



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,
Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

ESTABILIDAD SENSORIAL DE UNA BEBIDA ELABORADA CON LACTOSUERO Y FRESA

**SENSORY STABILITY OF A BEVERAGE
MADE WITH WHEY AND STRAWBERRY**

Erbin Eduardo Vázquez Villa
Universidad de Guadalajara, México

Virginia Villa-Cruz
Universidad de Guadalajara, México

Xóchitl Aparicio Fernández
Universidad de Guadalajara, México

Manuel Alejandro Tejeda Martín
Universidad de Guadalajara, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.20796

Estabilidad Sensorial de una Bebida Elaborada con Lactosuero y Fresa

Erbin Eduardo Vázquez Villa¹erbin.vvilla@alumnos.udg.mx<https://orcid.org/0009-0000-5907-837X>

Universidad de Guadalajara

Lagos de Moreno, México

Virginia Villa Cruzvirginia.villa@academicos.udg.mx<https://orcid.org/0000-0002-1442-8548>

Universidad de Guadalajara

Lagos de Moreno, México

Xóchitl Aparicio Fernándezxochitl.aparicio@academicos.udg.mx<https://orcid.org/0000-0002-5980-085X>

Universidad de Guadalajara

Lagos de Moreno, México

Manuel Alejandro Tejeda Martínmanuel.tejeda5904@academicos.udg.mx<https://orcid.org/0000-0003-2512-1899>

Universidad de Guadalajara

Lagos de Moreno, México

RESUMEN

El lactosuero es un co-producto obtenido después de la coagulación de la leche durante la elaboración de queso, posee un alto valor nutricional y propiedades funcionales que lo posiciona como una matriz biofuncional con gran potencial de aplicación en el desarrollo de alimentos. El objetivo de este estudio fue evaluar la estabilidad sensorial de una bebida formulada con lactosuero y fresa, en un periodo de 37 días de almacenamiento. El desarrollo de esta investigación implicó la formulación experimental de una bebida. Después se evaluó la estabilidad sensorial de los atributos (color, aroma, sabor y textura) mediante una escala hedónica de 5 puntos y se tomó una n=100 panelistas no entrenados. Posteriormente, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) usando el programa SPSS IBM, versión 29, donde se determinaron las diferencias significativas que tuvieron los atributos respecto a los días de almacenamiento. Los resultados mostraron una estabilidad positiva y estabilidad sensorial significativa en los atributos evaluados, lo cual permite establecer criterios para futuras mejoras en la formulación, posicionamiento comercial y conservación de bebidas funcionales de origen lácteo y frutal.

Palabras clave: estabilidad sensorial, evaluación sensorial, ANOVA, lactosuero y fresa (fragaria x ananassa)

¹ Autor principal

Correspondencia: virginia.villa@academicos.udg.mx

Sensory Stability of a Beverage Made with Whey and Strawberry

ABSTRACT

Whey is a co-product obtained after milk coagulation during cheese production. It has high nutritional value and functional properties that position it as a biofunctional matrix with great potential for application in food processing. The objective of this study was to evaluate the sensory stability of a beverage formulated with whey and strawberry over a 37-day storage period. The development of this research involved the experimental formulation of a beverage. The sensory stability of the attributes (color, aroma, flavor, and texture) was then evaluated using a 5-point hedonic scale and a panel of n=100 untrained panelists. Subsequently, an analysis of variance (ANOVA) was applied using the IBM SPSS program, version 29, to determine the significant differences in the attributes with respect to the days of storage. The results showed positive stability and significant sensory stability in the evaluated attributes, which allows criteria to be established for future improvements in the formulation, commercial positioning, and preservation of functional beverages of dairy and fruit origin.

Keywords: sensory stability, sensory evaluation, ANOVA, whey and strawberry (fragaria x ananassa)

Artículo recibido 02 septiembre 2025

Aceptado para publicación: 29 octubre 2025



INTRODUCCIÓN

La leche es considerada una fuente importante de nutrientes en la dieta humana, aporta energía, proteínas de alta calidad, vitaminas esenciales y minerales (Sanjulián *et al.*, 2025). Debido a esto se consume fresca o se procesa para producir derivados y fermentos lácteos como quesos, crema, yogurt, entre otros.

