de autores sugieren que el costo representa un determinante que influye en el consumo de este tipo de quesos, a su vez, señala que para atraer al consumidor deben concurrir precios accesibles. Al proponerse el uso de xoconostle como un ingrediente adicionado en la elaboración de estos, se presenta una evaluación sensorial que determinó la aceptación del producto por el sabor, en una escala de 6 a 10 con un “me gusta mucho” obteniéndose una puntuación de 9.38. Así mismo, se presentan algunas opiniones con respecto a la textura del producto (Sánchez et al., 2014). Sobre las características sensoriales del queso sin pasteurizar se han considerado escalas hedónicas para calcular el nivel de agrado y en relación, se ha evaluado la forma, color, textura, aroma, sabor y aceptabilidad general (Vázquez-Velázquez et al., 2017). En el cuadro 1 se resumen los atributos encontrados por los diferentes grupos de investigadores.

Cuadro 1. Atributos encontrados en las diversas investigaciones

Período de referencia	Grupo de autores	Atributos de mayor valoración
2014-2022	Da Costa <i>et al.</i> (2020); De Oliveira <i>et al.</i> (2022); De Sousa <i>et al.</i> (2021); Dos Reis <i>et al.</i> (2021); Esmerino <i>et al.</i> (2015); Lima <i>et al.</i> (2021); Matías <i>et al.</i> (2014); Mattiello <i>et al.</i> (2021); Oliveira <i>et al.</i> (2017); Oliveira <i>et al.</i> (2019); Pereira <i>et al.</i> (2016); Ramos <i>et al.</i> (2022); Reissig <i>et al.</i> (2020); Rodrigues <i>et al.</i> (2020); Romano <i>et al.</i> (2020); Saïto <i>et al.</i> (2019); Sánchez <i>et al.</i> (2014); Sánchez-Obando <i>et al.</i> (2020); Silva <i>et al.</i> (2018); Turnes <i>et al.</i> (2019); Vázquez-Velázquez <i>et al.</i> (2017) y Vukić <i>et al.</i> (2022).	Textura
2014-2022	Barrera <i>et al.</i> (2020); Da Costa <i>et al.</i> (2020); De Sousa <i>et al.</i> (2021); Dos Reis <i>et al.</i> (2021); Esmerino <i>et al.</i> (2015); Lima <i>et al.</i> (2021); Matías <i>et al.</i> (2014); Mattiello <i>et al.</i> (2021); Oliveira <i>et al.</i> (2017); Oliveira <i>et al.</i> (2019); Pereira <i>et al.</i> (2016); Ramos <i>et al.</i> (2022); Reissig <i>et al.</i> (2020); Rodrigues <i>et al.</i> (2018); Rodrigues <i>et al.</i> (2020); Romano <i>et al.</i> (2020); Saïto <i>et al.</i> (2019); Sanchís <i>et al.</i> (2016) y Turnes <i>et al.</i> (2019).	Sabor
2017-2022	Da Costa <i>et al.</i> (2020); De Sousa <i>et al.</i> (2021); Dos Reis <i>et al.</i> (2021); Esmerino <i>et al.</i> (2015); Mattiello <i>et al.</i> (2021); Oliveira <i>et al.</i> (2017); Pereira <i>et al.</i> (2016); Ramos <i>et al.</i> (2022); Reissig <i>et al.</i> (2020); Rodrigues <i>et al.</i> (2020); Sanchís <i>et al.</i> (2016); Turnes <i>et al.</i> (2019) y Vázquez-Velázquez <i>et al.</i> (2017).	Aroma
2015-2022	Barrera <i>et al.</i> (2020); Da Costa <i>et al.</i> (2020); De Sousa <i>et al.</i> (2021); Esmerino <i>et al.</i> (2015); Mattiello <i>et al.</i> (2021); Pereira <i>et al.</i> (2016); Ramos <i>et al.</i> (2022); Reissig <i>et al.</i> (2020); Rodrigues <i>et al.</i> (2020); Romano <i>et al.</i> (2020); Sanchís <i>et al.</i> (2016); Turnes <i>et al.</i> (2019) y Vázquez-Velázquez <i>et al.</i> (2017).	Aspecto visual
2015-2019	De Sousa <i>et al.</i> (2021); Dos Reis <i>et al.</i> (2021); Esmerino <i>et al.</i> (2015); Oliveira <i>et al.</i> (2017); Ramos <i>et al.</i> (2022); Reissig <i>et al.</i> (2020); Rodrigues <i>et al.</i> (2020); Saïto <i>et al.</i> (2019); Turnes <i>et al.</i> (2019); Vázquez-Velázquez <i>et al.</i> (2017).	Aceptabilidad general/global
2017-2022	Dos Reis <i>et al.</i> (2021); Mattiello <i>et al.</i> (2021); Oliveira <i>et al.</i> (2017); Ramos <i>et al.</i> (2022); Saïto <i>et al.</i> (2019); Silva <i>et al.</i> (2018) y Vázquez-Velázquez <i>et al.</i> (2017).	Color
2017-2019	Oliveira <i>et al.</i> (2017) y Saïto <i>et al.</i> (2019).	Intención de compra



En suma, la frecuencia de los atributos hallados en las diversas investigaciones analizadas se expone en la figura 1. Aquí, se observa la incidencia de cada uno, por ende, pueden definirse que las propiedades que son mayormente valoradas oscilan en siete; la textura y el sabor fueron las más relevantes mientras que la intención de compra la de menor valor.

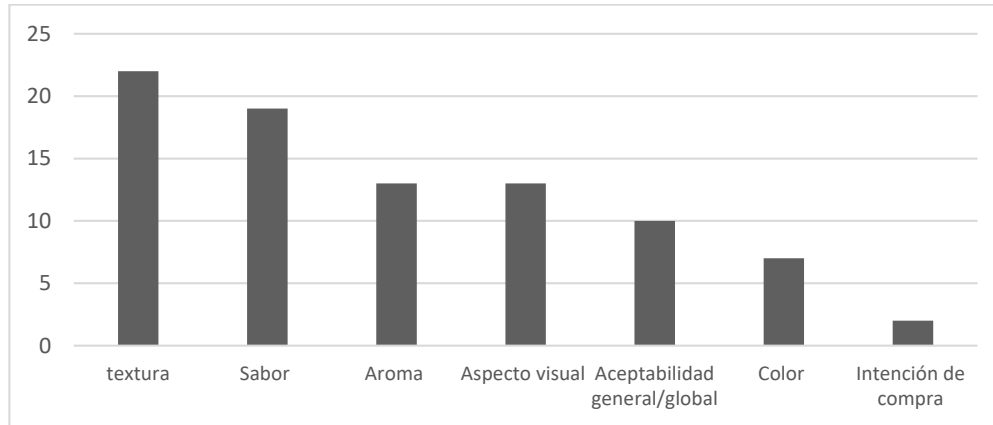


Figura 1. Atributos sensoriales con mayor valoración para quesos petit suisse

Conclusiones

Actualmente, en el país y para este tipo de quesos existe escasa información bibliográfica en cuestión de investigaciones sobre los atributos sensoriales que son valorados por el consumidor. Entonces, la revisión bibliográfica se vuelve fundamental ya que permite que la investigación y desarrollo siga en ascenso, de manera dual, en el caso específico abordado, se contribuye a la seguridad alimentaria y nutricional de la población. También, permite aumentar los niveles de productividad y competitividad de las cadenas productivas.

Consecuentemente, la percepción de los consumidores sobre un producto dirige a la importancia que tienen los atributos para el desarrollo de productos innovadores. Por otro lado, se considera la creciente necesidad de que los análisis sensoriales tomen en cuenta la aplicación de metodologías económicas y que estén enfocadas al comportamiento del consumidor como una parte complementaria. Al identificar porqué los consumidores compran o no compran productos, se comprende con mayor amplitud las necesidades y se guía a la industria alimentaria para desarrollar alimentos, por lo que esta información, permite la ampliación de diversas investigaciones (estudios económicos, sensoriales y nutraceuticos) para el queso petit suisse y otros derivados.



Referencias

- Barazarte, H. E., Sangronis, E., Moreno, I. M., Garmendia, C. A. & Mujica, Y. J. (2015). Laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.) enriquecidos con inulina y calcio. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 65(4), 225-233. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_alan/article/view/21014
- Barrera, E., Mejía, L. Y., Salazar, L. B., Muñoz, E., González, M. C., Tapiero, C. & López, J. (2020). Elaboración de un queso Petit Suisse saborizado con aguacate Hass. *Encuentro Sennova del Oriente Antioqueño*, 6(1). <https://revistas.sena.edu.co/index.php/Encuentro/article/view/3043/4108>
- Biesalski, H. K., Aggett, P. J., Anton, R., Bernstein, P. S., Blumberg, J., Heaney, R. P., Henry, J., Nolan, J. M., Richardson, D. P., Van Ommen, B., Witkamp, R., Rijkers, G. T. & Zöllner, I. (2011). 26th Hohenheim Consensus Conference, September 11, 2010 Scientific substantiation of health claims: Evidence-based nutrition. *Nutrition*, 27(Supl. 10), S1-S20. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.04.002>
- Cué, M., Díaz, G., Díaz, A. G. & Valdés, M. (2008). El artículo de revisión. *Rev Cubana Salud Pública*, 34(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662008000400011
- Da Costa, E. E., Ferreira, A. C., Ribeiro, V., Bezerra, W. & Guedes, J. M. (2020). *Aceitação sensorial de queijo petit suisse sabor maracujá aceptación sensorial del queso petit suisse sabor a maracujá sensorial acceptance of petit suisse cheese passion fruit flavour*. <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro2021/uploads/868.pdf>
- De Oliveira, L. G., De Sousa, V. M., Costa, M., De Farias, V. L. & Milhome, M. A. (2022). Petit Suisse cheese added açai: characterization and effect of the use of thickeners. *Research, Society and Development*, 11(9). <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.31917>
- De Sousa, P. B., Guimarães, T. L. F., Da Silva, P. L. & Miranda, E. S. M., Castro, E., Dos Santos, S. M., Mendes, L., Cavalcante, A. B. & Damaceno, M. (2021). Effect of inulin addition on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics from guava-flavored petit-suisse kefir cheese. *Research, Society and Development*, 10(8). <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17139>
- Dos Reis, A. C., Viera, C., Sousa, L., Arruda, A. C. & Azebedo, W. (2021). Desenvolvimento e caracterização de queijo Petit suisse adicionado de biomassa de banana verde com cobertura de calda de maracujá. *Research, Society and Development*, 10(6), 1-11. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15833>
- Esmerino, E. A., Paixão, J. A., Cruz, A. G., Garitta, L., Hough, G. & Bolini, H. M. (2015). Survival analysis: a consumer-friendly method to estimate the optimum sucrose level in probiotic petit Suisse. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 7544-7551. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9651>
- FAO & OMS. (2006). *Probiotics in food. Health and nutritional properties and guidelines for evaluation*. <https://www.fao.org/3/a0512e/a0512e.pdf>
- Lima, A. P., Souza, J., Teixeira, A. M., Cardoso, M., Ronaldo, L. & Pinto, S. M. (2021). Oat bran and sweeteners in petit-suisse cheese: Technological and nutritional properties and consumer acceptance. *Food Science and Technology*, 146, 111318. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111318>
- Matías, N. S., Bedani, R., Castro, I. A., & Saad, S. M. (2014). A probiotic soy-based innovative product as an alternative to petit-suisse cheese. *Food Science and Technology*, 59(1), 411-417. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.054>
- Mattiello, E. R., Fiel, P., Badia, V., Polmann, G., Bagatini, L., Cavalheiro, D. & Rigo, E. (2021). Effect of fat and thickener on physicochemical, textural and sensory properties of lactose-free Petit-Suisse cheese made from sheep milk. *Brazilian Journal of Development*, 7(9), 94372-94388. DOI: 10.34117/bjdv7n9-549
- Morone, G. (2013). Métodos y técnicas de la investigación científica. *México: Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Oliveira, M., Ferreira, M. & Ferreira, J. (2019). A2A2 milk: Brazilian consumers' opinions and effect on sensory characteristics of Petit Suisse and Minas cheeses. *Food Science and Technology*, 108, 207-213. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.064>
- Oliveira, P., De Paula, K., Leitoguinho, J., Dornelas, A. & Júnior, F. (2017). Desenvolvimento de queijo petit suisse probiótico adicionado de farinha de chia. *Brazilian Journal of Food Research*, 8(3), 71-87. DOI: 10.3895/rebrapa.v8n3.3682
- Olveira, G. & González-Molero, I. (2016). An update on probiotics, prebiotics and symbiotics in clinical nutrition. *Endocrinología y Nutrición*, 63(9), 482-494. <https://doi.org/10.1016/j.endoen.2016.10.011>
- Pereira, E. P. R., Cavalcanti, R. N., Esmerino, E. A., Silva, R., Guerreiro, L. R. M., Cunha, R. L., Bolini, H. M. A., Meireles, M. A., Faira, J. A. F. & Cruz, A. G. (2016). Effect of incorporation of antioxidants on the chemical, rheological,



- and sensory properties of probiotic petit suisse cheese. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 1762-1772. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9701>
- Ramos, C., Battestin, L., Alves, V., Bergler, T. & Quast, E. (2021). Development of petit suisse Cheese with Native Fruits: Blackberry (*Morus nigra* L cv. Tupy) and Guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg). *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 9(3), 89-98. DOI: 10.11648/j.jfns.20210903.14
- Reissig, H., Dos Santos, C. E., Tavares, F., Radatz, P., De Lima, J., Padilha, W. & Fiorentini, Á. M. (2020). *Lactobacillus casei* CSL3: Evaluation of supports for cell immobilization, viability during storage in Petit Suisse cheese and passage through gastrointestinal transit in vitro. *Food Science and Technology*, 127, 109381. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109381>
- Rodrigues, A., De Oliveira, A. & Bizam, P. C. (2020). Petit suisse probiótico com redução do teor de lactose. *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 25431-25440. DOI: 10.34117/bjdv6n5-119
- Rodrigues, I., Almeida, J., Chelini, D. B., Stephani, R., Fernandes, A. Tuler, I. (2018). Obtenção de Petit Suisse com baixo teor de lactose e adição reduzida de açúcares. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 73(1), 43-50. DOI: 10.14295/2238-6416.v73i1.663
- Romano, F., Azevedo, H. L. Sampaio, C. & Sloboda, M. A. (2020). Consumer perception of Petit-Suisse cheese: identifying market opportunities for the Brazilian dairy industry. *Food Science and Technology*, 40(2), 653-660. <https://doi.org/10.1590/fst.38319>
- Saito, T., Martins-Madalão, M. C., Bernardes, P. C., Bosi, M. G., Della Lucia, S. M., Saraiva, S. H. & Silva, I. (2019). Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) peel extract increases bioactive compounds in petit-suisse cheese. *International Food Research Journal*, 26(1), 277-285. [http://www.ifrj.upm.edu.my/26%20\(01\)%202019/\(31\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/26%20(01)%202019/(31).pdf)
- Sánchez-Obando, J. D., Cabrera-Trujillo, M. A., Olivares-Tenorio, M. L. & Klotz, B. (2020). Use of optimized microparticulated whey protein in the process of reduced-fat spread and petitsuisse cheeses. *Food Science and Technology*, 120, 108933. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108933>
- Sánchez, M. F., Blancas, J. A., Márquez, M., Lemus, Jiménez, E. & Sánchez-Pardo, M. E. (2014). *Desarrollo de queso tipo petit suisse adicionado con xoconostle (opuntia joconostle)* [póster]. 142. Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo de México. <https://pcti.mx/wp-content/uploads/2020/11/PCTI-142-Desarrollo-de-queso-petit-suisse-con-xoconostle.pdf>
- Sanchís, E., González, S., Ghidelli, C., Sheth, C., Mateos, M., Palou, L. & Pérez, M. B. (2016). Browning inhibition and microbial control in fresh-cut persimmon (*Diospyros kaki* 'Rojo Brillante') by apple-pectin-based edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 112(1), 186-193. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1141.38>
- Santamarina-García, G., Fresno, J. M., Virto, M., Amores, G. & Aranceta, J. (2020). La microbiota del queso y su importancia funcional. *Rev Esp Nutr Com*, 26(4), 248-256. DOI: 10.14642/RENC.2020.26.4.5344
- Silva, R. M., Moises, F., Da Silva, J. I., Duarte, R., Pereira, R. & Souza, T. (2018). Elaboração e caracterização física de Petit suissepriótico de leite de búfala fermentado com kefir. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 8(3), 10-14. DOI: 10.17648/enag-2018-91803
- Turnes, C., Inocencio, P., Sousa, J., Gomes, A., Cristina, M. & Granato, D. (2019). Phenolic-rich Petit Suisse cheese manufactured with organic Bordeaux grape juice, skin, and seed extract: Technological, sensory, and functional properties. *Food Science and Technology*, 115, 108493. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108493>
- Vázquez-Velázquez, R., Salvador-Figueroa, M., Adriano-Anaya, L., DeGyves-Córdova, G., & Vázquez-Ovando, A. (2018). Use of starter culture of native lactic acid bacteria for producing an artisanal Mexican cheese safe and sensory acceptable. *CyTA-Journal of Food*, 16(1), 460-468. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1420694>
- Vukić, D., Ilić, M., Kanurić, K., Vukić, V., Bjekić, M. & Degenek, J. (2022). Textural characteristics and colour of fresh cheese obtained by kombucha inoculum. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 38, 234-237. <https://keypublishing.org/jhed/wp-content/uploads/2022/04/16.-Full-paper-Dajana-Vukic.pdf>

CAPÍTULO 5. INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA: CARACTERIZACIÓN HEDÓNICA DE QUESOS FUNCIONALES CON HARINA DE FRIJOL

Publicado en Revista Fitotecnia Mexicana 47(1), páginas 43-51, año 2024.

INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA: CARACTERIZACIÓN HEDÓNICA DE QUESOS FUNCIONALES CON HARINA DE FRIJOL

INNOVATION IN FOOD TECHNOLOGY: HEDONIC CHARACTERIZATION OF FUNCTIONAL CHEESES WITH BEAN FLOUR

Rafael García-Vázquez¹, Blanca Isabel Sánchez-Toledano², Marco Andrés López-Santiago^{3*} y Ramón Valdivia-Alcalá¹

¹Universidad Autónoma Chapingo (UACH), División de Ciencias Económico-Administrativas. Texcoco, Estado de México, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. ³UACH, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Durango, México.

*Autor de correspondencia (marcoandres@chapingo.urruza.edu.mx)

RESUMEN

El consumo de alimentos funcionales ha mostrado un aumento progresivo debido a los beneficios nutricionales que ofrecen. Este estudio se centró en la innovación en tecnología alimentaria aplicada a la producción de quesos funcionales utilizando microcápsulas de harina de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) como ingrediente clave. El objetivo de la presente investigación fue analizar su caracterización hedónica, evaluar los atributos más relevantes y las variables que influyen en el consumidor potencial. La metodología empleada consistió en la elaboración de microcápsulas de harina de frijol, su incorporación en un queso ranchero, la selección de consumidores como jueces para un panel y la evaluación sensorial comparando el queso propuesto con uno comercial a través de la escala de Likert. El análisis estadístico incluyó pruebas de Kruskal-Wallis, coeficientes de correlación de Spearman, análisis de componentes principales, un mapa de posicionamiento de atributos y una matriz de correlaciones. Los resultados sugieren que existen diferencias en la percepción de atributos como el olor, sabor, cremosidad, suavidad, consistencia, resistencia, firmeza, carácter graso y acidez, los cuales desempeñaron un papel determinante en las propiedades sensoriales que los panelistas consideraron diferenciadoras en el queso funcional; además, se halló que características sociodemográficas, psicológicas y de comportamiento son variables fundamentales en la aceptación. El queso funcional es viable para satisfacer la demanda de consumidores que buscan alimentos innovadores y beneficios para la salud. Se exhibe la importancia de la conjunción de la tecnología alimentaria, factores sensoriales y socioeconómicos en el desarrollo de alimentos funcionales.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, evaluación sensorial, microcápsulas, queso funcional.

SUMMARY

Consumption of functional foods has shown a progressive increase due to the nutritional benefits they offer. This study focused on innovation in food technology applied to the production of functional cheeses using microcapsules of black bean (*Phaseolus vulgaris*) flour as a key ingredient. The aim of the study was to analyze its hedonic characterization, evaluate the most relevant attributes and variables that influence the potential consumer. The methodology used consisted in the elaboration of bean flour microcapsules, their incorporation into a ranch cheese, the selection of consumers as judges for a panel and sensory evaluation comparing the proposed cheese with a commercial one through the Likert scale. Statistical analysis included Kruskal-Wallis tests, Spearman correlation coefficients, principal component

analysis, an attribute positioning map, and a correlation matrix. Results suggest that there are differences in the perception of attributes such as smell, taste, creaminess, softness, consistency, strength, firmness, fatty character and acidity, which played a determining role in the sensory properties that panelists considered differentiating in the functional cheese; in addition, it was found that sociodemographic, psychological and behavioral characteristics are fundamental variables in the acceptance. Functional cheese is viable to meet the consumers demand for innovative foods and health benefits, the importance of the combination of food technology, sensory and socio-economic factors in the development of functional foods is shown.

Index words: *Phaseolus vulgaris*, functional cheese, microcapsules, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

Con una producción anual de 1.2 millones de toneladas de frijol en México (SADER, 2022), el cultivo representa un papel potencial en la diversificación alimentaria. El estado de Zacatecas sobresale como principal productor y uno de los principales consumidores (Ramírez-Jaspeado *et al.*, 2020).

Pese a su importancia, los productores enfrentan diversos desafíos, entre ellos están los daños causados por condiciones climáticas extremas, escasos insumos y vulnerabilidad del cultivo al estrés abiótico, como la sequía y baja fertilidad (Michel-Cuello y Aguilar-Rivera, 2022). Estas situaciones han llevado a una disminución de la cadena de valor de frijol; no obstante, se han buscado alternativas a través de la diversificación de productos agroindustriales. Las iniciativas tienen la finalidad de obtener beneficios económicos y sociales, así como ofrecer alternativas de consumo (Zumaran-Alvarado *et al.*, 2017). Por ende, ha surgido un creciente interés en la aplicación de la innovación tecnológica en la producción de alimentos funcionales. La exploración y análisis en temas relacionados a los aspectos tecnológicos y de consumo se vuelven fundamentales (Granato *et al.*, 2020).

En este contexto, se presenta un aumento global en el consumo de alimentos funcionales, con mercados emergentes como México (Rojas-Rivas *et al.*, 2018). En particular, se ha demostrado que los quesos funcionales son alimentos con alto valor nutricional, por sus propiedades antihipertensivas, antioxidantes, inmunomodulación, antidiabéticas y anticancerígenas (Chourasia *et al.*, 2021).

En relación con la harina obtenida de los granos de frijol, se destaca su alto contenido proteico en comparación con los granos de cereales (Blandón y Larios, 2019). Además de su contenido proteico, se matizan sus propiedades en vitaminas, minerales, fibra dietética, compuestos antioxidantes y otros fitoquímicos (Maphosa y Jideani, 2017).

El uso de la harina de frijol se ha planteado en otras investigaciones para la diversificación de productos funcionales mostrando resultados positivos de aceptación (Sánchez-Toledano *et al.*, 2021). A su vez, la microencapsulación con partes del frijol ha evidenciado estabilidad y solubilidad, por lo que se sugiere que tiene aplicaciones potenciales en la industria alimentaria (Zhang *et al.*, 2022).

Para determinar la aceptación de nuevos alimentos por los consumidores es necesario realizar una evaluación. En este sentido, Alexi *et al.* (2018) apuntan a que la evaluación sensorial se presenta como una herramienta viable alrededor de propuestas de productos innovadores. En el caso específico de los quesos, se ha demostrado que los atributos sensoriales influyen en las preferencias alimentarias. Castillo *et al.* (2021) revelaron que, al comparar las características, se pueden identificar los atributos que son más relevantes y sugieren que cuanto mejor sean calificados, mayor será su aceptación (Vitola *et al.*, 2020).

La investigación no solo contribuirá al avance del conocimiento en el campo de la tecnología alimentaria, sino que también proporcionará información para diferentes actores relevantes en la cadena alimentaria como productores y consumidores. La necesidad de abordar los desafíos en la producción de frijol y la búsqueda de alternativas innovadoras justifican la realización de este estudio.

Por lo tanto, la investigación se enfocó en la innovación en tecnología alimentaria aplicada a la propuesta de quesos funcionales utilizando microcápsulas de harina de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*). El objetivo principal fue describir la caracterización hedónica, evaluar los atributos más relevantes y las variables que influyen en el consumidor potencial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de un queso ranchero enriquecido con microcápsulas de harina de frijol

En el estudio, se desarrolló un queso ranchero funcional enriquecido con microcápsulas de testa de frijol común. Para la creación de las microcápsulas se utilizó el proceso presentado en la Figura 1.

Posteriormente, se procedió a la preparación del queso ranchero. Se siguió el método de secuencias para la elaboración de algunos tipos de quesos propuesto por Villegas *et al.* (2016) con algunas modificaciones. Para producir 1 kg de queso se calentaron 5 L de leche pasteurizada en una olla de acero inoxidable con agitación constante, la temperatura alcanzada fue de 82 °C.

Se retiró la olla del fuego y se añadió gradualmente una mezcla de ácido acético alimentario diluido en proporción de 1:10 con agua purificada. Se continuó con agitación constante para inducir la coagulación de las proteínas de la leche; consecutivamente, la mezcla se dejó reposar durante 30 min hasta que la coagulación (cuajada) se endureció y gelificó; a continuación, se cortó con un cuchillo de acero inoxidable y se filtró, separando el suero de la cuajada mediante un tamiz y una manta natural cruda. La cuajada obtenida se colocó en un recipiente de acero inoxidable y se le agregó sal en una concentración de 5 g por kg de queso, se siguieron las normas nacionales vigentes para aditivos lácteos.

Por último, se añadieron 20 g de microcápsulas de frijol por kg de queso, el producto resultante se vertió en recipientes especiales y se aplicó presión constante. Una vez transcurrido el tiempo de prensado, los quesos fueron desmoldados y se enfriaron durante 24 h adicionales. Este proceso permitió que el queso alcanzara la textura y consistencia adecuada. Se garantizó su correcta elaboración y se obtuvo un producto final con propiedades nutricionales benéficas para la salud de quien los consume.

Caracterización de la muestra de estudio

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Zacatecas, México. Se seleccionó como muestra a personas mayores de 18 años que residían en dicha ciudad. La muestra seleccionada se obtuvo de la población registrada en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2022).

Se empleó un muestreo mixto que incluyó uno por conveniencia, el cual se justifica por la disposición de los participantes a colaborar y funciona como una primera aproximación (Martín-Crespo y Salamanca, 2007). Conjuntamente, se estimó el tamaño de muestra

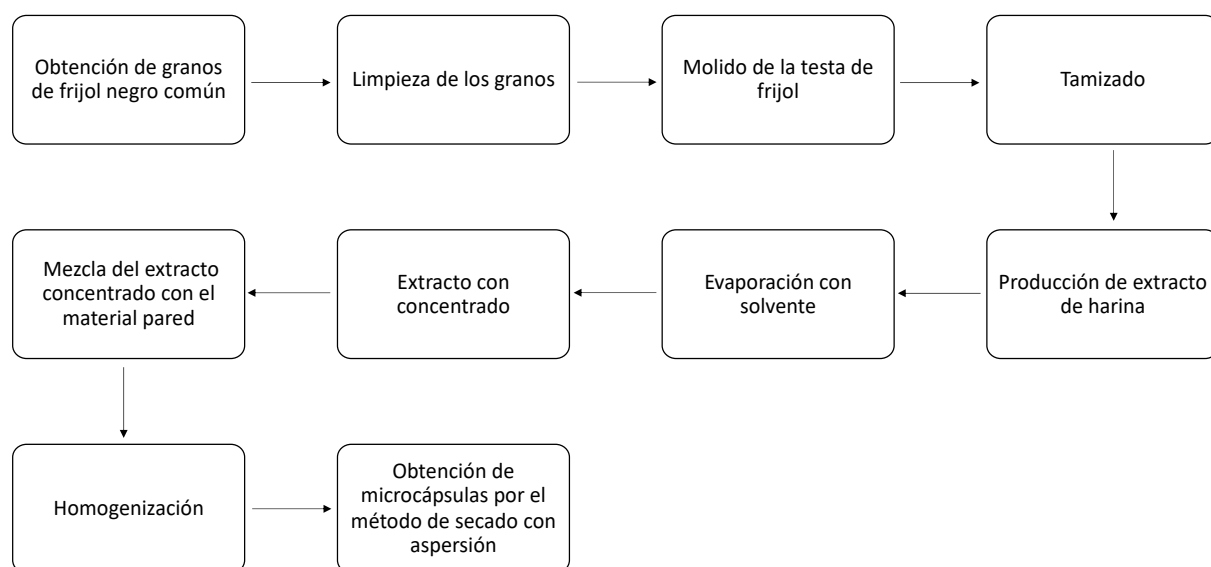


Figura 1. Proceso de elaboración de microcápsulas de harina de frijol.

empleando la fórmula de poblaciones finitas con un nivel del 90 %, se requirieron 100 participantes (Díaz, 2013).

La combinación de este tipo de muestreos ha mostrado ser efectiva y se ha validado en otras investigaciones que han analizado el comportamiento de las personas hacia nuevos productos y en estudios de evaluación sensorial, como el realizado por Sánchez-Toledano *et al.* (2021).

En esta dirección, se generó una encuesta discriminante para seleccionar a diferentes consumidores con el fin de formar un panel sensorial. Las preguntas rectoras fueron si consumían quesos en sus hogares y si estaban interesados en evaluar un queso funcional.

Con la clasificación de Malhotra (2008) se aplicó un cuestionario para analizar los hábitos de consumo y características socioeconómicas de los participantes como un primer acercamiento.

Entrenamiento del panel para evaluación sensorial

Los jueces que integraron el panel sensorial fueron previamente seleccionados con la encuesta discriminante. Estos se citaron en el campo experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en noviembre de 2022.

Antes de la evaluación sensorial, los panelistas recibieron una explicación detallada del proceso que se llevaría a cabo. Se les informó que se presentarían dos muestras para degustar: la primera correspondió al queso enriquecido con harina de frijol y la segunda fue de un queso ranchero comercial.

Se les mostró una plantilla donde cada panelista tendría que calificar la aceptabilidad utilizando la escala de Likert. Dicha escala funciona con una calificación ordinal a partir de una serie de ítems, el individuo asigna puntuaciones favorables o desfavorables. La puntuación total o el grado de satisfacción general se obtiene sumando de manera algebraica las respuestas que el individuo asignó al conjunto de ítems y se divide entre los atributos que se calificaron (Astudillo y Chevez-Ponce, 2021).

La escala empleada fue de cinco puntos: 1) no me gusta nada, 2) no me gusta, 3) me gusta más o menos, 4) me gusta, 5) me gusta mucho. La plantilla de evaluación quedó conformada por dos secciones principales correspondientes a evaluar los siguientes apartados: 1) apariencia, color y olor; 2) sabor, cremosidad, suavidad, consistencia, salinidad, resistencia, firmeza, carácter graso y acidez. Antes de participar, el panel de jueces dio su consentimiento y confirmaron que habían entendido la dinámica.

Evaluación sensorial

Se siguió el proceso de evaluación sensorial propuesto por Sánchez-Toledano *et al.* (2021) y se generaron las siguientes actividades: 1) se tomaron las precauciones necesarias para garantizar condiciones óptimas de evaluación y los panelistas fueron trasladados a una sala de degustación con un ambiente controlado; 2) las muestras de queso fueron preparadas y se cubrieron con papel aluminio; 3) la aceptación de los panelistas hacia el queso fue evaluada mediante la observación y degustación, para evitar posibles sesgos, se utilizó un diseño en bloque completo y equilibrado al presentar las muestras de

forma monódica, los consumidores se enjuagaron la boca entre muestras para eliminar cualquier residuo y evitar la contaminación de sabores; 4) por último, la evaluación se llevó a cabo con la plantilla de evaluación diseñada previamente, la cual incluía criterios iguales para evaluar ambos quesos.

Análisis estadístico

Se identificaron las variables significativas relacionadas con los hábitos de consumo y características socioeconómicas. Dado que las variables analizadas no se comportaron como una distribución normal, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis como alternativa al análisis de la varianza (ANOVA). Se estableció un nivel de confiabilidad de 95 %, lo que implicó la utilización de un nivel de significancia de $P = 0.05$.

Posteriormente, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para calcular las correlaciones entre el grado de satisfacción, las preferencias y la disposición a pagar por el queso fortificado con harina de frijol y el queso comercial. Con el método, fueron calculados los coeficientes de correlación y se determinó la significancia bilateral.

Como siguiente paso, se llevó a cabo un análisis de componentes principales (ACP) para evaluar los atributos sensoriales del queso 1 y 2. Se calcularon las cargas factoriales y las matrices de coeficientes para cada atributo.

Se empleó un mapa de posicionamiento como herramienta para mostrar un perfil sensorial a detalle de los atributos del queso enriquecido con harina de frijol. Este mapa representa las calificaciones obtenidas en cada atributo sensorial, así como el grado de satisfacción general con el queso fortificado con harina de frijol.

Por último, se estableció una matriz de correlaciones para analizar las asociaciones entre las variables significativas de los hábitos de consumo y características socioeconómicas del panel de jueces seleccionados, y el grado de satisfacción del queso enriquecido con harina de frijol. Se calculó su relevancia en el contexto del estudio. Los procesos se llevaron a cabo con el uso de hojas de cálculo Excel 2022, versión 16.74 (23061100) y a través del paquete estadístico SPSS (2023) Statistics versión 29.0.0.0 (241).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observan las variables significativas en los hábitos de consumo y características socioeconómicas del panel de jueces seleccionados para la evaluación

sensorial. Los resultados indican que la edad, el nivel de estudios, la fijación en la etiqueta al momento de comprar un queso y los gastos que destina a comprar este tipo de productos son factores de importancia en el consumidor potencial.

La comprensión de las variables que influyen en la percepción del consumidor se vuelve relevante, especialmente en un mercado cambiante como el de la industria de quesos funcionales y la innovación alimentaria (Curutchet *et al.*, 2023). A través de diferentes estudios sobre la aceptación de alimentos funcionales se encuentra que las características sociodemográficas, psicológicas y de comportamiento son fundamentales, entre estas variables se incluyen aspectos como la marca, información de beneficios a la salud, la edad, el nivel educativo y los ingresos económicos (Baker *et al.*, 2022).

En el Cuadro 2 se muestran las correlaciones encontradas en las variables de grado de satisfacción, preferencias, y la disposición a pagar por un queso. Se observa una correlación positiva (0.234) entre el grado de satisfacción del queso fortificado con harina de frijol y el queso comercial. Lo anterior, sugiere que los panelistas que están satisfechos con el queso fortificado también tienden a encontrar satisfacción con un queso comercial. Con el valor de significancia se indica que es poco probable que esto ocurra por casualidad.

Se encontró una correlación negativa moderada (-0.476) entre el queso fortificado y el grado de satisfacción; esto implica que a medida que aumenta la preferencia por otros quesos diferentes al fortificado, disminuye el grado de satisfacción con el primero. En contraparte, se halló una correlación positiva moderada (0.249) con el queso comercial, lo cual implica que aquellos que tienen una mayor preferencia por este queso son más propensas a preferirlo sobre otros.

Este acontecimiento puede atribuirse a los patrones de consumo de los panelistas. Aquellos que optan por quesos diferenciados tienden a comprarlos con menos frecuencia y las razones de adquisición son diferentes a los consumidores de quesos comerciales. Entre los factores que influyen en la preferencia de un queso sobre otro son la aversión a lo desconocido y la búsqueda de variedad (Streletskaia *et al.*, 2023).

Con relación a la disposición a pagar, no se observaron correlaciones significativas; entonces, el precio no está directamente relacionado con la satisfacción o la preferencia por un tipo de queso en particular. Los resultados encontrados muestran la importancia de considerar las preferencias individuales y la satisfacción

Cuadro 1. Estadísticos de prueba Kruskal-Wallis con la variable de agrupación nivel de ingresos mensual.

Variables analizadas	H de Kruskal-Wallis	Grados de libertad	Significancia asintótica
Género	8.691	5	0.122
Edad	25.235	5	0.001*
Nivel de estudios	23.326	5	0.001*
Integrantes en la familia	4.419	5	0.459
Suele fijarse en la etiqueta cuando compra quesos	16.872	5	0.005*
Gastos destinados al consumo de quesos	27.923	5	0.001*
Aspectos importantes a la hora de comprar quesos [†]	9.287	5	0.098

[†]Precio, tamaño, costumbre, características nutricionales, accesibilidad, presentación, sabor. Los asteriscos indican la significancia estadística $P \leq 0.05$.

Cuadro 2. Correlación de Spearman entre el grado de satisfacción, preferencia y precio del queso fortificado con harina de frijol y un queso comercial.

	Grado de satisfacción con el queso 1 ^{†1}	Grado de satisfacción con el queso 2 ^{†2}	Queso que le gustó más ³	Disposición a pagar por un queso ⁴
1 Correlación de Spearman	1	0.234*	-0.476**	0.082
Sig. (bilateral)		0.019	<0.001	0.419
2 Correlación de Spearman	0.234*	1	0.249*	-0.037
Sig. (bilateral)	0.019		0.012	0.714
3 Correlación de Spearman	-0.476**	0.249*	1	-0.099
Sig. (bilateral)	<0.001	0.012		0.328
4 Correlación de Spearman	0.082	-0.037	-0.099	1
Sig. (bilateral)	0.419	0.734	0.328	

[†]Corresponde al queso fortificado con harina de frijol, ^{††}Corresponde al queso comercial. Los asteriscos indican la significancia * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$.

del consumidor al desarrollar productos innovadores. Al respecto, Malekpour *et al.* (2022) mencionaron que para ofertarlos es preciso evaluar la situación competitiva y ofrecer atributos adecuados, según las preferencias del cliente potencial.

Con el uso del ACP se compararon los atributos sensoriales de mayor valoración del queso fortificado con harina de frijol y el queso comercial (Cuadro 3). Las cargas factoriales demostraron que los atributos de apariencia y color tienen cargas positivas, indicando que están asociados en ambos quesos; por ello, se deduce que estos resultaron visualmente atractivos a los panelistas y presentaron un color agradable. Este hallazgo concuerda con Mousavi *et al.* (2023), quienes afirman que, en la producción de quesos diferenciados, la apariencia y el color tienen gran influencia en la percepción y aceptación por parte del consumidor.

En cuestión de atributos como el olor, la carga factorial positiva cuenta con mayor presencia en el queso fortificado, mientras que en el queso comercial se halla cercana a cero, mostrando que el primero tiene un olor pronunciado y distintivo en comparación con el queso comercial. En las evaluaciones sensoriales se ha demostrado que el olor tiene afectaciones sobre otros atributos, como el sabor, y su interacción favorece a una experiencia sensorial más placentera (Han *et al.*, 2019).

En cuanto a sabor, cremosidad, suavidad, consistencia, salinidad, resistencia, firmeza, carácter graso y acidez, se observaron diferencias en la forma en la que se perciben los atributos.

El valor bajo de P ($P \leq 0.00$) indica que la matriz de correlación no es una matriz de identidad, lo que sugiere que existe una correlación significativa entre las variables.

Por otra parte, el valor de KMO demuestra una adecuación de muestreo adecuada para la realización de un análisis factorial. En este tenor, el queso fortificado registró cargas factoriales positivas, al igual que en la matriz de coeficientes, por lo que se encontró una influencia significativa en la formación del factor subyacente dentro del queso fortificado; es decir, estos atributos desempeñan un papel relevante en la determinación de las propiedades sensoriales que el panelista consideró como diferenciadores y de mayor relevancia en comparación con el queso comercial.

De esta forma, se demuestra que el queso fortificado con harina de frijol tiende a un perfil y características sensoriales distintivas de mayor pronunciación, en contraste con el queso comercial. Al compararse estos atributos, se definen los que tienen mayor relevancia (Castillo *et al.*, 2021). La textura en los quesos como la cremosidad, suavidad, consistencia, resistencia, firmeza y el carácter graso son propiedades que desempeñan un papel crucial en la experiencia sensorial y tiende a ser utilizada para definir la calidad del producto (Vukić *et al.*, 2022). La textura puede influir en la forma en la que el consumidor percibe y consume estos quesos (Kaczyński *et al.*, 2023).

Una vez demostrado el alcance de los atributos en el

queso enriquecido, se generó un mapa de posicionamiento (Figura 2). De acuerdo con la escala empleada, los resultados mostraron que los panelistas tuvieron un grado de satisfacción que osciló en un "me gusta", lo que indica que tuvo una satisfacción aceptable en los atributos evaluados.

Los atributos con las calificaciones más altas fueron la acidez, suavidad y salinidad. Contrariamente, el color y apariencia obtuvieron calificaciones ligeramente más bajas, lo que sugiere la importancia de mejorar el aspecto visual del queso fortificado para aumentar la satisfacción del consumidor. La calificación general del queso fue de 3.65, muestra concordancia con los atributos evaluados y concilia con la experiencia global de los atributos individuales.

Una buena puntuación de aceptabilidad indica que los consumidores potenciales estarían dispuestos a comprar este tipo de quesos (Ghamgui *et al.*, 2021). La aceptación es el resultado de la percepción del producto, principalmente en atributos como sabor, olor, apariencia, color y consistencia (Kaczyński *et al.*, 2023). Al demostrar un grado de satisfacción positivo se infiere que el queso planteado podría tener un lugar en el mercado de quesos funcionales.

Cuadro 3. Análisis de componentes principales entre atributos sensoriales del queso fortificado con harina de frijol y el queso comercial .

Atributo	Cargas factoriales del queso 1 ⁺	Cargas factoriales del queso 2 ⁺⁺	Matriz de coeficiente del queso 1	Matriz de coeficiente del queso 2	Varianza explicada (%)
Apariencia	0.421	0.819	0.076	0.434	46.235*
Color	0.405	0.817	0.073	0.433	15.735*
Olor	0.516	0.178	0.093	0.094	7.124
Sabor	0.753	-0.260	0.136	-0.138	5.689
Cremosidad	0.731	-0.312	0.132	-0.165	5.157
Suavidad	0.797	-0.090	0.144	-0.0048	4.877
Consistencia	0.760	-0.308	0.137	-0.163	3.893
Salinidad	0.786	0.185	0.142	0.098	3.303
Resistencia	0.793	0.259	0.143	0.137	2.772
Firmeza	0.670	-0.072	0.121	-0.038	2.109
Carácter graso	0.663	-0.346	0.119	-0.183	1.744
Acidez	0.701	-0.159	0.126	-0.084	1.361

⁺Corresponde al queso fortificado con harina de frijol, ⁺⁺Corresponde al queso comercial. El determinante de la matriz de correlaciones fue de 0.01. *Explica la varianza total explicada por dos componentes: 61.970 %. El test de esfericidad de Bartlett arroja los siguientes resultados: Chi-cuadrada = 1379.350, valor de P (significancia) = 0.000, KMO = 0.866.

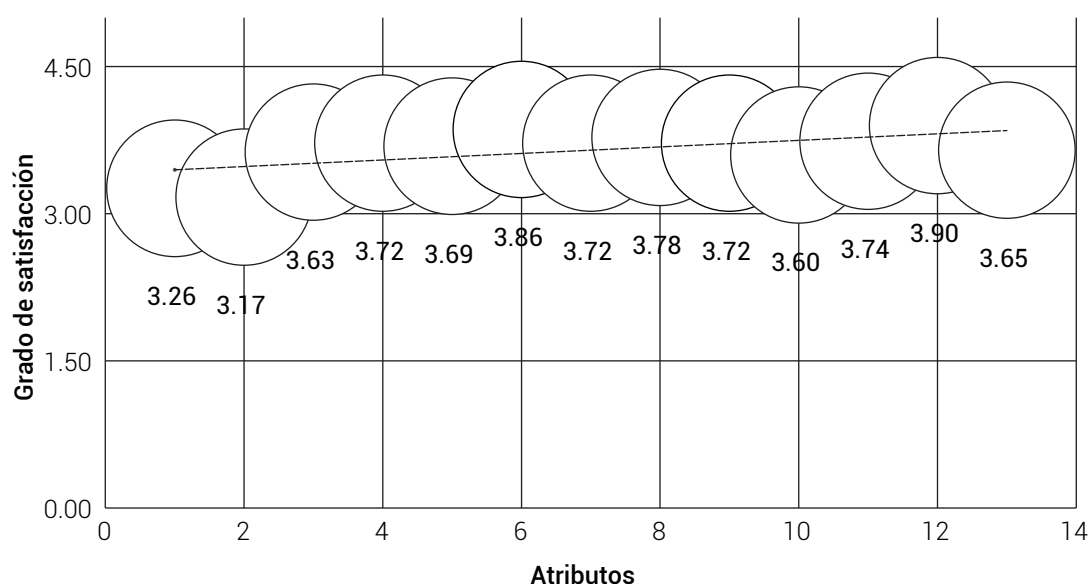


Figura 2. Mapa de posicionamiento de atributos y grado de satisfacción general del queso enriquecido con harina de frijol (3.65). Los atributos evaluados fueron: apariencia, color, olor, sabor, cremosidad, suavidad, consistencia, salinidad, resistencia, firmeza, carácter graso y acidez. La línea muestra la tendencia lineal que sigue la relación entre los atributos sensoriales y el grado de satisfacción.

Por último, se generó una matriz de correlaciones entre las variables que resultaron significativas de los hábitos de consumo y las características socioeconómicas del panel de jueces seleccionados, así como el grado de satisfacción general del queso enriquecido con harina de frijol. Los resultados muestran las relaciones de asociación entre estas variables (Cuadro 4).

El nivel de ingresos y la satisfacción general del queso enriquecido con harina de frijol muestran una correlación positiva (0.411), a medida que aumentan los ingresos, el grado de satisfacción con el queso también aumenta; entonces, los panelistas de ingresos económicos más altos tienden a reportar mayores niveles de satisfacción.

La variable edad no mostró una correlación significativa con el grado de satisfacción del queso enriquecido (0.016), por lo que este factor parece no ser determinante en la satisfacción que los panelistas experimentan. Esta relación es débil y puede tener influencia de otros factores como las preferencias individuales.

Con relación al nivel de estudios, se observó una correlación positiva (0.459), mostrando que a medida que el nivel de estudios es más alto en los panelistas éstos tienden a mostrar un mayor aumento en la satisfacción con el queso.

Por otro lado, los gastos que los panelistas destinan al consumo de quesos muestran correlaciones positivas (0.462). Al aumentar el gasto en el consumo de estos productos también aumenta la satisfacción con el queso; es decir, los panelistas que destinan más recursos económicos a la compra de estos productos suelen experimentar niveles más altos de satisfacción. Es preciso mencionar que otros factores no incluidos en el análisis pueden tener influencia en la satisfacción del queso.

Diversos estudios han demostrado que son múltiples factores que pueden predecir la aceptación por parte del consumidor (Curutchet *et al.*, 2023), entre estos factores, el nivel educativo, los ingresos y el gasto destinado a estos alimentos se han identificado como variables de influencia (Baker *et al.*, 2022; Streletskaia *et al.*, 2023); por estos motivos, se debe tener una comprensión clara de los factores que influyen en contextos específicos al lanzar alimentos funcionales al mercado. Para una dirección efectiva, es preciso analizar las características socioeconómicas (Baker *et al.*, 2002).

En general, en México la industria agroalimentaria del frijol está en sus etapas iniciales de desarrollo (Figuerola-González *et al.*, 2023); sin embargo, la verdadera transformación y diversificación de estos productos se ha logrado mediante la aplicación de tecnología alimentaria. La creación de nuevos productos a base de frijol, como totopos y churros, se ha vuelto posible a través

del desarrollo de harinas derivadas de esta leguminosa (Figueroa-González et al., 2023). La introducción de tecnología alimentaria en la producción de derivados del frijol se enmarca en estrategias destinadas a ofrecer opciones alimenticias saludables (Sánchez-Toledano et al., 2021); en consecuencia, la innovación tecnológica alimentaria emerge como un factor clave para elevar la calidad y funcionalidad de los alimentos.

CONCLUSIONES

La propuesta del queso ranchero enriquecido con microcápsulas de harina de frijol resultó en un producto factible como alimento funcional y mostró aceptabilidad sensorial satisfactoria en los panelistas. La exploración de las variables que influyen en su aceptación proporciona una base sólida para el estudio del consumidor potencial. La inclusión de estas microcápsulas abre nuevas oportunidades para la diversificación de alimentos, lo que permite a los productores ofertar opciones saludables y diversificadas, con impacto directo en la industria alimentaria y en consumidores. Este enfoque se revela como un importante impulso en la innovación y el desarrollo tecnológico en el ámbito alimentario. Finalmente, se subraya la importancia de implementar estrategias para mejorar la apariencia del producto y desarrollar una segmentación de mercado que facilite una comercialización efectiva dirigida a los consumidores con mayor potencial de satisfacción y preferencia por el queso.