En México, específicamente en el estado de Jalisco, la ciudad de Lagos de Moreno es reconocida como una cuenca lechera estratégica, donde confluyen grandes empresas nacionales como Nestlé, Sigma, Coca-Cola y Al-Día, así como numerosas microempresas queseras de carácter familiar. En esta región, la actividad principal es la producción de queso, lo que genera grandes cantidades de lactosuero o suero de queso, líquido de aspecto amarillo-verdoso cuya composición físico-química cambia dependiendo del tipo de leche y del cuajo usado para precipitar las proteínas de la leche. El lactosuero representa entre el 85% y 95% del volumen total de la leche empleada en la producción de queso (Prazeres *et al.*, 2012; Gómez Soto y Sánchez Toro, 2019). En Lagos de Moreno, el lactosuero es comúnmente destinado a la alimentación de ganado porcino (Muñoz Angulo, 2019) o desechado como efluente, lo que genera contaminación ambiental. La gestión inadecuada del lactosuero al ambiente eleva la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) a valores de 35,000 a 60,000 mg/L, lo que lo sitúa como un efluente altamente contaminante (Lizárraga-Chaidez *et al.*, 2023). En este contexto, el interés por desarrollar múltiples alternativas para incorporar el lactosuero en productos funcionales ha ido en aumento, aprovechando las propiedades funcionales presentes en sus proteínas, tales como formación de espuma, retención de agua libre y espesante (Minj y Anand, 2020), en la industria alimentaria; además de su alto valor nutricional, tomando en cuenta el contenido de proteínas como lactoalbúminas y lactoglobulinas, minerales como el calcio, y vitaminas esenciales como tiamina y ácido ascórbico, lo que lo posiciona como una matriz biofuncional con gran potencial de aplicación en el desarrollo de alimentos (Luparelli *et al.*, 2025; Saubenova *et al.*, 2024).

Como ejemplo de uso de lactosuero en productos alimenticios, se tienen suplementos proteicos y deportivos, panes adicionados con lactosuero (Rivera-Olvera *et al.*, 2024), aislado de proteína de suero como materiales de pared en encapsulación (Habib *et al.*, 2025), aislado de proteína de suero como

estabilizante en impresión 3D de alimentos (Araújo *et al.*, 2025) y bebidas funcionales fermentadas o enriquecidas con frutas.

Particularmente, las bebidas funcionales a base de lactosuero han adquirido especial interés por su versatilidad tecnológica, su alto potencial nutricional y su capacidad para integrar ingredientes bioactivos naturales.

La incorporación de este subproducto como base para bebidas implica un reto en términos de aceptabilidad y estabilidad sensorial, ya que su alto contenido en lactosa y proteínas puede promover interacciones químicas que alteren el perfil sensorial durante el almacenamiento. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que es posible optimizar formulaciones mediante la incorporación de frutas antioxidantes como la fresa (*Fragaria × ananassa*) que confiere un elevado contenido en compuestos antioxidantes y aporta un perfil sensorial ampliamente aceptado, convirtiendo a la fresa en un ingrediente idóneo para mejorar la calidad organoléptica de productos fermentados o lácteos (Oliveira *et al.*, 2021). Es preciso evaluar la aceptabilidad de las formulaciones mediante escalas hedónicas o tipo Likert, en las que los participantes expresan el nivel de agrado hacia distintos atributos. Estas evaluaciones permiten identificar fortalezas y áreas de mejora del producto y cuando se combinan con análisis estadísticos como el ANOVA, permiten detectar patrones de cambio en la percepción sensorial a lo largo del tiempo o bajo distintas condiciones de almacenamiento (Wu *et al.*, 2023).

El aprovechamiento del lactosuero no solo responde a la necesidad de reducir residuos de la industria láctea, sino que también representa una estrategia eficiente para la innovación en el desarrollo de productos saludables y sostenibles. Su incorporación en bebidas funcionales, como las formuladas con frutas naturales, permite diversificar la oferta alimentaria al tiempo que fomenta la sustentabilidad del sistema agroalimentario. Dado lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar la aceptabilidad por parte de consumidores de bebidas formuladas con suero de queso y fresa natural, así como analizar la estabilidad sensorial del producto a lo largo del tiempo.

METODOLOGÍA

Materias primas

Se seleccionaron fresas (*Fragaria x ananassa*) en estado de madurez comercial, adquiridas en comercios locales de Irapuato, Guanajuato.