BIBLIOGRAFÍA

Alexi N., D. V. Byrne, E. Nanou and K. Grigorakis (2018) Investigation of sensory profiles and hedonic drivers of emerging aquaculture fish species. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 98:1179-1187, <https://doi.org/10.1002/jsfa.8571>

Astudillo T. M. P. and F. Chevez-Ponce (2021) La escala de Likert en la medición de las TIC y la exclusión social. *Brazilian Journal of Education, Technology and Society* 14:375-383, <https://doi.org/10.14571/brajets.v14.n3.375-383>

Baker M. T., P. Lu, J. A. Parrella and H. R. Leggette (2022) Consumer acceptance toward functional foods: a scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19:1217, <https://doi.org/10.3390/ijerph19031217>

Blandón N. S. L. y X. J. Larios L. (2019) Evaluación de sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol *Phaseolus vulgaris* en la formulación de tortas. *El Higo Revista Ciencia y Tecnología* 9:35-44, <https://doi.org/10.5377/elhigo.v9i1.8995>

Castillo M. R. A., J. A. Ramos J., A. Bucio G. and J. A. Herrera-Corredor (2021) Hedonic perception and preference analysis of double cream cheeses formulated with raw and pasteurized milk. *Agro Productividad* 14:91-99, <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i10.2008>

Chourasia R., M. M. Abedin, L. C. Phukon, D. Sahoo, S. P. Singh and A. K. Rai (2021) Biotechnological approaches for the production of designer cheese with improved functionality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 20:960-979, <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12680>

Curutchet A., A. Tárrega and P. Arcia (2023) Changes in consumers interest on cheeses with health benefits and different manufacture types over the last decade. *CyTA - Journal of Food* 21:72-81, <https://doi.org/10.1080/19476337.2022.2162973>

Díaz M. A. (2013) Estadística Aplicada a la Administración y la Economía. McGraw-Hill Interamericana. México, D. F. 609 p.

Figueroa-González J. J., S. H. Guzmán-Maldonado, M. G. Herrera-Hernández and B. I. Sánchez-Toledano (2023) Nutritional and nutraceutical quality of artisan food products supplemented with bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Alimentos Ciencia e Ingeniería* 30:61-74, <https://doi.org/10.31243/aci.v30i1.2018>

Cuadro 4. Matriz de correlaciones con la variable de agrupación "Grado de satisfacción general del queso enriquecido con harina de frijol".

		Nivel de ingresos ¹	Edad ²	Nivel de estudios ³	Suele fijarse en la etiqueta cuando compra quesos ⁴	Gastos destinados al consumo de quesos ⁵
1	Correlación de Spearman	1.000	0.411**	0.459**	-0.019	0.462**
	Sig. (bilateral)		<0.001	<0.001	0.847	<0.001
2	Correlación de Spearman	0.411**	1.000	0.016	-0.217*	0.484**
	Sig. (bilateral)	<0.001		0.876	0.030	<0.001
3	Correlación de Spearman	0.459**	0.016	1.000	0.061	0.271**
	Sig. (bilateral)	<0.001	0.876		0.548	0.006
4	Correlación de Spearman	-0.019	-0.217*	0.061	1.000	-0.058
	Sig. (bilateral)	0.847	0.030	0.548		0.570
5	Correlación de Spearman	0.462**	0.484**	0.271**	-0.058	1.000
	Sig. (bilateral)	<0.001	<0.001	0.006	0.570	

Los asteriscos indican la significancia *P ≤ 0.05, **P ≤ 0.01.

- Ghamgui H., F. Bouaziz, F. Frikha, F. Châari and S. Ellouze-Chaâbouni (2021) Production and characterization of soft Sardinian type cheese by using almond gum as a functional additive. *Food Science & Nutrition* 9:2032–2041, <https://doi.org/10.1002/fsn3.2170>
- Granato D., F. J. Barba, D. Bursac-Kovačević, J. M. Lorenzo, A. G. Cruz and P. Putnik (2020) Functional foods: product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual Review of Food Science and Technology* 11:93–118, <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
- Han P., T. Fark, R. A. de Wijk, N. Roudnitzky, E. Iannilli, H. S. Seo and T. Hummel (2019) Modulation of sensory perception of cheese attributes intensity and texture liking via ortho-and retro-nasal odors. *Food Quality and Preference* 73:1–7, <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.11.019>
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2022) México en cifras. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Ciudad de México. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/#collapse-Resumen> (Junio 2023).
- Kaczyński Ł. K., D. Cais-Sokolińska, P. Bielska, J. Teichert, J. Biegalski, A. Yiğit and S. Chudy (2023) The influence of the texture and color of goat's salad cheese on the emotional reactions of consumers compared to cow's milk cheese and Feta cheese. *European Food Research and Technology* 249:1257–1272, <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04211-2>
- Malekpour M., M. Yazdani and H. Rezvani (2022) Investigating the relationship between intrinsic and extrinsic product attributes with customer satisfaction: implications for food products. *British Food Journal* 124:578–598, <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2022-0097>
- Malhotra N. K. (2008) Investigación de Mercados. Traducción M. E. Ortiz S. 5a edition. Pearson Prentice Hall. México, D. F. 920 p.
- Maphosa Y. and V. A. Jideani (2017) The role of legumes in human nutrition. In: Functional Food: Improve Health Through Adequate Food. M. Chavarri H. (ed.). IntechOpen. London, UK. pp:103–122, <https://doi.org/10.5772/intechopen.69127>
- Martín-Crespo B. M. C. y A. B. Salamanca C. (2007) El muestreo en la investigación cualitativa. *NURE Investigación* 27:1–4.
- Michel-Cuello C. and N. Aguilar-Rivera (2022) Climate change effects on agricultural production systems in México. In: Handbook of Climate Change Across the Food Supply Chain. W. Leal Filho, I. Djekic, S. Smetana and M. Kovaleva (eds.). Springer. Cham, Switzerland. pp:335–353, https://doi.org/10.1007/978-3-030-87934-1_19
- Mousavi R. S., L. Nateghi, M. Soltani and J. Asgarpanah (2023) Innovative UF-white cheese fortified with *Ganoderma lucidum* extract: antioxidant capacity, proteolysis, microstructure and sensory characteristics. *Journal of Food Measurement and Characterization* 17:1651–1661, <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01732-4>
- Ramírez-Jaspeado R., N. Palacios-Rojas, M. Nutti y S. Pérez (2020) Estados potenciales en México para la producción y consumo de frijol biofortificado con hierro y zinc. *Revista Fitotecnica Mexicana* 43:11–23, <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.11>
- Rojas-Rivas E., A. Espinoza-Ortega, C. G. Martínez-García, S. Moctezuma-Pérez and H. Thomé-Ortiz (2018) Exploring the perception of Mexican urban consumers toward functional foods using the Free Word Association technique. *Journal of Sensory Studies* 33:e12439, <https://doi.org/10.1111/joss.12439>
- SADER, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022) Estima Agricultura crecimiento de 11.4% de la producción de frijol en 2021; mantiene tendencia al alza. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/estima-agricultura-crecimiento-de-11-4-de-la-produccion-de-frijol-en-2021-mantiene-tendencia-al-alza?idiom=es> (Junio 2023).
- Sánchez-Toledano B., V. Cuevas-Reyes, R. Cruz-Bravo y J. A. Zegbe (2021) Aceptación y preferencia de los consumidores por un tallarín enriquecido con harina de cotiledón de frijol. *Revista Fitotecnica Mexicana* 44:95–102, <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.1.95>
- Streletskaia N. A., S. Maruyama, S. Queisser, S. Cole, A. N. Stelick and J. Lim (2023) How information leads consumers to select specialty foods when tasting is not an option. *Food Quality and Preference* 105:104769, <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104769>
- Villegas G. A., A. Santos M. y F. Cervantes E. (2016) Los Quesos Mexicanos Tradicionales. Universidad Autónoma Chapingo–Juan Pablos Editor. Ciudad de México. 197 p.
- Vitola H. R. S., C. E. S. Cruxen, F. T. da Silva, P. R. Thiel, J. L. Marques, W. P. da Silva and Á. M. Fiorentini (2020) *Lactobacillus casei* CSL3: evaluation of supports for cell immobilization, viability during storage in *Petit Suisse* cheese and passage through gastrointestinal transit *in vitro*. *LWT – Food Science and Technology* 127:109381, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109381>
- Vukić D., M. Ilić, K. Kanurić, V. Vukić, M. Bjekić and J. Degenek (2022) Textural characteristics and colour of fresh cheese obtained by kombucha inoculum. *Journal of Hygienic Engineering and Design* 38:234–237.
- Zhang X., B. Zhang, X. Ge, H. Shen, X. Sun, Q. Zhang, ... and W. Li (2022) Fabrication and characterization of whey protein–citrate mung bean starch–capsaicin microcapsules by spray drying with improved stability and solubility. *Foods* 11:1049, <https://doi.org/10.3390/foods11071049>
- Zumaran-Alvarado E. M., M. Juárez-García, J. Mancillas-Medina, M. Ávila-Ontiveros y A. Leyva-Maldonado (2017) Desarrollo de un pay de harina de frijol negro San Luis con mermelada de chilacayote de altas propiedades nutricionales. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* 71:27–33, <https://doi.org/10.33064/iycuaa201771597>

CAPÍTULO 6. ATRIBUTOS VALORADOS POR CONSUMIDORES MEXICANOS SOBRE EL QUESO ENRIQUECIDO CON HARINA DE FRIJOL: TÉCNICAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO

Publicado en Información Técnica Económica Agraria 120(1), páginas 93-108, año 2024.

Atributos valorados por consumidores mexicanos sobre el queso enriquecido con harina de frijol: técnicas de decisión multicriterio

Rafael García-Vázquez¹, Blanca Isabel Sánchez-Toledano², Marco Andrés López-Santiago^{3,*}, Ramón Valdivia-Alcalá¹ y Andrés Aurelio López-Santiago¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Económico-Administrativas. Km. 38,5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, México.

² Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México.

³ Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio-Chihuahua km 40. Bermejillo, Durango, México.

Resumen

El frijol negro es uno de los cultivos más importantes en México. Si bien es una legumbre con un alto contenido de propiedades nutritivas beneficiosas para la salud, su consumo ha disminuido en los últimos años. Por tanto, una forma de incrementar su consumo es mediante la transformación agroindustrial del grano para diversificar su oferta y agregar valor. Se elaboró harina de frijol con la finalidad de incorporarla a un producto con gran demanda en México, como es el queso. El objetivo de la presente investigación consistió en analizar los atributos que los consumidores tienen en cuenta a la hora de comprar queso enriquecido con harina de frijol. Los consumidores se segmentaron con base en sus características socioeconómicas y hábitos de compra. De acuerdo con los resultados, los atributos más valorados por los consumidores son el sabor (62,50 %), origen nacional (49,11 %), marca de calidad (57,46 %) y los beneficios a la salud (49,62 %). Al generarse una segmentación de consumidores, se hallaron cuatro grupos que calificaron los atributos de manera similar. En el grupo tres se encontró una diferencia, pues estos tuvieron mayor afinidad por un producto sin marca (41 %) en comparación con una marca de calidad (38,98 %). Se logró dar significancia al análisis de múltiples criterios comparando atributos, lo que funciona como guía sobre decisiones estratégicas.

Palabras clave: Innovación tecnológica, alimento funcional, segmentación, proceso analítico jerárquico.

Attributes valued by Mexican consumers about cheese enriched with bean flour: multicriteria decision techniques

Abstract

Black beans are one of the most important crops in Mexico. Even though it is a legume with a high content of nutritional properties that benefit health, its consumption has decreased in recent years. Therefore, one way to increase its consumption is through the agro-industrial transformation of the grain

* Autor para correspondencia: marcoandres@chapingo.uruza.edu.mx

Cita del artículo: García-Vázquez R., Sánchez-Toledano B.I., López-Santiago M.A., Valdivia-Alcalá R., López-Santiago A.A. (2024). Atributos valorados por consumidores mexicanos sobre el queso enriquecido con harina de frijol: técnicas de decisión multicriterio. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 120(1): 93-108.
<https://doi.org/10.12706/itea.2023.016>



to diversify its offer and add value. Bean flour was elaborated with the purpose that it be incorporated into a product with great demand in Mexico, such as cheese. The objective of this research was to analyze the attributes that consumers consider when buying cheese enriched with bean flour and to segment them based on their socioeconomic characteristics and purchasing habits. The results showed that the attributes most valued by consumers are flavor (62.50 %), national origin (49.11 %), quality brand (57.46 %), and health benefits (49.62 %). When generating a segmentation of consumers, four groups were found that qualified the attributes in a similar way, only a difference was found in terms of group three, since they had a greater affinity for a product without a brand (41 %) compared to a brand of quality (38.98 %). It was possible to give significance to the analysis of multiple criteria by comparing attributes, which works as a guide on strategic decisions.

Keywords: Technological innovation, functional food, segmentation, hierarchical analytical process.

Introducción

El frijol es la leguminosa de mayor producción y consumo en el mundo (Borja-Bravo y García-Salazar, 2022). En México, la producción anual osciló en 1,2 millones de toneladas (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2022). El estado de Zacatecas fue el principal productor y uno de los principales consumidores (Ramírez-Jaspeado et al., 2020).

Pese a la importancia de este cultivo, se ha evidenciado una disminución en la competitividad, lo que genera periodos de volatilidad y ejercen presión sobre las etapas de la cadena productiva (Coordinación General de Evaluación, Modernización y Desarrollo Administrativo [CGMA], 2022). Además, su consumo ha disminuido en los últimos años, pasó de 18,9 a 8,8 kg *per cápita* en el período de 2000 a 2017 (Sánchez-Toledano et al., 2021). Ante este escenario, la diversificación de productos agroindustriales con características funcionales es una de estas medidas que se han buscado aprovechar.

En esta directiva, en México se destina el 29,4 % del gasto de los hogares a la adquisición de alimentos, bebidas y tabaco. De ese total, 9,5 % corresponde a la compra de productos lácteos, del cual el 24 % se destina al consumo de quesos (Vega, 2020).

Por otra parte, el consumo de queso en México forma una parte importante de la cultura culinaria nacional, en promedio se consumen de 2,1 a 6 kg por persona (Vega, 2020). El tamaño del mercado mexicano del queso alcanzó un valor de USD 3070 millones en 2021, se espera que el mercado crezca a una tasa compuesta anual del 7,6 % entre 2023 y 2028 para alcanzar un valor de USD 4950 millones en 2027 (Expert Market Research [EMR], 2023).

Dicho producto contiene proteínas, grasas y calcio, así como altas cantidades de vitaminas A y B12, zinc, fósforo y riboflavina (Oliveira y González-Molero, 2016).

Los alimentos funcionales se definen como aquellos que aportan nutrientes básicos y que tienen una función adicional gracias a algunos ingredientes diferenciados que optimizan el funcionamiento fisiológico de quienes los consumen (Barazarte Barazarte et al., 2015).

Actualmente, los alimentos funcionales han ganado terreno en América Latina. Durante el año 2019 estos alimentos alcanzaron ventas por 19,8 millones de dólares. Las ventas presentaron un aumento del 27 % en el período 2014-2019 y México destaca como uno de los mercados emergentes más importantes en este ámbito (Rojas Rivas et al., 2018).

El frijol posee propiedades potenciales para su transformación en alimentos funcionales (Rojas-Rivas et al., 2020). Bajo este esquema, el lanzamiento de nuevos alimentos desarrollados mediante la adición de ingredientes funcionales a los alimentos portadores ofrece beneficios nutricionales potenciales para consumidores y nuevas oportunidades comerciales para productores (Curutchet et al., 2023).

En este contexto, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en particular, el Campo Experimental Zacatecas, desarrolló una harina de frijol para ser incorporada al queso a través de microcápsulas. En este sentido, es necesario analizar el comportamiento del consumidor en cuanto a la aceptación de nuevos productos. Se han realizado investigaciones que han evaluado la aceptación y preferencias de compra de diferentes productos. No obstante, no se tienen estudios sobre los factores que incluyen en la decisión de compra en el caso específico del queso enriquecido con microcápsulas de harina de frijol (Kraus et al., 2017; Sánchez-Toledano et al., 2021).

El objetivo de la presente investigación consistió en analizar los atributos que los consumidores tienen en cuenta a la hora de comprar queso enriquecido con harina de frijol y segmentarlos con base en sus características socioeconómicas y hábitos de compra.

Material y métodos

Área de estudio

El estudio fue realizado en la ciudad de Zacatecas, México. De acuerdo con estadísticas nacionales, el lugar se caracteriza por ser el principal productor de frijol y uno de los consumidores más importantes (Ramírez-Jaspeado et al., 2020). Estudios para la valorización de atributos de harina de frijol se han llevado

a cabo en el área mostrando buenos resultados (Sánchez-Toledano et al., 2021). Por ello, el espacio se consideró idóneo para analizar los atributos que los consumidores valoran en quesos funcionales. También se consideró contribuir al enriquecimiento del conocimiento científico en el campo de la valorización de productos agroalimentarios a base de frijol.

Desarrollo del queso enriquecido con harina de frijol utilizado en la investigación

Primero, se calentaron cinco litros de leche pasteurizada a una temperatura de 82 °C en una olla de acero inoxidable con agitación constante. Se retiró del fuego y se añadieron gradualmente tres partes iguales de ácido acético alimentario diluido 1:10. También se agregó agua purificada agitando constante para inducir la coagulación de las proteínas de la leche. Se dejó reposar la cuajada durante 30 min hasta que se endureció y gelificó.