Las fresas usadas presentaron tres cuartas partes de superficie color rosa/rojo tenue, con consistencia firme, sin daño físico y microbiológico visible, de acuerdo con los criterios de calidad México 1 establecidos en la norma NMX-FF-062-SCFI-2002. El lactosuero dulce (LD) en estado líquido se recolectó de micro-empresas productoras de queso fresco, ubicadas en Lagos de Moreno, Jalisco. El lactosuero dulce se conservó a 4°C en frascos de vidrio estériles. Aditivos como azúcar morena, sorbato de potasio y ácido cítrico fueron de grado alimenticio.

Preparación de las materias primas

Previo a su utilización en las formulaciones, el lactosuero dulce se filtró y posteriormente se centrifugó a 5000 RPM a 5°C durante 30 minutos (Sigma, 2-16K, Alemania). Antes de la preparación del concentrado, las fresas se lavaron con agua de grifo. Después fueron sumergidas en una solución de plata coloidal comercial durante 10 minutos. Las frutas desinfectadas se cortaron en trozos pequeños, y posteriormente se vaciaron en un extractor (Taurus, Vítale, México) para obtener el jugo de fresa.

Elaboración de concentrado de fresa y jarabe de azúcar

Para obtener el concentrado de fruta (CODEX STAN 247-2005), el jugo de fresa se filtró y se le adiciono 5% de azúcar morena, posteriormente se calentó a 65 °C durante 20 minutos (el jugo se concentró tres veces su volumen). Para el jarabe de azúcar se hizo una solución al 5%, para esto se disolvió 5 gramos de azúcar morena en 100 mL de agua. El jarabe se preparó previo a la elaboración de las bebidas.

Diseño y selección de tratamiento

El diseño y selección de tratamiento se dividió en tres fases.

Fase 1: Se establecieron las cantidades de los ingredientes (Mena, 2002) como se muestra en la tabla 1, siendo el concentrado de fresa la variable que se modificó para obtener diferentes formulaciones de bebidas.

Después se combinaron los ingredientes de la siguiente forma: El lactosuero se mezcló con el jugo de fresa y jarabe de azúcar en agitación suave. Se mantuvo en agitación suave durante 10 minutos, en los cuales se agregó sorbato de potasio y ácido cítrico. Finalmente, las formulaciones preparadas se envasaron y después fueron pasteurizadas a 65 °C durante 30 minutos.

Tabla 1. Composición base para formulaciones de bebidas con lactosuero.

Ingredientes	Para 100 mL
Lactosuero	50%
Jarabe de azúcar	0.6
Sorbato de potasio	0.05%
Ácido cítrico	0.2%

Fase 2: Mediante una evaluación preliminar (en el laboratorio de ciencia de los alimentos, CuLagos), de varias formulaciones hechas se seleccionaron 4 de ellas (tabla 2). Estas formulaciones se eligieron por el sabor presente en las bebidas, determinado por las variaciones en el concentrado de fresa, las cuales fueron etiquetadas como B1, B2, B3 y B4.

Tabla 2. Formulaciones de bebidas etiquetas como: B1, B2, B3 y B4. Todas con 50% de lactosuero como base a un volumen final de 100 mL.

Ingredientes (%)	Formulación B1	Formulación B2	Formulación B3	Formulación B4
Lactosuero	50	50	50	50
Jarabe de azúcar	0.6	0.6	0.6	0.6
Concentrado de fresa	25	25	30	35
Sorbato	0.05	0.05	0.05	0.05
Ácido cítrico	0.2	0.2	0.2	0.2
Agua	24.2	24.2	19.15	14.15

* B1 presenta la misma formulación que B2, con la diferencia del uso de lactosuero ácido para su producción. B2, B3 y B4 fueron formuladas con lactosuero dulce.

Fase 3: Las formulaciones B1, B2, B3 y B4 fueron sometidas a una prueba de aceptabilidad numérica por ordenamiento (Ramírez-Navas, 2012), donde se consideró una muestra de 60 alumnos (no entrenados) del Centro universitario de Lagos de Moreno. Las muestras de las formulaciones se sirvieron en recipientes de vidrio con 20 ml de la bebida a 4°C. Con los resultados obtenidos de la prueba de aceptación numérica, se seleccionó una sola formulación, a la cual se le realizó análisis fisicoquímicos, microbiológicos y la evaluación de la estabilidad sensorial.

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Para la caracterización fisicoquímica de las bebidas se determinó Humedad (AOAC,925.10,2019), proteína (NMX-F-608-NORMEX-2011), grasa NMX-F-615-NORMEX-2018, cenizas (NMX-F-607-

NORMEX-2020), carbohidrato (NOM-051-SCFI/SSA1-2010), sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos en suspensión (NMX-F-527-1992), pH (NMX-F-317-NORMEX-2013), acidez (AOAC, 942.15, 2023), grados Brix (NMX-F-103-NORMEX-2021), calorías (NOM-051-SCFI/SSA1-2010). Para los análisis microbiológicos, se realizaron diluciones seriadas (NOM-110-SSA1-1994). Posteriormente, se llevó a cabo el conteo microbiológico de los siguientes grupos: bacterias coliformes (NOM-112-SSA1-1994), coliformes totales en placa (NOM-113-SSA1-1994), mohos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994) y bacterias aerobias en placa (NOM-092-SSA1-1994).

Estabilidad sensorial

Se evaluó el nivel de agrado de los atributos color, aroma, sabor y textura por medio de una escala hedónica de 5 puntos, donde se asignaron los siguientes valores: Me disgusta mucho=1, Me disgusta levemente=2, No me gusta ni me disgusta=3, Me gusta levemente=4, Me gusta mucho=5. La evaluación sensorial se realizó en un periodo de 37 días de almacenamiento a una temperatura a 4 ± 1 °C, evaluando 4 momentos: Día 0, Día 24, Día 30 y Día 37. La bebida se ofreció a los participantes para la evaluación sensorial, en recipientes de vidrio a una temperatura aproximada de 4°C. La evaluación se realizó en las instalaciones de la universidad de Guadalajara sede Lagos de Moreno, Jalisco.

Para la estabilidad de las propiedades sensoriales durante un periodo de 37 días, se consideraron las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué atributo sensorial presentó mayor nivel de preferencia por parte de los panelistas?
- ¿La percepción de los atributos evaluados se vio modificada significativamente con el paso de los días?

Análisis estadístico

Se utilizó el Análisis de varianza (ANOVA) usando el programa SPSS IBM, versión 29 para determinar la estabilidad de las propiedades sensoriales. De las cuales se evaluaron las siguientes hipótesis estadísticas:

H_0 (hipótesis nula): No existen diferencias significativas entre las medias de los atributos sensoriales evaluados en los distintos días de análisis.

H_1 (hipótesis alternativa): Al menos una de las medias difiere significativamente, lo que indicaría variaciones en la percepción sensorial a lo largo del tiempo.

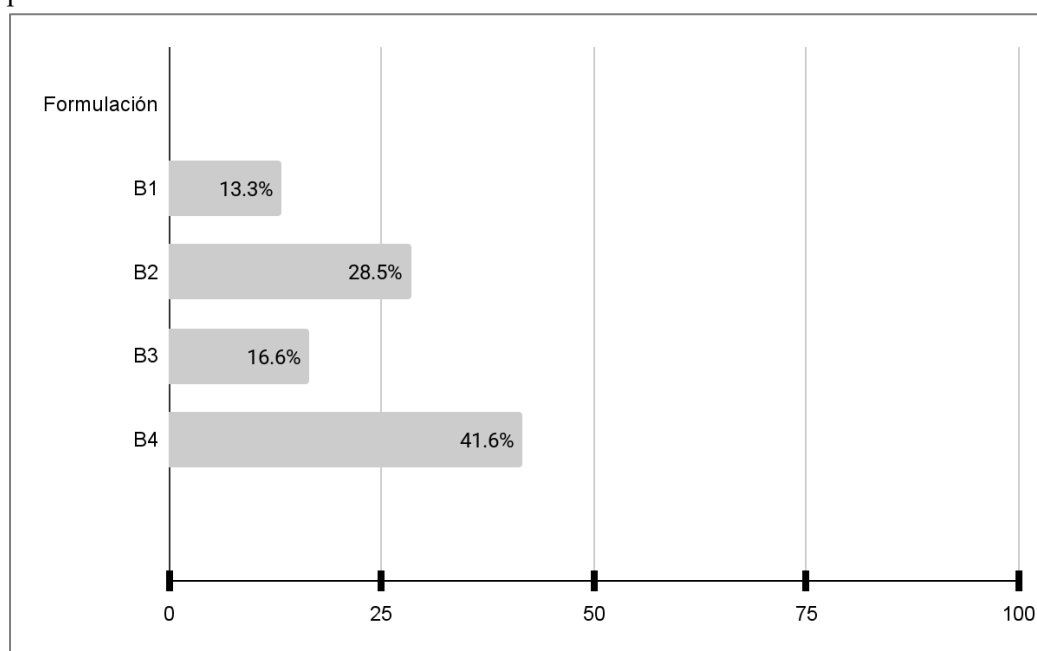
Además, con el uso de la ecuación 1, se determinó el porcentaje de variabilidad total del efecto, del tiempo sobre cada atributo:

$$\%Variabilidad\ explicada = \frac{SS_{entre}}{SS_{total}} \times 100 \text{ ----- Ecuación 1}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la prueba de aceptabilidad numérica por ordenamiento se observan en la figura 1. En donde la B4 obtuvo una mayor preferencia en cuanto al sabor respecto a las demás bebidas; atribuida a que contiene mayor concentrado de fresa lo que ayuda a encubrir el sabor del lactosuero.

Figura 1. Resultados de la prueba de aceptabilidad numérica por ordenamiento, evaluados por 60 panelistas no entrenados.



La tabla 3 presenta los resultados de la composición proximal obtenida en la bebida formulada con lactosuero y fresa (B4). Evidenciando valores promedio de humedad de 85.1%, valores que son observados en bebidas típicas formuladas a base de suero lácteo. Los sólidos totales fueron de 14.9%, que reflejan el contenido total de compuestos no volátiles presentes en la bebida, incluyendo lactosa y otros azúcares, proteína, minerales y trazas de grasa. El contenido de ceniza fue de 0.3% lo que representa la fracción inorgánica de la bebida, compuesta por minerales residuales del lactosuero y la fresa. El contenido de grasa fue de 0.5% lo cual se considera bajo, esta característica favorece su consumo, por tratarse de una bebida con bajo contenido lipídico.

Con respecto al contenido de carbohidratos, éste fue de 13.38% derivado de los azúcares presentes en el lactosuero (lactosa), de los azúcares propios de la fresa, así como del azúcar añadido cuando se prepara el concentrado de fresa. El contenido de carbohidratos en la bebida se considera alto, es comparable al de muchas bebidas azucaradas comerciales. Por ejemplo refrescos carbonatados y jugos comerciales suelen tener entre 10 a 15 g de azúcares totales por cada 10 mL, debido a azúcares añadidos y jarabes de maíz de alta fructosa. Por lo que, siendo el nivel de azúcar total en nuestra bebida cercano al límite superior de las bebidas comerciales, se recomienda que su ingesta sea moderada, especialmente para personas que buscan controlar la ingesta de azúcares simples. Al igual que la grasa el contenido de proteína es bajo (0.7%), pero adecuado para su consumo general como una bebida refrescante y sensorialmente agradable. Además, es importante resaltar que la mayoría de las bebidas carecen de proteínas presentes, esta bebida aunque en baja concentración, aportan beneficios tecnológicos relacionados con textura, estabilidad y suavidad en la boca, requeridas para la palatabilidad en una bebida. Tiekou *et al* (2021), reportaron que bebidas que contenían proteínas de suero proporcionan mayor palatabilidad en comparación con bebidas hechas con proteínas de arroz. Por otro lado, la bebida presentó valor de pH de 4.5, acidez de 3.9° Dc y 13° Brix. Además, aporta 60.6 cal por porción de 100 mL (calculado teórico).

Tabla 3. Composición proximal de la bebida formulada con lactosuero y fresa (volumen de 100mL).

Contenido	Resultado (%)
Humedad	70.2 ± 1.10
Sólidos totales	14.9 ± 1.09
Ceniza	0.3 ± 0.07
Grasa	0.5 ± 0.02
Proteína	0.7 ± 0.06
Carbohidratos	13.4 ± 1.09

En la evaluación microbiológica de la bebida B4, no fueron detectados coliformes totales, mohos, levaduras, aerobios psicrófilos y aerobios mesófilos, lo que indica una buena calidad microbiológica conforme a la Norma 243-SSA-2010.

La tabla 4 muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para los cuatro atributos sensoriales evaluados: color, aroma, sabor y textura. En todos los casos, el valor de significancia es $p = 0.000$, lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los días de evaluación para cada uno de los atributos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), confirmando que la percepción sensorial de los panelistas varió significativamente a lo largo del tiempo. Además, los valores del estadístico F obtenidos para cada atributo son notablemente altos: Aroma ($F = 865.29$), Sabor ($F = 211.16$), Color ($F = 193.48$) y Textura ($F = 184.89$).