Posteriormente, la cuajada se cortó con un cuchillo de acero inoxidable y se filtró, separando el suero de la cuajada mediante un cedazo y una manta natural cruda. La cuajada obtenida se colocó en un recipiente de acero inoxidable y se le agregó sal en una concentración de 5 g/kg de queso. Además, se añadieron 20 g de microcápsulas de frijol por kg de queso. Estas microcápsulas de frijol común fueron seleccionadas por su valor nutricional y sus beneficios para la salud. Por último, el producto se vertió en recipientes especiales para queso y se aplicó presión constante durante 24 h. Pasado este tiempo, los quesos fueron desmoldados y enfriados durante 24 h.

Selección de la muestra

La información se obtuvo mediante la técnica de encuesta personalizada a consumidores de alimentos funcionales. La información fue recabada en centros comerciales, universidades e instancias de gobierno en noviembre

de 2022. El cuestionario se aplicó a una muestra de 100 consumidores estratificados por edad, el tamaño se validó con la ecuación de muestreo para poblaciones finitas, lo que implicó un error muestral del 8 %, con un nivel de confianza del 90 % (Díaz, 2013).

Para el cálculo de la muestra se tomó como referencia los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2022). El criterio de selección fueron personas de 18 a 65 años, lo cual aseguró la representatividad de diferentes grupos demográficos en el estudio. También se utilizó el muestreo por conveniencia que funciona como una primera prospección al objeto de estudio. Tiende a usarse en investigaciones exploratorias, su uso se justifica por la disponibilidad y disposición a participar de los consumidores (Martín-Crespo Blanco y Salamanca Castro, 2007). Esta técnica permitió una interacción directa con los participantes, lo que facilitó una mayor comprensión de sus percepciones y preferencias.

La combinación mixta del muestreo para poblaciones finitas y el de conveniencia ha sido validada en investigaciones sobre el estudio del consumidor (Sánchez-Toledano et al., 2021).

Debido al carácter exploratorio del estudio, la cantidad de queso que se obtuvo fue limitado, lo que a su vez restringió la cantidad de encuestas realizadas. A pesar de la cantidad limitada de queso del que se dispuso, fue importante presentarlo y que los encuestados tuvieran la oportunidad de consumirlo para evaluar con mayor precisión sus propiedades sensoriales. De esta manera, la degustación y la aplicación de encuestas se llevaron a cabo en el mismo momento.

Fuentes de información

Se diseñó un cuestionario para analizar los hábitos de consumo, características socioeconómicas y la evaluación de los atributos del

queso enriquecido con harina de frijol. Así, el cuestionario aplicado incluyó preguntas de tipo cerrado, el cual primero se validó con una muestra piloto de consumidores ($n = 15$). Las preguntas buscaron recabar información sobre conocimiento del producto, hábitos de consumo, características sociodemográficas y evaluación sensorial de atributos sobre el producto en cuestión.

Evaluación sensorial

La degustación se realizó bajo un enfoque de evaluación sensorial de condición ciega. Este procedimiento se ha validado en investigaciones previas como la de Sánchez-Toledano et al. (2021), Grandini et al. (2022) y Ballesteros et al. (2023). Con este procedimiento, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Las muestras de queso se cubrieron con papel aluminio para preservar algunos atributos como el olor, los consumidores participantes evaluaron la aceptabilidad del queso enriquecido con harina de frijol en comparación con un queso comercial. Para ello, la evaluación se basó en la observación de atributos como la apariencia en donde se incluyeron aspectos de color, textura y aspecto general, asimismo, en pruebas de sabor, aroma, suavidad y consistencia.

Las muestras de queso fueron presentadas de manera monódica (Figura 1), es decir, cada consumidor probó un queso a la vez, con el uso de un diseño en bloque completo y equilibrado se evitó cualquier sesgo que pudo haberse producido por el orden de presentación de las muestras. También, se solicitó a los consumidores enjuagarse la boca entre muestras para la eliminación de posibles sabores residuales.

Cada consumidor calificó la aceptabilidad del queso utilizando la escala de Likert a 5 puntos: 1 significó "no me gusta nada", 2 "no me gusta", 3 "me gusta más o menos", 4 "me gusta" y 5 "me gusta mucho".



Figura 1. Muestras de quesos funcionales en el proceso de evaluación sensorial.

Figure 1. Functional cheese samples in the sensory evaluation process.

La evaluación sensorial se generó para que el consumidor se familiarizara con el producto a evaluar y así, sus respuestas dentro del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) tuvieran una mayor fundamentación.

Análisis estadístico

Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

El AHP se ha utilizado para la definición de criterios y el cálculo en la evaluación de alternativas. Con este método pueden definirse criterios principales y criterios secundarios, calculando su peso relativo para realizar evaluaciones de opciones disponibles adecuadas (de FSM Russo y Camanho, 2015).

En este estudio, los atributos principales evaluados fueron: sensorial, origen, marca y atributos diferenciadores. Los subniveles fueron: olor, color, sabor, origen internacional, nacional (México), región de Zacatecas, sin marca, marca comercial y marca de calidad, ingredientes, beneficios a la salud y precio. Los atributos y los subniveles fueron analizados

por un grupo de expertos del INIFAP y también a través de fuentes secundarias.

A continuación, se describen los pasos para la aplicación del AHP.

Para cada nivel de la jerarquía, el encuestado emitió una serie de juicios por medio de comparaciones pareadas simples sobre todas las posibles combinaciones de los atributos principales y secundarios, los elementos del mismo atributo se evaluaron comparativamente dos a dos.

La evaluación fue por medio de la Escala Fundamental para comparaciones por pares de Saaty. Según esta escala, el valor de 1 muestra que se posee el mismo nivel de importancia, 3 corresponde al favorecimiento leve de un atributo sobre otro, 5 sugiere que se favorece de manera superior una variable sobre otra, 7 apunta a que un atributo tiene un mayor favorecimiento, mientras que 9 indica que existe una variable con un impacto superior. Los valores 2, 4, 6 y 8, se utilizan para indicar el nivel de importancia relativa de los atributos trabajados (Nantes, 2019).

Con la estimación de prioridades y ponderaciones de los subnodos en relación con los nodos principales (atributos principales y secundarios) se compararon para determinar su importancia en cada uno.

Para ello, se utilizó una matriz llamada "matriz de Saaty" o de juicios, en la que se evaluó cada atributo de manera individual. Definiéndose de la siguiente manera:

$$A_K = \begin{bmatrix} a_{11k} & a_{12k} & \dots & a_{1nk} \\ a_{21k} & a_{22k} & \dots & a_{2nk} \\ \dots & \dots & a_{ijk} & \dots \\ a_{nk} & a_{n2k} & \dots & a_{nnk} \end{bmatrix} \quad [1]$$

De acuerdo con Sánchez-Toledano *et al.* (2017), se puede delimitar del siguiente modo: a_{ijk} = valor de comparación (razón) entre el subnodo i y el subnodo j . A manera de explicación, este valor representa cuantas veces el subnodo i es preferido sobre el subnodo j para la satisfacción del objetivo establecido por el nodo principal.

Sucesivamente, se empleó el método de la media geométrica para estimar el vector de las ponderaciones propias $\vec{W}_{ik}$. Para ello, Saaty y Vargas (1984) proponen el cálculo de la siguiente forma:

$$\hat{w}_{ik} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \hat{a}_{ijk}} \quad \forall i, j \in n \quad [2]$$

Donde: $\hat{w}_{ik}$ = peso o prioridad del subnodo i para el decisor k , $\hat{a}_{ijk}$: juicios o valores de comparación expresados para el subnodo i respecto al subnodo j , n = número total de subnodos a comparar.

Por último, una vez que se realizaron las comparaciones por pares entre los diferentes objetivos y que en estos se hallaran los pesos locales, se localizaron las asociaciones con el

objetivo principal de la jerarquía. Los pesos locales calculados se convirtieron en pesos globales gracias al uso de la media geométrica ($\hat{w}_j$), la cual, ha demostrado ser una opción viable en decisiones de grupo para investigaciones sociales (Sánchez-Toledano *et al.*, 2017). Con los datos, se utilizó la matriz de Saaty agregada:

$$(\hat{A} = \hat{a}_{ij} \sqrt[m]{\prod_{k=1}^m \hat{a}_{ijk}}) \quad [3]$$

La matriz generó un vector que le dio criterios representativos al conjunto de pesos globales ($\hat{w}_j$) (Sánchez-Toledano *et al.*, 2017), es decir, se contabilizaron todas las respuestas de los consumidores. Esta matriz toma en consideración al número total de individuos (m) y los juicios o valores de comparación expresados por $\hat{a}_{ij}$.

Análisis de varianza Kruskal-Wallis y conglomerados

Secuencialmente, se utilizó un análisis de varianza por rangos ($p \leq 0,05$) de Kruskal-Wallis (Díaz, 2013) para determinar las variables socioeconómicas que fueron significativas en la muestra. Con los resultados obtenidos, se generó un análisis de datos mediante el uso de conglomerados no jerárquicos. Se empleó el método K (medias como forma de encadenamiento) y la distancia euclídea al cuadrado como medida de similitud entre individuos (Peña, 2002).

Con los datos estimados, se establecieron grupos por características similares y entonces fueron analizados los atributos que estos prefieren empleándose nuevamente el AHP. Los grupos formados funcionaron como ejemplos de variables de segmentación para caracterizar perfiles de consumidores. Las estimaciones se realizaron en hojas de cálculo Excel 2022, versión 16,69,1 (23011600) y el software estadístico Infostat 2022.

Resultados y discusión

Descripción de la muestra

En la descripción de la muestra (Tabla 1), se observa que el 59 % de los encuestados fueron hombres y 41 % mujeres. Estos porcentajes pueden atribuirse al contexto en el que se llevaron a cabo las encuestas (centros comerciales, universidades e instancia de gobierno). En dichos lugares, parece haber una mayor presencia de hombres en comparación con las mujeres. Este fenómeno puede tener múltiples causas, una posible explicación podría encontrarse en la distribución desigual de la población económicamente activa, según los datos proporcionados por el INEGI (2022), se observa que los hombres representan el 63,9 % y las mujeres el 36,1 %.

En cuanto al rango de edades, las proporciones mayores se encontraron en los 18 años (26 %) y 45 a 49 años (13 %). La edad es una variable importante en el área de estudio principalmente porque las personas mayores son consumidores potenciales en comparación con los encuestados jóvenes (Sánchez-Toledano et al., 2021).

A nivel educativo se observó una diferencia en cuando a la proporción de personas con mayor educación universitario y de posgrado (61 % y 37,9 %, respectivamente). El número de personas con estudios universitarios, cuyo porcentaje supera a los de la población de Zacatecas, posiblemente se debe a la selección de los lugares en donde se recopiló la información (Sánchez-Toledano, 2021). Normalmente, estos espacios son frecuentados por personas con mayor nivel educativo.

Aunque, en concordancia con otras investigaciones, se encontró que la educación se relaciona con un mayor consumo de alimentos funcionales (Baker et al., 2022). Un nivel educativo más alto conduce a un estilo de vida saludable, lo que permite una receptividad para comprar este tipo de productos (Endrizzi

et al., 2021). Las variables socioeconómicas como el género, nivel educativo, edad y el ingreso juegan un papel determinante en la aceptación de un alimento funcional (Kraus et al., 2017; Baker et al., 2022).

Atributos valorados por consumidores sin segmentación

La Figura 2 muestra esquemáticamente los resultados derivados del AHP de manera general. El principal atributo que los consumidores toman en cuenta es el sabor (62,50 %). Algunas investigaciones como la de Lima Ribeiro et al. (2021) se han enfocado en analizar la adición de ingredientes innovadores al queso (avena o biomasa de frutas) y establecieron que el sabor es un atributo que determina su aceptabilidad. Por otra parte, en estudios relacionados con la elaboración de harina de cereales se demostró que el sabor es un factor determinante para su inclusión en algún producto innovador (Roland et al., 2017). Por ello, se ha discutido que la calidad de este atributo debería optimizarse para mejorar la aceptación que tiene el consumidor (Ramírez-Jiménez et al., 2018).

Por otra parte, el atributo de origen nacional (49,11 %) también fue una variable que influyó en la aceptación del producto. Para el queso, se ha demostrado que el resultado de adquirir un producto nacional diferenciado crea una mayor confiabilidad.

Autores como Endrizzi et al. (2021) explicaron que la información de origen tuvo un efecto sobre los consumidores, forjando que en las evaluaciones se establezcan puntuaciones de gusto más altas. También, con el estudio de otros productos se ha confirmado un resultado positivo de asimilación entre la aceptación de un producto y la información de origen. La razón principal fue el aumento de las expectativas, lo cual, destacó un claro efecto positivo (Piqueras-Fiszman y Spence, 2015).

Tabla 1. Características socioeconómicas de Zacatecas, México.

Table 1. Socioeconomic characteristics of Zacatecas, Mexico.

Características generales		
Número total de personas		149,607
Número de personas mayores de 18 años		114,299
	Muestra	Población de Zacatecas
Sexo (%)		
Población total hombres	59	48,1
Población total mujeres	41	51,9
Nivel de estudios (%)		
Sin escolaridad	0	2,0
Primaria y secundaria	17	38
Bachillerato	22	21,5
Universidad y posgrado	61	37,9
No especificado	0	0,01
Edad (%)		
18 años	26	11
20 a 24 años	9	13
25 a 29 años	9	10
30 a 34 años	5	9
35 a 39 años	8	8
40 a 44 años	10	9
45 a 49 años	13	9
50 a 54 años	7	8
55 a 59 años	8	7
Más de 60 años	5	16
Características económicas del lugar de estudio (%)		
Población económicamente activa		59,5
Población no económicamente activa		39,7

Fuente: INEGI (2022).

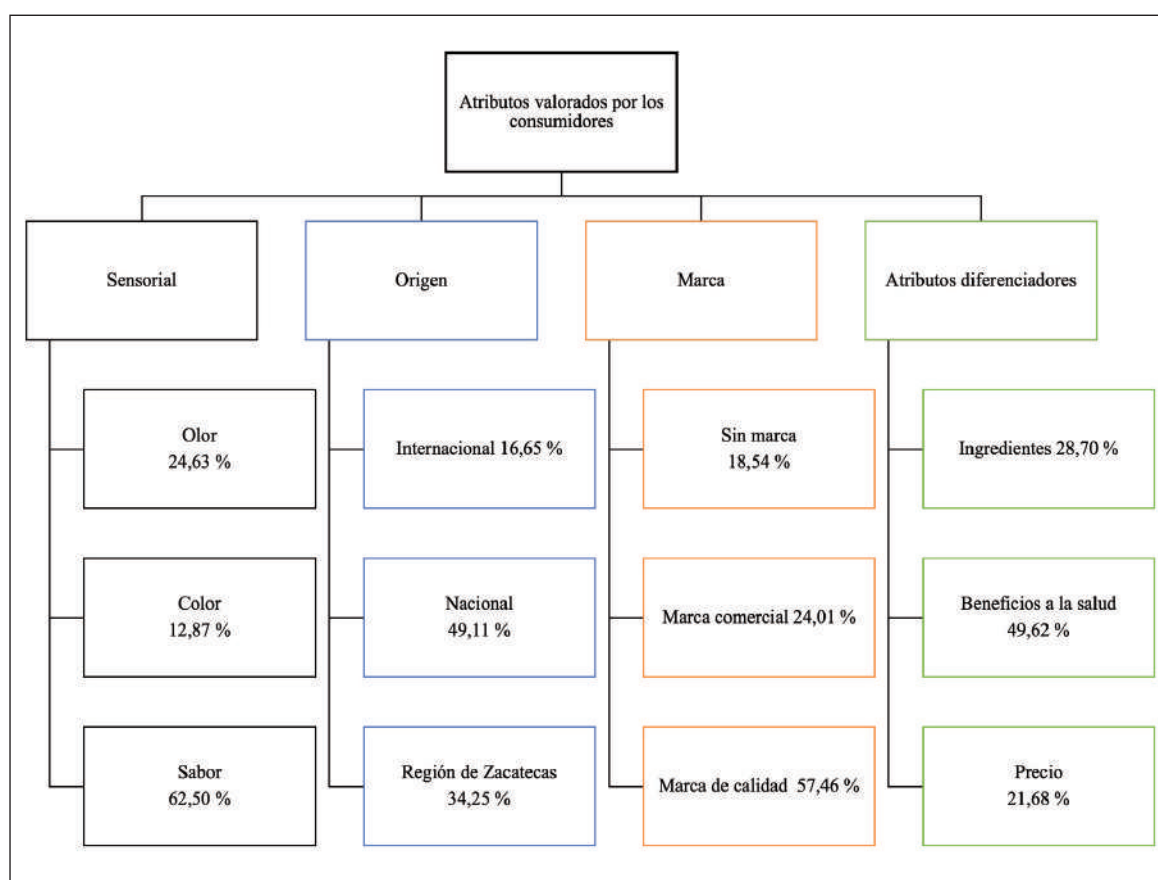


Figura 2. Atributos valorados por los consumidores en quesos con harina de frijol.