Los resultados confirman la presencia de una variabilidad relevante entre los momentos de análisis, siendo el aroma el atributo que mostró la mayor sensibilidad al cambio, tanto por el valor más alto de F como por el menor error dentro de los grupos (0.393). Esto indica que los panelistas fueron más consistentes al evaluar el aroma del producto, y que dicho atributo tuvo mayor influencia en la percepción global de la bebida durante los 37 días de seguimiento.

Tabla 4. Análisis de varianza (ANOVA) para los atributos color, aroma, sabor y textura.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Total Color	Entre grupos	1067.591	4	266.898	193.479	.000
	Dentro de grupos	131.049	95	1.379		
	Total	1198.640	99			
Total Aroma	Entre grupos	1358.814	4	339.703	865.285	.000
	Dentro de grupos	37.296	95	.393		
	Total	1396.110	99			
Total Sabor	Entre grupos	1066.548	4	266.637	211.155	.000
	Dentro de grupos	119.962	95	1.263		
	Total	1186.510	99			
Total Textura	Entre grupos	1182.713	4	295.678	184.888	.000
	Dentro de grupos	151.927	95	1.599		
	Total	1334.640	99			

La tabla 5 presenta el porcentaje de variabilidad total atribuible al efecto de los días sobre cada atributo. Este análisis confirma que el atributo aroma (97.3%) es el que presentó mayor impacto sensorial a lo largo del tiempo, seguido por sabor (89.9%), color (89.1%) y textura (88.7%). Estos porcentajes respaldan los valores obtenidos en el ANOVA y permiten establecer una jerarquía de preferencia desde el punto de vista del análisis longitudinal.

Por lo tanto se demuestra que el atributo aroma fue el más valorado y consistentemente evaluado por los panelistas en los distintos momentos de análisis, lo que sugiere que este factor puede ser determinante para la aceptación del producto en el mercado. Además, los resultados indican que el almacenamiento de la bebida durante 37 días generó efectos diferenciados en la percepción sensorial, siendo el aroma el más sensible a estos cambios.

Tabla 5. Porcentaje de la variabilidad total proveniente de las diferencias entre días.

Atributos	Percepción (%)
Aroma	97.3
Sabor	89.9
Color	89.1
Textura	88.7

CONCLUSIÓN

El presente estudio evidencia que la combinación de lactosuero con concentrado de fresa permite desarrollar una bebida con una alta aceptabilidad sensorial. Asimismo, durante un periodo de almacenamiento de 37 días, el aroma y sabor fueron los atributos con mayor preferencia seguidos por el color y la textura, además de no encontrar microorganismos patógenos. La buena calidad microbiológica y selección de ingredientes funcionales como la fresa y el lactosuero contribuyen a obtener un producto inocuo, estable y con un perfil sensorial atractivo para su consumo. Conviene destacar que la incorporación del lactosuero en productos alimenticios, permite diversificar la oferta alimentaria, al mismo tiempo que se responde a la necesidad de reducir residuos en la industria láctea, específicamente en sectores donde la actividad principal es la producción de queso y que aún no gestionan adecuadamente el uso del lactosuero. Asimismo, las propiedades fisicoquímicas y nutrimentales del lactosuero combinadas con los compuestos bioactivos de la fresa (antioxidantes, antiinflamatorios) propone una estrategia para el desarrollo de productos saludables y sostenibles en el sistema agroalimentario y permite cambiar la percepción que se tiene como un subproducto sin valor o utilidad.

A pesar que el lactosuero contiene nutrientes beneficiosos generalmente los consumidores prefieren consumir alimentos atractivos que nutritivos, el producto obtenido puede orientarse a consumidores que busquen alimentos con proteínas de alta calidad, contenido bajo en grasa y sodio y que requieran un aporte moderado de carbohidratos.

Como línea futura, se sugiere evaluar los siguientes puntos: el consumo en poblaciones vulnerables, la bioaccesibilidad, digestibilidad, el alcance y sostenibilidad industrial del producto. Además, posibles mejoras en la formulación, ajustando la concentración de fresa o lactosuero, o bien, probar con diferentes combinaciones de frutas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Araújo, J. F., Fernandes, J.-M., Madalena, D., Gonçalves, R. F. S., Vieira, J. M., Martins, J. T., Vicente, A. A. y Pinheiro, A. C. (2025). Development of 3D-printed foods incorporating riboflavin-loaded whey protein isolate nanostructures: characterization and in vitro digestion. *Food & Function*, 16(7), 1234–1247. <https://doi.org/10.1039/D4FO05102E>
- Association of Official Analytical Chemists. (2019). *Methods of Analysis of AOAC International* (AOAC,925.10,2019). <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis/>
- Association of Official Analytical Chemists (2023). *Official method 942.15: Acidity (Titratable) of Fruit Products*. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis/>
- Codex Alimentarius Commission. (2005). *Norma General del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas* (CODEX STAN 247-2005). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; Organización Mundial de la Salud. <https://www.studocu.com/co/document/universidad-nacional-abierta-y-a-distancia/ingenieria-alimentos/norma-codex-zumos-jugos-frutas/116660400>
- Dirección General de Normas. (1992). *Alimentos. Determinación de sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos en suspensión en agua* (NMX-F-527-1992). Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-de-asuncion/quimica/nmx-527-solidos-totales/81730685>



- Gómez Soto, J. A. y Sánchez Toro, O. (2019). Producción de galactooligosacáridos: alternativa para el aprovechamiento del lactosuero-Una revisión. *Ingeniería y desarrollo*, 37, 143-161. <https://doi.org/10.14482/inde.37.1.637>
- Habib, H. S., Wani, S. M., Rasool, K., Ashaq, B., Anjum, N., Padder, S. A., Hussain, S. Z., Nazir, N., Majid, S. y Mustafa, S. (2025). Nanoencapsulation of astaxanthin using gum arabic and whey protein isolate as wall materials: Characterization and in vitro release kinetics. *Powder Technology*, 458, 120982. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2025.120982>
- Lizárraga-Chaidez, M., Mendoza-Sánchez, M., Abadía-García, L. y García-Pérez, J. (2023). El inocente impacto ambiental del suero de la leche. *Epistemos*, 17(35), 88-97. [10.36790/epistemos.v18i35.316](https://doi.org/10.36790/epistemos.v18i35.316)
- Luparelli, A., Trisciuzzi, D., Schirinzi, W. M., Caputo, L., Smiriglia, L., Quintieri, L., Nicolotti, O. y Monaci, L. (2025). Whey Proteins and Bioactive Peptides: Advances in Production, Selection and Bioactivity Profiling. *Biomedicines*, 13(6), 1311. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13061311>
- Mena, P. W. (2002). *Formulación y elaboración de dos bebidas refrescantes con base en suero dulce de queso fresco y sabores de frutas* (Tesis de licenciatura), Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Repositorio Digital Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1523/1/AGI-2002-T027.pdf>
- Minj, S. y Anand, S. (2020). Whey Proteins and Its Derivatives: Bioactivity, Functionality, and Current Applications. *Dairy*, 1(3), 233–258. <https://doi.org/10.3390/dairy1030016>
- Muñoz Angulo, E. (2019). *Lactosuero: Una perspectiva del uso y/o destino en Lagos de Moreno, Jalisco* (Tesis de licenciatura) no publicada. Universidad de Guadalajara.
- Oliveira Andrade, A. A., Andrade, C. A., Bastos Carvalho, S., Condino Ferreira, P. J., Júnior Curzi, A. y Pinheiro Marques, C. (2021). Use of strawberry and vanilla natural flavors for sugar reduction: A dynamic sensory study with yogurt. *Food Research International*, 139, 109972. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109972>
- Prazeres, A. R., Carvalho, F. and Rivas, J. (2012). Cheese whey management: A review. *Journal of Environmental Management*, 110, 48–68. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.05.018>



- Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 12(1), 83-102. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Ramirez-Navas/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor/links/00b495260e24536e05000000/Analisis-sensorial-pruebas-orientadas-al-consumidor.pdf?origin=publication_det
- Rivera-Olvera, A., Ochoa-Mandujano, L. K., Gutiérrez-Mendez, L. A., Onofre-Chacón, L., Tacias-Pascacio, V. G. y Vela-Gutiérrez, G. (2024). Evaluación nutricional y sensorial de dos panes funcionales adicionados con lactosuero y harina de malanga en niños. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 28(2), 145–154. <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.2.2141%20>
- Sanjulián, L., Fernández-Rico, S., Gonzáles-Rodríguez, N., Cepeda, A., Miranda, J. M., Fente, C., Lamas, A. and Regal, P. (2025). *The Role of Dairy in Human Nutrition: Myths and Realities. Nutrients*, 17(4), 646. <https://doi.org/10.3390/nu17040646>
- Saubenova, M., Oleinikova, Y., Rapoport, A., Maksimovich, S., Yermekbay, Z. y Khamedova, E. (2024). *Bioactive Peptides Derived from Whey Proteins for Health and Funtional Beverages. Fermentation*, 10(7), 359. <https://doi.org/10.3390/fermentation10070359>
- Secretaría de Salud. (1994). NOM-110-SSA1-1994. *Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico*. Diario Oficial de la Federación. https://transparencia.cofepris.gob.mx/index.php/es/marco-juridico/normas-oficiales-mexicanas/metodos-de-prueba?utm_source=chatgpt.com
- Secretaría de Salud. (1994). NOM-111-SSA1-1994. *Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.norlexinternacional.com/arch/N111S194.htm>
- Secretaría de Salud. (1994). NOM-112-SSA1-1994. *Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable*. Diario Oficial de la Federación. <https://salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/112ssa14.html>



- Secretaría de Salud. (1994). NOM-113-SSA1-1994. *Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa*. Diario Oficial de la Federación. <https://salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>
- Secretaría de Salud (1994). NOM-092-SSA1-1994. *Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. Diario Oficial de la Federación. <https://salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/092ssa14.html>
- Secretaría de Salud (2010). NOM-243-SSA1-2010. *Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación. <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4156/salud2a/salud2a.htm>
- Secretaría de Economía. (2002). *Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-fruta fresca-fresa (Fragaria x ananassa, Dutch)-especificaciones y método de prueba* (NMX-FF-062-SCFI-2002). Secretaría de Economía. <https://studylib.es/doc/6736068/nmx-ff-062-scfi-2002-productos-alimenticios>
- Secretaría de Economía y Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (2010). NOM-051-SCFI/SSA1-2010. *Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados - Información comercial y sanitaria*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4010/seeco11_C/seeco11_C.htm
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1992). *Alimentos - Determinación de sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos* (NMX-F-527-1992). Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-de-asuncion/quimica/nmx-527-solidos-totales/81730685>
- Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación. (2011). *Alimentos - Determinación de proteínas en alimentos- Método de ensayo - Método de prueba* (NMX-F-608-NORMEX-2011). NORMEX,S.C. <https://studylib.es/doc/6350390/nmx-f-068-s-1980.-alimentos.-determinaci%C3%B3n-de-prote%C3%ADnas>
- Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación. (2013). *Alimentos - Determinación de pH en alimentos y bebidas no alcohólicas - Método potenciométrico - Método de prueba* (NMX-F-

317-NORMEX-2013). NORMEX, S.C. <https://studylib.es/doc/4604426/nmx-f-317-s-1978.-determinaci%C3%B3n-de-ph-en>

Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación. (2018). *Alimentos - Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en alimentos - Método de prueba* (NMX-F-615-NORMEX-2018).

NORMEX, S.C. <https://sidof.segob.gob.mx/notas/5565079>

Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación. (2020). *Alimentos - Determinación de cenizas en alimentos - Método de prueba* (NMX-F-607-NORMEX-2020). NORMEX, S.C.

<https://sidofqa.segob.gob.mx/notas/5641716>

Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación. (2021). *Alimentos - Determinación de grados Brix en alimentos y bebidas no alcohólicas - Método de prueba* (NMX-F-103-NORMEX-

2021). NORMEX, S.C. <https://sidof.segob.gob.mx/notas/5641878>

Tiekou Lorinczova, H., Deb, S., Begum, G., Renshaw, D. y Zariwala, M. G. (2021). Comparative Assessment of the Acute Effects of Whey, Rice and Potato Protein Isolate Intake on Markers of Glycaemic Regulation and Appetite in Healthy Males Using a Randomised Study Design.

Nutrients, 13(7), 2157. <https://doi.org/10.3390/nu13072157>

Wu, T., Zhu, W., Chen, L., Jiang, T., Dong, Y., Wang, L., Tong, X., Zhou, H., Yu, X., Peng, Y., Wang, L., Xiao, Y., y Zhong, T. (2023). A review of natural plant extracts in beverages: Extraction process, nutritional function, and safety evaluation. *Food Research International*, 172,

113185. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113185>