Figure 2. Attributes valued by consumers in cheeses with bean flour.

La preferencia por un producto de origen nacional y no regional puede deberse a la falta de marcas locales de productos similares y los bajos niveles de comercialización. De acuerdo con Sánchez-Toledano *et al.* (2021), en el lugar de estudio (Zacatecas) no se cuentan con programas estratégicos que promuevan marcas comerciales locales para este tipo de productos.

La preferencia por una marca de calidad (57,46 %) es importante para la construcción de un factor confianza. La marca de un producto diferenciado consigue analizarse y valorarse como un atributo que al consumidor le otorga satisfacción. La información que se

tiene de un alimento funcional como la marca, en conjunto con el origen sugieren la aparición de efectos asimétricos, lo que creará expectativas benéficas o en su caso, negativas (Piqueras-Fiszman y Spence, 2015). El etiquetado de una marca de calidad y origen mejora la percepción sensorial y que los consumidores estén dispuestos a pagar un mayor precio (Ballesteros *et al.*, 2023).

Del mismo modo, el atributo sobre el beneficio a la salud (49,62 %) fue importante para los consumidores. Se observó un aumento paulatino de este atributo, principalmente debido a los estragos provocados por la pandemia SARS-CoV-2 (COVID19). A partir del

acontecimiento, los consumidores generaron una mayor conciencia no solo por alimentos saludables sino también por ciertas características. Por ejemplo, que los quesos sean obtenidos de sistemas de producción sostenibles y cuenten con cadenas de comercialización cortas (Brum et al., 2021). Entonces, el comportamiento de compra ha cambiado significativamente, lo que ha dado paso a la preferencia de compras en línea, a domicilio y el consumo local (Larios-Gómez et al., 2021).

De esta manera, la implementación de nuevos productos en el desarrollo agronómico y económico podría provenir de una capitalización de cadenas cortas que compensaría gradualmente la dependencia por los grandes procesadores de lácteos (Brumă et al., 2021).

La literatura ha mostrado una correlación positiva entre los beneficios nutricionales y la probabilidad de adquirir este tipo de productos (Curutchet et al., 2023). Algunos casos han tenido éxito presentando resultados que renuevan la funcionalidad, los beneficios a la salud y la calidad nutricional (Hamdy et al., 2021).

En este tenor, la propuesta del queso enriquecido con harina de frijol se localiza en un mercado complejo. Los consumidores nece-

sitan ser caracterizados como actores clave y reconocer los atributos que tienen una mayor valoración, además, saber cómo influyen en el comportamiento de compra.

Por lo que, analizar la importancia que le dan a los alimentos en temas relacionados con atributos sensoriales (olor, color, sabor), origen (internacional, nacional, región Zacatecas), marca (sin marca, marca comercial, marca de calidad) y atributos diferenciadores (ingredientes, beneficios a la salud, precio) se ha vuelto necesario. Para enriquecer esta sección, fueron categorizados los consumidores de la muestra en grupos.

Segmentación de consumidores a partir de variables socioeconómicas

Se utilizaron variables socioeconómicas significativas para generar grupos de consumidores con características similares. Las variables resultantes fueron: nivel de estudios, el gasto que destinan al consumo de quesos y la edad, la variable de agrupación fue el ingreso (Tabla 2). El uso de esta prueba ha funcionado para posteriormente, formar conglomerados con una mayor certeza de las variables significativas y diferenciadoras en los grupos que se forman (López-Santiago et al., 2022).

Tabla 2. Estadísticos de prueba Kruskal-Wallis con la variable de agrupación “ingresos”.
Table 2. Kruskal-Wallis test statistics with the grouping variable “income”.

	Nivel de estudios	Gasto que destinan al consumo de quesos	Edad
H ¹	20,69	25,49	24,81
P ²	0,0003	0,0001	0,0001
GI ³	5	5	5

¹Es el estadístico de prueba para la prueba de Kruskal-Wallis. ²Probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula. ³Grados de libertad.

En cuanto al uso de conglomerados como forma de segmentación, la Figura 3 muestra los grupos obtenidos. En este sentido, se encontraron cuatro, el primero fue el más numeroso con un 65 % de consumidores, el segundo registró un 11 %, el tercero un 17 % y el último 9 %. A continuación, se desarrolla la caracterización de cada uno y los atributos que cuentan con una mayor valoración en cada conjunto.

En el grupo uno contó con los consumidores que presentaron dos niveles de ingresos, menos de USD 244,25 y entre USD 244,30 a USD 488,50. También se caracterizaron por una edad promedio entre 15 y 29 años, mientras que el nivel de educación fluctuó principalmente entre secundaria y bachillerato. El ingreso destinado a la compra de queso fue de USD 2,44 llegando a los USD 4,89 mensuales.

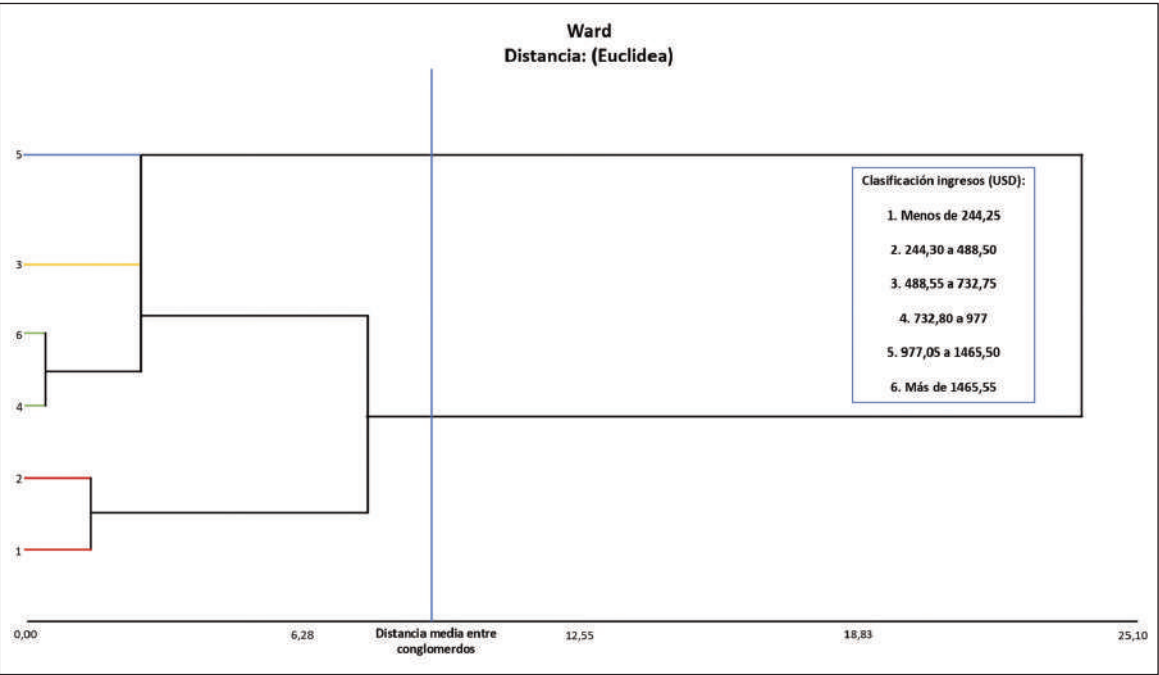


Figura 3. Dendrograma de grupos característicos socioeconómicos a partir de la variable de clasificación “ingresos”.
Figure 3. Dendrogram of characteristic socioeconomic groups based on the classification variable “income”.

El grupo dos incluyó a consumidores con ingresos clasificados en los estratos cuatro y seis, correspondiente a montos entre USD 732,80 y USD 1465,50. Como se observó, los ingresos fueron mayores a los que presentó el primer grupo. La edad se ubicó entre 40 y 60 años. Asimismo, el nivel educativo fluctuó en un grado más alto ya que alberga a consumidores universitarios y con posgrados. Mientras que el gasto para la adquisición de quesos

osciló en los USD 4,93 hasta los USD 12,21. Se observó una inversión más alta para este tipo de productos en comparación con el primer segmento formado.

En el grupo tres el ingreso osciló entre USD 488,55 y USD 732,75. Este tipo de consumidor contó con una edad de 35 a 49 años. El nivel educativo se situó en grado universitario. El gasto destinado a la compra de queso se ubicó en los USD 4,93 a USD 9,77. En

comparación con el grupo dos, este segmento contó con un menor porcentaje de ingresos destinados al consumo de queso.

El grupo cuatro albergó a personas con ingresos entre USD 977,05 y USD 1465,50. La edad del consumidor osciló entre los 45 a más de 60 años. El nivel de estudios se ubicó en personas universitarias y con posgrados. Los gastos que efectuaron en la adquisición queso se encontraron entre los USD 4,93 hasta los USD 14,66. Este segmento presentó mayores gastos para la adquisición de quesos. Lo anterior, se explicó por el nivel de ingresos y la edad, ya que este tipo de consumidores prefieren alimentos que beneficien su salud.

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos en la valoración de atributos a partir de los grupos formados. En general, la clasificación de consumidores tuvo un comportamiento similar en cuestión de los atributos que tuvieron una mayor relevancia en la evaluación del AHP sin segmentación. Sin embargo, el grupo tres encontró una mejor afinidad por la preferencia de un queso nacional (53,27 %), sin marca (41 %) y que beneficien la salud (50,11 %). Lo anterior significa que las marcas que garantizan la calidad del producto son menos relevantes para este segmento.

Por otro lado, el grupo uno en cuestión de los atributos mostró un porcentaje mayor en

Tabla 3. Atributos valorados por los consumidores a partir de la segmentación de grupos.

Table 3. Attributes valued by consumers from the segmentation of groups.

Atributos (%)	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Sensorial				
Olor	27,53	15,53	13,06	23,2
Color	11,66	14,13	20,15	13,91
Sabor	60,81	70,34	66,79	62,57
Origen				
Internacional	20,50	14,66	7,09	10,24
Nacional	45,29	51,72	53,27	60,78
Regional	34,22	33,62	39,64	28,97
Marca				
Sin marca	17,54	14,01	41,00	17,76
Marca comercial	24,56	24,03	20,02	29,41
Marca de calidad	57,83	61,96	38,98	52,83
Atributos diferenciadores				
Ingredientes	31,91	20,87	20,63	28,39
Beneficios a la salud	42,02	69,44	50,11	62,50
Precio	26,07	9,69	29,26	9,12

sabor (60,81 %), marca de calidad (57,38 %), origen nacional (45,29 %) y producto que beneficie la salud (42,02 %).

Con respecto al grupo dos, los integrantes del grupo prefirieron un producto que beneficie la salud (69,44 %). Es decir, para este tipo de consumidores el cuidado de la salud por medio de alimentos funcionales es un factor decisivo para su adquisición. Otros atributos importantes fueron marca de calidad (61,96 %) y origen nacional (51,72 %). Datos similares fueron obtenidos en el grupo cuatro.

Algunas investigaciones sugieren que los consumidores aceptan nuevos alimentos si observan un beneficio tangible. El aumento por el cuidado de la salud del consumidor ha abierto un nuevo campo de investigación científica, en donde el mercado de alimentos funcionales tiene oportunidades de evolucionar, a través de diferentes estrategias (Vicentini et al., 2016). Por esta razón, muchos estudios se han centrado en el análisis del consumidor y el entendimiento de las razones que lo hace elegir un alimento funcional.

Un resultado común es que la aceptación está directamente influenciada por una variedad de factores. Baker et al. (2022) a través del análisis de 75 estudios diferentes encontraron que las características socioeconómicas y sensoriales del producto son determinantes para su consumo. Resultados similares se observaron en este estudio al hallarse que son diversos atributos englobados en estos estratos los que se toman en cuenta.

El uso de conglomerados para segmentar consumidores ha sido una herramienta útil para trabajos similares. En este eje, Curutchet et al. (2023) publicaron resultados sobre el cambio de interés en los consumidores por quesos con beneficios a la salud y diferentes tipos de fabricación. En sus hallazgos, apuntan a que se deben conocer los estratos socioeconómicos para una generalización de resultados con mayor eficacia.

Con respecto al uso del AHP, estudios han demostrado la efectividad desde enfoques heterogéneos y en campos diversos. Algunas investigaciones han empleado la metodología para estudiar el comportamiento de los consumidores. Por ejemplo, Lambarraa-Lehnhardt et al. (2021) demostraron la efectividad del etiquetado de origen en las preferencias de los consumidores utilizando estimaciones de la importancia de atributos en subniveles. Padillo et al. (2021) utilizaron la metodología e identificaron atributos prioritarios para desarrollar la lealtad en clientes de restaurantes. Por su parte, Dogan et al. (2016) presentaron un estudio para evaluar atributos sensoriales bajo un enfoque de AHP.

Conclusiones

El estudio presentó una combinación de métodos para la evaluación de atributos valorados por consumidores en un queso enriquecido con harina de frijol.

Se analizó la importancia relativa de considerar la opinión del consumidor en el desarrollo de un nuevo producto a partir de un escenario de cambio donde diferentes factores influyen en esta percepción. También, se logró dar significancia al análisis de múltiples criterios comparando atributos, lo que funciona como guía sobre decisiones estratégicas.

Los productores y las industrias alimentarias pueden utilizar los resultados obtenidos para analizar los atributos valorados por consumidores, de este modo, adaptar su producción e industrialización.

La segmentación logró dar una explicación más amplia de cómo los consumidores aceptarían un producto nuevo y con ello, formar estrategias diferenciadas.

En este sentido, la estrategia del grupo uno debe considerar el precio como factor deter-

minante, el dos y cuatro pueden trabajarse desde la promoción de un queso funcional con alto valor nutricional. Finalmente, una estrategia adecuada para el grupo tres podría ser una marca local. Es importante mencionar que se requiere de una mayor integración de variables para establecer un modelo explicativo más desarrollado. Además, se precisa ampliar la muestra para conocer la profundidad del efecto de la segmentación en el comportamiento del consumidor. Las aportaciones principales se encuentran en el empleo de las diferentes metodologías que pueden ser replicadas para el análisis de investigaciones con enfoques similares. No obstante, una de las limitaciones del presente estudio es que la muestra se limita a ser relevante dentro de una región geográfica específica, por lo que se deben tomar precauciones al momento de generalizar los resultados.

Referencias bibliográficas

- Baker M.T., Lu P., Parrella J.A., Leggette H.R. (2022). Consumer acceptance toward functional foods: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19(3): 1217. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031217>
- Ballesteros J.F., Schouteten J.J., Otilia A., Ramirez R.I., Gellynck X., Casaul J., De Steur H. (2023). Does award and origin labeling influence consumers' willingness-to-pay beyond sensory cues? An experimental auction on improved Philippine tablea (cocoa liquor). *Journal of Behavioral and Experimental Economics* 102: 101965. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2022.101965>
- Barazarte Barazarte H.E., Sangronis E., Moreno Pérez I.M., Garmendia Guedez C.A., Mujica Y.J. (2015). Laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.) enriquecidos con inulina y calcio. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 65(4): 225-233.
- Borja-Bravo M., García-Salazar J.A. (2022). El Programa de Fertilizantes para el Bienestar y el mercado de frijol en México. *Agronomía Mesoamericana* 33(2): 47216. <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.47216>
- Brum I.S., Vasiliu C.D., Rodino S., Butu M., Tanas L., Dobo S., Butu A., Coca O., Stefan G. (2021). The behavior of dairy consumers in short food supply chains during COVID-19 pandemic in Suceava area, Romania. *Sustainability* 13(6): 3072. <https://doi.org/10.3390/su13063072>
- CGMA (2022). Reporte del mercado de frijol. Disponible en: <https://gcma.com.mx/reportes/mercado-del-frijol-2/> (Consultado 30 de enero 2023).
- Curutchet A., Tárrega A., Arcia P. (2023). Changes in consumers interest on cheeses with health benefits and different manufacture types over the last decade. *CyTA-Journal of Food* 21(1): 72-81. <https://doi.org/10.1080/19476337.2022.2162973>
- de FSM Russo R., Camanho R. (2015). Criteria in AHP: a systematic review of literature. *Procedia Computer Science* 55: 1123-1132. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.081>
- Díaz A. (2013). Estadística aplicada a la administración y la economía. Ed. Díaz, McGraw-Hill, Interamericana. 609 pp.
- Dogan M., Aslan D., Aktar T., Goksel Sarac M. (2016). A methodology to evaluate the sensory properties of instant hot chocolate beverage with different fat contents: multi-criteria decision-making techniques approach. *European Food Research and Technology* 242: 953-966. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2602-z>
- EMR (2023). Mercado Lácteo de México, Crecimiento, Análisis 2023-2028. Disponible en: <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-lacteo-de-mexico> (Consultado: 21 mayo 2023).
- Endrizzi I., Clicerì D., Menghi L., Aprea E., Gasperi F. (2021). Does the 'Mountain Pasture Product' claim affect local cheese acceptability?. *Foods* 10(3): 682. <https://doi.org/10.3390/foods10030682>
- Grandini M., Medici M., Canavari M., Palmioli E., Mercati F., Catorci A., Scooco P. (2022). Consumer liking and value perception of mountain cheese from different pasture periods: evidence for mountain systems supporting policies. *Mountain Research and Development* 42(3): R1-R7. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-21-00066.1>

- Hamdy S.M., Hassan M.G., Ahmed R.B., Abdelmontaleb H.S. (2021). Impact of oat flour on some chemical, physicochemical and microstructure of processed cheese. *Journal of Food Processing and Preservation* 45(9): e15761. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15761>
- INEGI (2022). México en Cifras. Disponible en: <https://lc.cx/iKokmZ> (Consultado: 26 enero 2023).
- Kraus A., Annunziata A., Vecchio R. (2017). Socio-demographic factors differentiating the consumer and the motivations for functional food consumption. *Journal of the American College of Nutrition* 36(2): 116-126. <https://doi.org/10.1080/07315724.2016.1228489>
- Lambarraa-Lehnhardt F., Ihle R., Elyoubi H. (2021). How successful is origin labeling in a developing country context? Moroccan consumers' preferences toward local products. *Sustainability* 13(15): 8433. <https://doi.org/10.3390/su13158433>
- Larios-Gómez E., Fischer L., Peñalosa M., Ortega-Vivanco M. (2021). Purchase behavior in COVID-19: A cross study in Mexico, Colombia, and Ecuador. *Heliyon* 7(3): e06468. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06468>
- Lima Ribeiro A.P., Souza Guimarães J., Teixeira Lago A.M., de Angelis Pereira M.C., de Abreu L.R., Pinto S.M. (2021). Oat bran and sweeteners in petit-suisse cheese: Technological and nutritional properties and consumer acceptance. *LWT-Food Science and Technology* 146: 111318. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111318>
- López-Santiago M.A., García R., Valdivia R., Sánchez B.I. (2022). Plan estratégico de desarrollo para una comunidad totonaca en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 19(3): 370-386. <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i3.1510>
- Martín-Crespo Blanco C., Salamanca Castro A.B. (2007). El muestreo en la investigación cualitativa. *NURE investigación: Revista Científica de enfermería* 27(10).
- Nantes E.A. (2019). El metodo Analytic Hierarchy Process para la toma de decisiones. Repaso de la metodología y aplicaciones. *Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa* 27(46): 54-73.
- Olveira G., González-Molero I. (2016). An update on probiotics, prebiotics and symbiotics in clinical nutrition. *Endocrinología y Nutrición* 63(9): 482-494. <https://doi.org/10.1016/j.endoen.2016.10.011>
- Padillo J.C., Go N., Manreal P., Samson S., Galli B., Yamagishi K., Promentilla M.A., Ocampo L. (2021). Modelling the priority attributes of customer loyalty in Philippine single-dish restaurants. *Journal of Modelling in Management* 17(4): 1432-1455. <https://doi.org/10.1108/JM2-09-2020-0243>
- Peña D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. Ed. Peña, McGraw-hill, Madrid, España. 515 pp.
- Piqueras-Fiszman B., Spence C. (2015). Sensory expectations based on product-extrinsic food cues: An interdisciplinary review of the empirical evidence and theoretical accounts. *Food Quality and Preference* 40: 165-179. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.09.013>
- Ramírez-Jaspeado R., Palacios-Rojas N., Nutti M., Pérez S. (2020). Estados potenciales en México para la producción y consumo de frijol biofortificado con hierro y zinc. *Revista Fitotecnia Mexicana* 43(1): 11-23. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.11>
- Ramírez-Jiménez A.K., Gaytán-Martínez M., Morales-Sánchez E., Loarca-Piña G. (2018). Functional properties and sensory value of snack bars added with common bean flour as a source of bioactive compounds. *LWT-Food Science and Technology* 89: 674-680. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.043>
- Rojas Rivas E., Espinoza Ortega A., Martínez García C.G., Moctezuma Pérez S., Thomé Ortiz H. (2018). Exploring the perception of Mexican urban consumers toward functional foods using the Free Word Association technique. *Journal of Sensory Studies* 33(5): e12439. <https://doi.org/10.1111/joss.12439>
- Rojas-Rivas E., Espinoza-Ortega A., Thomé-Ortiz H. (2020). Consumo e intención de compra de amaranto (*Amaranthus* sp.) en México; un grano ancestral con propiedades funcionales. *Agro Productividad* 13(3): 65-70. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1669>

- Roland W.S.U., Pouvreau L., Curran J., van de Velde F., de Kok P.M.T. (2017). Flavor aspects of pulse ingredients. *Cereal Chemistry* 94(1): 58-65. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-06-16-0161-FI>
- Saaty T.L., Vargas L.G. (1984). Comparison of eigenvalue, logarithmic least squares and least squares methods in estimating ratios. *Mathematical Modelling* 5(1): 309-324. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(84\)90008-3](https://doi.org/10.1016/0270-0255(84)90008-3)
- SADER (2022). Estima Agricultura crecimiento de 11.4% de la producción de frijol en 2021; mantiene tendencia al alza. Disponible en: <https://lc.cx/3BeAkl> (Consultado: 26 enero 2023).
- Sánchez-Toledano B.I., Kallas Z., Gil J.M. (2017). Importancia de los objetivos sociales, ambientales y económicos de los agricultores en la adopción de maíz mejorado en Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 49(2): 269-287.
- Sánchez-Toledano B., Cuevas-Reyes V., Cruz-Bravo R., Zegbe J.A. (2021). Aceptación y preferencia de los consumidores por un tallarín enriquecido con harina de cotiledón de frijol. *Revista Fito-tecnia Mexicana* 44(1): 95-95. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.1.95>
- Sánchez-Toledano B.I. (2021). Variedades de melocotón con mayor potencial económico: un estudio de caso en el norte de México. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 117(5): 598-617. <https://doi.org/10.12706/itea.2021.009>
- Vega G. (2020). ¿Cuál es el consumo de queso de los mexicanos? *The Food Tech*. Disponible en: <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/cual-es-el-consumo-queso-mexicanos/> (Consultado: 21 de mayo 2023).
- Vicentini A., Liberatore L., Mastrocola D. (2016). Functional foods: Trends and development of the global market. *Italian Journal of Food Science* 28(2): 338-351. <https://doi.org/10.14674/1120-1770/ijfs.v211>
- (Aceptado para publicación el 29 de septiembre de 2023)

CAPÍTULO 7. PERFIL SOCIOECONÓMICO Y TEORÍA DE JUEGOS EN CONSUMIDORES POTENCIALES DE QUESOS FUNCIONALES CON HARINA DE FRIJOL

Aceptado en la revista Agro Productividad

Tipo de artículo (Artículo científico)

García-Vázquez, Rafael¹; Sánchez-Toledano, Blanca I.²; López-Santiago, Marco A.^{3*}; Valdivia-Alcalá, Ramón¹.

¹Universidad Autónoma Chapingo-División de Ciencias, Económico Administrativas. Carretera México-Texcoco Km. 38.5, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. C. P. 98500.

³Universidad Autónoma Chapingo-Unidad Regional, Universitaria de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio-Chihuahua Km. 40, Bermejillo, Durango, México. C. P. 35230.

*Autor para correspondencia: marcoandres@chapingo.urruza.edu.mx

ABSTRACT

Objective: To analyze the influence of preferences and the socioeconomic profile of consumers in the introduction of functional cheeses with bean flour.

Design/methodology/approach: The study was carried out in Zacatecas, Mexico, a questionnaire was applied to consumers stratified by age. With a Kruskal-Wallis test, significant variables were detected and with a post hoc test, three socioeconomic profiles were identified, besides correlations were also evaluated using the Pearson correlation coefficient. Subsequently, game theory was used to evaluate strategic choices in different scenarios: Willingness to buy a functional food, health awareness, and adoption motives.

Results: Relationships between socioeconomic variables and consumer preferences were identified, including income, gender, age, educational level,

price of a cheese, consumption expenses, etiquette, and frequency of consumption. Taken together, game theory revealed distinct purchasing patterns: "Strong Consumers", "Conscious Consumers" and "Cautious Consumers".

Limitations on study/implications: Research is limited to a specific geographic region, so caution is asked when generalizing results. Key implications include market segmentation, functional food design, differentiated strategies, and consumer education.

Findings/conclusions: The relevance of socioeconomic variables in the understanding of consumption patterns and purchase choices of functional foods is emphasized. The methodological approach shows potential for future research in other contexts and with different foods.

Keywords: Functional foods, Bean flour, Game theory, Agronomic products.

RESUMEN

Objetivo: Analizar la influencia de las preferencias y el perfil socioeconómico de los consumidores en la introducción de quesos funcionales con harina de frijol.

Diseño/metodología/aproximación: El estudio se realizó en Zacatecas, México, se aplicó un cuestionario a consumidores estratificados por edad. Con una prueba Kruskal-Wallis, se detectaron variables significativas y con una prueba post hoc se identificaron tres perfiles socioeconómicos, además se evaluaron correlaciones mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Posteriormente, se utilizó la teoría de juegos para evaluar elecciones estratégicas en diferentes escenarios: Disposición a comprar un alimento funcional, conciencia de la salud y motivos de adopción.

Resultados: Se identificaron relaciones entre variables socioeconómicas y preferencias de consumidores, incluyendo ingreso, género, edad, nivel de estudios, precio de un queso, gastos de consumo, etiqueta y frecuencia de consumo. Conjuntamente, la teoría de juegos reveló patrones de compra distintos: "Consumidores fuertes", "Consumidores conscientes" y "Consumidores cautelosos".

Limitaciones del estudio/implicaciones: La investigación se limita a una región geográfica específica, por lo que se requiere precaución al generalizar resultados. Las implicaciones clave incluyen segmentación de mercado, diseño de alimentos funcionales, estrategias diferenciadas y educación del consumidor.

Hallazgos/conclusiones: Se enfatiza la relevancia de las variables socioeconómicas en la comprensión de patrones de consumo y elecciones de compra de alimentos funcionales. El enfoque metodológico muestra potencial para investigaciones futuras en otros contextos y con diferentes alimentos.

Palabras clave: Alimentos funcionales, Harina de frijol, Teoría de juegos, Productos agronómicos.

INTRODUCCIÓN

El frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) es un cultivo importante en México, no obstante, la cadena de valor se ha visto debilitada. Una manera de aumentar su consumo, agregarle valor y diversificar la oferta es mediante la transformación agroindustrial (Sánchez-Toledano *et al.*, 2021; Figueroa-González *et al.*, 2023). En este contexto, se ha indagado en el desarrollo de alimentos funcionales (Granato *et al.*, 2020). El interés creciente de los consumidores por productos saludables ha generado una demanda en crecimiento (Rojas-Rivas *et al.*, 2018;

Baker *et al.*, 2022), destacando a México como un mercado prometedor (Rojas-Rivas *et al.*, 2018).

La característica fundamental de un alimento funcional es su aporte nutricional, capacidad para mejorar la salud y reducir riesgos de enfermedades (Granato *et al.*, 2020). En este sentido, se ha evidenciado que productos agronómicos como el frijol cumplen con estos criterios (Rojas-Rivas *et al.*, 2020; Sánchez-Toledano *et al.*, 2021).

A pesar de ello, las complejas motivaciones y preferencias del consumidor influyen en las elecciones alimentarias (Topolska *et al.*, 2021). Por tanto, la aceptación del consumidor se reconoce como un parámetro necesario para explorar oportunidades de mercado (Palmieri *et al.*, 2022). Investigaciones previas como las de Topolska *et al.* (2021), Baker *et al.* (2022) y Mohammad (2022), han relevado el impacto del perfil socioeconómico en la aceptación de alimentos funcionales, lo que motiva este estudio a abordar variables socioeconómicas.

Sin embargo, su contribución innovadora radica en la incorporación de la teoría de juegos como marco analítico. A través de su análisis, se predicen equilibrios para proporcionar recomendaciones en la promoción de productos (Zhao *et al.*, 2018), permite analizar factores que influyen en el consumidor (Mousapour *et al.*, 2022) y con la evaluación de elecciones estratégicas, se demuestra que es una herramienta poderosa que amplía la comprensión en diferentes temas (Choi *et al.*, 2020).

Al unir conceptos fundamentales, como agricultura, nutrición y teoría de juegos el estudio propone una visión integradora de como los consumidores interactúan con los alimentos funcionales. Por ello, se tuvo como objetivo principal analizar la influencia de las preferencias y el perfil socioeconómico de los consumidores en la introducción de quesos funcionales con harina de frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de la muestra de estudio

El estudio fue realizado en la ciudad de Zacatecas, México. A través de un cuestionario estructurado se estudiaron los hábitos de consumo, características socioeconómicas y elecciones estratégicas sobre la disposición a comprar nuevos productos funcionales, conciencia de la salud del consumidor y motivos para la adopción de un nuevo alimento funcional.

El cuestionario se aplicó a una muestra de 100 consumidores estratificados por edad a un nivel de confianza del 90%. El tamaño se validó con un muestreo mixto que incluyo uno por conveniencia y el de poblaciones finitas, esta estrategia se ha validado en investigaciones similares (Sánchez-Toledano *et al.*, 2021). Para seleccionar a los participantes se empleó una encuesta discriminante en donde la pregunta rectora fue si consumían quesos en sus hogares.

Proceso metodológico

Con la aplicación de la prueba Kruskal-Wallis, se identificaron variables significativas que tienen relación con los hábitos de consumo. Todo ello, bajo un nivel de confianza del 95% y significancia de $p \leq 0.05$. Con esta información, se identificaron y caracterizaron tres perfiles socioeconómicos. Para validarlos, se

utilizó el coeficiente de correlación de Pearson revelando las relaciones entre variables y su significancia bilateral.

Posteriormente, se empleó la teoría de juegos para la construcción de matrices de pagos y evaluar las elecciones estratégicas de estos tres perfiles a través del concepto del equilibrio de Nash.

Los consumidores se agruparon en tres perfiles: A, B y C. A cada perfil se le asignó un valor decreciente (60, 40 y 20) en función de su nivel de importancia en la muestra. La asignación de valores se ajustó teniendo en cuenta la frecuencia de distribución de ingresos en cada uno de los perfiles.

Paralelamente, las respuestas obtenidas en los diferentes escenarios y los supuestos de cada uno fueron evaluadas utilizando los mismos valores (60, 40 y 20), los valores en las opciones de respuesta reflejan la relevancia de cada elección en el contexto del escenario.

La construcción de las matrices se basó en los siguientes supuestos:

Escenario 1. Disposición a comprar un nuevo alimento funcional.

- Consumidores fuertes (60 puntos). Iniciales y comprometidos, compran incluso sin probar, suelen ser los primeros en adquirirlos dentro de su círculo social.
- Consumidores consientes (40 puntos). Equilibrados, aunque adquieren alimentos novedosos, tienden a ser más reticentes con relación a una adopción temprana.
- Consumidores cautelosos (20 puntos). Precavidos, suelen retrasar su elección hasta que la mayoría ya los haya adoptado.

Escenario 2. Conciencia de la salud del consumidor.

- Alta conciencia (60 puntos). Consumidores altamente comprometidos con su salud, reflexionan constantemente sobre su bienestar.
- Conciencia equilibrada (40 puntos). Este grupo muestra una atención neutral. Están alertas a los cambios y tienen conciencia general de su bienestar.
- Conciencia moderada (20 puntos). Tienen un cuidado menor, con una conciencia diaria, pero sin una reflexión profunda.

Escenario 3. Motivos para la adopción de un nuevo alimento funcional.

- Motivos ecológicos y solidarios (60 puntos). Buscan que el alimento funcional tenga principios “ecológicos” y de “solidaridad”.
- Motivos naturales y de bienestar (40 puntos). Se busca que los alimentos sean “naturales”, “vegetales”, “medicinales” y que ofrezcan “energía y bienestar”.
- Motivos prácticos y estilos de vida (20 puntos). Su adopción depende del “nomadismo”, “el ahorro de tiempo” y el “fácil manejo”.

Los procedimientos fueron realizados en hojas de cálculo Excel y en el paquete estadístico SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la categoría de agrupación “Ingresos económicos” el Cuadro 1 muestra las variables fundamentales en los hábitos de consumo.

Cuadro 1. Estadísticos de prueba Kruskal-Wallis y variables clave en los hábitos de consumo

Variables significativas	H de Kruskal-Wallis	Grados de libertad	Significancia asintótica
Género	6.01	2	0.05
Edad	18.48	2	0.00
Nivel de estudios	19.78	2	0.00
Precio de un queso	6.73	2	0.03
Gastos de consumo	17.28	2	0.00
Etiqueta	6.48	2	0.04
Consumo semanal	12.78	2	0.00

Después, se realizó una prueba post hoc para determinar la diferencia mínima significativa y se logró la formación de tres grupos diferenciados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Hábitos de consumo en relación con los ingresos económicos mediante post hoc

Ingresos	Género ^a	Edad ^b	Nivel de estudios ^c	Precio de un queso ^d	Gastos de consumo ^e	Etiqueta ^f	Consumo semanal ^g
Grupo A. < \$5,000	0.55	-3.65	-1.94	0.57	-2.02	0.55	-1.34
Grupo B. \$5,001 a 15,000	-0.08	-2.61	-0.13	-0.01	-0.53	-1.00	-1.23
Grupo C. > \$15,001	-0.47	6.92	2.07	-0.56	2.56	0.65	2.58

a Variable categórica. 1 = Masculino; 2 = Femenino.

b Variable categórica. 1 = 15 a 19; 2 = 20 a 24; 3 = 25 a 29; 4 = 30 a 34; 5 = 35 a 39; 6 = 40 a 44; 7 = 45 a 49; 8 = 50 a 54; 9 = 55 a 59; 10 = > 60.

c Variable categórica. 1 = Primaria; 2 = Secundaria; 3 = Preparatoria; 4 = Universidad; 5 = Posgrado.

d Variable dicotómica. 1. Si y 0. No.

e Variable categórica 1 = Menos de 50; 2 = 51 a 100; 3 = 101 a 150; 4 = 151 a 200; 5 = 201 a 250; 6 = 251 a 300; 7 = 301 a 350; 8 = más de 351.

f Variable categórica 1 = Siempre; 2 = A veces; 3 = No, nunca; 4 = No se ha percatado.

g Variable categórica 1 = 200 gr; 2 = 300gr; 3 = 400gr; 4 = 1kg; 6 = Más de 1kg.

El grupo A (< \$5,000) muestra a una población mayoritariamente femenina, en una edad joven y una inclinación hacia niveles educativos más bajos en

comparación con los otros grupos. Se muestra que el precio del queso es un factor determinante para su consumo. Asimismo, se observó un consumo semanal moderado y gastos que oscilan en unidades bajas, sin embargo, si prestan a la etiqueta del producto, reflejando una disposición a invertir de manera medida en este alimento.

Por lo general, los consumidores jóvenes tienden a analizar la información antes de adquirir un producto. Además, suelen evaluar varias alternativas y uno de los aspectos más priorizados es el precio (Santoso & Prastiwi, 2023).

En el caso del grupo B (\$5,001 a 15,000) está mayormente conformado por hombres. La mayoría son adultos jóvenes y con un nivel educativo universitario. Se observa una relación negativa con relación al precio de un queso, por lo que podría inferirse que no ponen mucho cuidado a este aspecto. Pese a ello, los gastos que destinan para su consumo solo son ligeramente más elevados en comparación con el grupo 1 y el consumo semanal es similar.

El grupo C (> \$15,001) presenta diferencias notables, ya que, a pesar de estar en su mayoría compuesto por hombres, incluye a individuos de mayor edad y con niveles de estudio de posgrado. No muestran atención al precio de un queso, pero si a la etiqueta del producto. En contraste con los primeros dos grupos, sus gastos de consumo son más elevados al igual que el consumo semanal.

Algunos estudios como el de Topolska *et al.* (2021) y Szakos *et al.* (2022) han demostrado que las personas de edad avanzada suelen ser los más comprometidos a consumir este tipo de alimentos. Por otro lado, la relevancia de

la información en la etiqueta es notable en estos consumidores (Baker *et al.*, 2022).

Bajo estos supuestos, se indica que existe una correlación entre los ingresos y la edad, el nivel de estudios, precio de un queso (correlación negativa), gastos de consumo y consumo semanal (Cuadro 3). Se revela que conforme la edad aumenta los ingresos también se ven incrementados. Igualmente, hay una correlación con la variable “Nivel de estudios”, por lo que, puede inferirse que los niveles educativos más altos están vinculados a mayores gastos de consumo de queso, así como a un aumento en la frecuencia semanal de consumo.

En contraste, el precio muestra una correlación negativa, indicando que cuando los ingresos son altos, las personas están más dispuestas a adquirirlo sin importar este factor. La información es relevante al respaldar y fundamentar los datos presentados en los grupos, al tiempo que resalta la influencia de las variables en los hábitos de consumo. En concordancia, la literatura existente muestra que la aceptación de alimentos funcionales está condicionada a diferentes variables socioeconómicas como el ingreso, el género, la edad, el nivel de estudios, el precio, entre otros (Topolska *et al.*, 2021; Mohammad, 2022; Palmieri *et al.*, 2022).

Cuadro 3. Correlación de Pearson entre variables clave de hábitos de consumo

Ingresos ¹	Género ²	Edad ³	Nivel de estudios ⁴	Precio de un queso ⁵	Gastos de consumo ⁶	Etiquetas ⁷	Consumo semanal ⁸	
1	1	-0.242	0.392*	0.455**	-0.261	0.372**	0.008	0.329**

2	-0.242*	1	0.192	-0.175	-	0.007	-0.162	0.00
					0.182			
3	0.392**	0.192	1	-0.34	-	0.452**	-0.151	0.379**
					0.308			
					**			
4	0.455**	-0.175	-0.034	1	0.046	0.194	0.081	0.197*
5	-0.261**	-0.182	-	0.46	1	-0.329**	0.227*	-0.170
			0.308*					
			*					
6	0.372**	0.007	0.452*	0.194	0.329	1	-0.003	0.368**
			*		**			
7	0.008	-0.162	-0.151	0.081	0.227	-0.003	1	0.188
					*			
8	0.329**	0.000	0.379	0.197*	-	0.368**	0.188	1
			**		0.170			
					**			

Los asteriscos () y dobles asteriscos (**) indican los niveles de significancia estadística; (* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$).

Continuamente, se generó un análisis para evaluar las elecciones estratégicas de estos tres perfiles. El Cuadro 4 exhibe la matriz de pagos obtenida para el escenario 1. Al analizarse el equilibrio de Nash, se muestra que el perfil A tiene una disposición a comprar un nuevo alimento funcional como un consumidor consiente (40/40), este perfil suele ser más reticente con relación a una adopción temprana de un alimento funcional. Por su parte, el perfil B tiende a características de un tipo de consumidor cauteloso (60/60). Mientras que los consumidores fuertes se hallan dentro del perfil C (20/20), lo cual puede sugerir que están dispuestos a pagar más por esta experiencia.

En un plan de acción, se sugiere enfocarse en atraer a los consumidores cautelosos y considerar la heterogeneidad en la comercialización (Mohammad, 2022; Szakos *et al.*, 2022). A su vez, se vuelve relevante el conocimiento de las preferencias individuales (Rojas-Rivas *et al.*, 2018).

Cuadro 4. Perfiles socioeconómicos y la disposición a comprar un nuevo alimento funcional

	Consumidores fuertes (20)	Consumidores consientes (40)	Consumidores cautelosos (60)
Perfil A (40)	40/20	40/40	40/60
Perfil B (60)	60/20	60/40	60/60
Perfil C (20)	20/20	20/40	20/60

El Cuadro 5 refleja como los diferentes perfiles socioeconómicos interactúan con los niveles de conciencia de la salud.

Cuadro 5. Perfiles socioeconómicos y la conciencia de la salud del consumidor

	Alta conciencia (20)	Conciencia equilibrada (40)	Conciencia moderada (60)
Perfil A (40)	40/20	40/40	40/60
Perfil B (60)	60/20	60/40	60/60
Perfil C (20)	20/20	20/40	20/60

Los valores se entrelazan en el proceso de la toma de decisiones de los consumidores con respecto a la salud y los alimentos. En esta línea, el perfil A se orienta hacia una conciencia equilibrada, el perfil B se caracteriza por una conciencia moderada y el perfil C se distingue por tener una alta conciencia, esta particularidad, sugiere que estos consumidores tienen una reflexión continua sobre su estado de salud, lo cual los lleva a buscar alimentos funcionales que permitan obtener beneficios.

En este marco, los alimentos funcionales han ganado una atención significativa (Baker *et al.*, 2022; Mohammad, 2022) y particularmente, se ha demostrado que la harina de frijol cuenta con calidad nutricional y beneficios a la salud (Figueroa-González *et al.*, 2023).

Los perfiles y los motivos de adopción de un nuevo alimento funcional muestran diferencias (Cuadro 6). El perfil A al tomar decisiones entre opciones alimentarias busca atributos ecológicos y solidarios. Los consumidores del perfil B dan prioridad a motivos relacionados con la naturalidad y el bienestar. Por su parte,

el perfil C exhibe un interés en motivos de índole práctica y relacionados con el estilo de vida. Específicamente, los consumidores que pertenecen a este perfil valoran aspectos pragmáticos en su elección de alimentos para su adopción. El estudio de Rojas-Rivas *et al.* (2018) señala que los motivos de adopción revelan diferenciaciones según las variables socioeconómicas y motivaciones. Elementos como el hedonismo, el bienestar y los incentivos naturales se vuelven relevantes.

Cuadro 6. Perfiles socioeconómicos y los motivos para la adopción de un nuevo alimento funcional

	Motivos ecológicos y solidarios (40)	Motivos naturales y de bienestar (60)	Motivos prácticos y estilos de vida (20)
Perfil A (40)	40/40	40/60	40/20
Perfil B (60)	60/40	60/60	60/20
Perfil C (20)	20/40	20/60	20/20

En estos escenarios, la teoría de juegos se mostró como un método eficiente y aplicable para modelar el comportamiento de consumidores (Choi *et al.*, 2020). Se observaron diferencias en cuanto a las preferencias de acuerdo con el perfil socioeconómico.

Las nuevas tendencias en el mercado están abriendo nuevas posibilidades para alimentos funcionales (Palmieri *et al.*, 2022). Entonces, identificar los motivos de consumo y la disposición de compra en productos agrícolas se vuelve necesario (Rojas-Rivas *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

El estudio proporciona una comprensión profunda de como los perfiles de consumidores y sus preferencias influyen en la introducción de nuevos productos

agronómicos en el mercado de alimentos funcionales. A su vez, se resalta la importancia de considerar las variables socioeconómicas en la comprensión de los patrones de consumo y las decisiones de compra de este tipo de alimentos. El enfoque metodológico puede servir como base para investigaciones futuras en otros contextos o con diferentes alimentos. Además, los resultados obtenidos pueden compararse con investigaciones similares para identificar similitudes y diferencias que puedan tener implicaciones más amplias.

REFERENCIAS

- Baker, M. T., Lu, P., Parrella, J. A., & Leggette, H. R. (2022). Consumer acceptance toward functional foods: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1217. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031217>
- Choi, T. M., Taleizadeh, A. A., & Yue, X. (2020). Game theory applications in production research in the sharing and circular economy era. *International Journal of Production Research*, 58(1), 118-127. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1681137>
- Figuroa-González, J., Guzmán-Maldonado, S., Herrera-Hernández, M., & Sánchez-Toledano, B. (2023). Nutritional and Nutraceutical Quality of Artisan Food Products Supplemented With Bean Flour (*Phaseolus vulgaris* L). *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, 30(1), 61-74. <https://doi.org/10.31243/aci.v30i1.2018>
- Granato, D., Barba, F. J., Bursac, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends,

efficacy testing, and safety. *Annual review of food science and technology*, 11, 93-118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>

Mohammad, M. (2022). The Impact of Socio-Demographic Profile and Product Identity on Functional Food Acceptance: A Review. *International Journal of Applied Research in Business and Management*, 3(2), 48-65. <https://doi.org/10.51137/ijarbm.2022.3.2.4>

Mousapour, M., Mohammadnazari, Z., Ostadi, A., & Esfahbodi, A. (2022). Food products pricing theory with application of machine learning and game theory approach. *International Journal of Production Research*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2128921>

Palmieri, N., Stefanoni, W., Latterini, F., & Pari, L. (2022). Factors influencing Italian consumers' willingness to pay for eggs enriched with omega-3-fatty acids. *Foods*, 11(4), 545. <https://doi.org/10.3390/foods11040545>

Rojas-Rivas, E., Espinoza-Ortega, A., & Thomé-Ortiz, H. (2020). Consumption and purchase intention of amaranth (*Amaranthus* spp.) in Mexico; an ancestral grain with functional properties. *Agroproductividad*, 13(2), 65-70, <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1669>

Rojas-Rivas, E., Espinoza-Ortega, A., Martínez-García, C. G., Moctezuma-Pérez, S., & Thomé-Ortiz, H. (2018). Exploring the perception of Mexican urban consumers toward functional foods using the Free Word Association technique. *Journal of Sensory Studies*, 33(5), e12439. <https://doi.org/10.1111/joss.12439>

- Sánchez-Toledano, B., Cuevas-Reyes, V., Cruz-Bravo, R., & Zegbe, J. A. (2021). Aceptación y preferencia de los consumidores por un tallarín enriquecido con harina de cotiledón de frijol. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(1), 95-95.
- Santoso, F. E., & Prastiwi, W. D. (2023). Evaluating The Consumer Preference of UHT Ultra Milk Flavor: Evidence from Generation Z Consumers. *Journal of Consumer Sciences*, 8(2), 170-186. <https://doi.org/10.29244/jcs.8.2.170-186>
- Szagos, D., Ózsvári, L., & Kasza, G. (2022). Health-related nutritional preferences of older adults: A segmentation study for functional food development. *Journal of Functional Foods*, 92, 105065. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105065>
- Topolska, K., Florkiewicz, A., & Filipiak-Florkiewicz, A. (2021). Functional food—Consumer motivations and expectations. *International journal of environmental research and public health*, 18(10), 5327. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105327>
- Zhao, R., Han, J., Zhong, S., & Huang, Y. (2018). Interaction between enterprises and consumers in a market of carbon-labeled products: a game theoretical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 1394-1404. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0595-9>

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES GENERALES

El frijol es un producto importante desde el campo hasta la mesa, tiene potencial para la diversificación agrícola y es un tesoro agroalimentario.

En este marco, el uso de la harina de frijol es un elemento clave para darle valor agregado. La propuesta presentada logra ser una alternativa como producto funcional en el mercado, beneficiando tanto a los consumidores como a los diferentes actores de la cadena productiva.

El estudio permitió constituir un enfoque integral por medio de variables cuantitativas y sensoriales. Esto se demuestra a través de los capítulos presentados.

En esta línea, el capítulo tres demuestra una base sólida al explorar el potencial nutricional y agrícola del frijol en una región específica. Lo cual, sienta las bases para el entendimiento de la viabilidad de la diversificación agrícola del producto.

Al abordarse las características cognitivas y sensoriales del consumidor en estudios de quesos diferenciados se consiguió proporcionar una base referencial sobre los atributos que deberían considerarse para la caracterización hedónica del queso funcional con harina de frijol.

La investigación no solo introdujo una innovación en la formulación de un producto, sino que también analizó la satisfacción del consumidor y los factores que tienen influencia. Utilizando técnicas analíticas avanzadas, como las decisiones multicriterio, se profundizó en los atributos valorados por consumidores. Permitiendo la formulación de un queso con potencial para satisfacer las necesidades del consumidor y el mercado.

Al integrar el perfil socioeconómico de los consumidores potenciales y la teoría de juegos, se estableció una comprensión a detalle del mercado objetivo. Los

escenarios estratégicos analizaron con éxito las motivaciones y tendencias de compra.

En conjunto, la propuesta utiliza los diferentes capítulos para contribuir a distintas áreas del conocimiento científico. Asimismo, proporciona orientación práctica para que la industria alimentaria cree y comercialice productos innovadores para mercados específicos.

Finalmente, se recomienda desarrollar un manual sobre productos diversificados utilizando productos agrícolas potenciales. Para ello, se deben considerar los siguientes pasos: a) análisis de viabilidad y potencial nutricional; b) incorporación de tecnologías adecuadas; c) procesamiento y valor agregado; d) estudios de mercado y comercialización; e) consideración de los impactos sociales, económicos y ambientales de la diversificación agrícola y f) recomendaciones para promover políticas y programas de apoyo a la diversificación agrícola con especial énfasis en pequeños productores. Este manual tiene potencial para funcionar como guía práctica hacia productores agrícolas, investigadores, extensionistas y otros actores relevantes. El presente trabajo podría servir como una primera aproximación para la redacción de este manual, lo que lo vuelve relevante como herramienta y proceso metodológico.