

Lactosuero, estabilizantes comerciales y fécula de maíz en la producción de helados artesanales

Whey, commercial stabilizers, and cornstarch in the production of artisanal ice cream

María Nelly Salazar Cerda¹, Jorge Antonio Gómez Martínez², Steven Paul Tablada Dávila³, Robin Trinidad Flores Reyes⁴, Roberto Carlos Larios González⁵, Donald Alonso Juárez Gámez⁶

¹ Ingeniera Zootecnista, especialista en tecnología de la leche, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8186-7084> / msalazar@ci.una.edu.ni

² MSc. Agroecología y Desarrollo Sostenible, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4157-4874> / jorge.gomez@ci.una.edu.ni

³ Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos (Graduado UNA), ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6477-7865> / tabladadavilastevenpaul@gmail.com

⁴ Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos (Graduado UNA), ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7504-7026> / trinidadreyes264@gmail.com

⁵ MSc. Profesor Titular, Dirección de Ciencias Agrícola, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4290-2216> / roberto.larios@ci.una.edu.ni

⁶ MSc. Profesor Titular, Dirección de Ciencias Agrícola, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6141-4730> / donald.juarez@ci.una.edu.ni
Universidad Nacional Agraria (UNA)

Autor para correspondencia: msalazar@ci.una.edu.ni



RESUMEN

El lactosuero es un subproducto de la elaboración de queso y otros productos lácteos, puede generar contaminación ambiental cuando es vertido de manera inapropiada, por lo que su uso en la producción de productos de consumo cotidiano como los helados, es una alternativa para disminuir su impacto ambiental. El objetivo de esta investigación fue determinar características químicas y organolépticas de helados de tres formulaciones a base de lactosuero, que incluyen el uso de estabilizantes comerciales y féculas de maíz. La investigación se realizó en laboratorios de la Universidad Nacional Agraria, en Managua, Nicaragua. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos (formulaciones). Las variables evaluadas fueron pH, grasa (%), proteínas (%), sólidos totales (%), sólidos no grasos (%) y ceniza (%), sobre la base del análisis bromatológico según los procedimientos del laboratorio de bromatología de la Dirección de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria. El color, sabor, olor y textura se evaluó según una escala hedónica, con la participación

ABSTRACT

Whey is a by-product of cheese and other dairy products production, and it can cause environmental pollution when improperly disposed of. Therefore, its use in the production of everyday consumer products such as ice cream presents an alternative to reduce its environmental impact. The objective of this research was to determine the chemical and organoleptic characteristics of ice creams made from three whey-based formulations, which include the use of commercial stabilizers and cornstarch. The research was conducted in the laboratories of the Universidad Nacional Agraria in Managua, Nicaragua. A completely randomized design (CRD) with three treatments (formulations) was used. The evaluated variables included pH, fat (%), protein (%), total solids (%), non-fat solids (%), and ash (%), based on the bromatological analysis according to the procedures of the Bromatology Laboratory of the Dirección de Ciencia Animal at the Universidad Nacional Agraria. Color, flavor, odor, and texture were evaluated using a hedonic scale,

Recibido: 30 de agosto del 2024
Aceptado: 5 de diciembre del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

AGROINDUSTRIA

de un panel no entrenado conformado por 53 personas. Los datos sobre color, sabor, olor y textura (valoración organoléptica) se ajustó en un modelo logit acumulado ordinal, usando el paquete ordinal del software estadístico R. En general las características químicas se consideran adecuadas para este tipo de helado y la percepción organoléptica por parte del panel no entrenado, indica que la mayoría de ellos ubican a las tres formulaciones entre las valoraciones hedónicas “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho” y me gusta mucho, con una fuerte inclinación, principalmente sobre los atributos color y textura en los helados que, en su formulación aparte del lactosuero, incluye fécula de maíz.

Palabras clave: percepción sensorial, organoléptico, características fisicoquímicas, subproductos lácteos, valor agregado, agroindustria.

with the participation of an untrained panel of 53 individuals. The data on color, flavor, odor, and texture (organoleptic assessment) were adjusted using an ordinal cumulative logit model, employing the ordinal package in the R statistical software. In general, the chemical characteristics are considered appropriate for this type of ice cream, and the organoleptic perception by the untrained panel indicates that most participants rated all three formulations between the hedonic scores of 'moderately like' and 'like very much,' with a strong preference, especially for the attributes of color and texture in the ice creams, which, in addition to whey, include cornstarch in the formulation.

Keywords: Sensory perception, organoleptic, physicochemical characteristics, dairy by-products, added value, Agroindustry.

El lactosuero es un subproducto de la elaboración de queso y en muchos casos es desechado convirtiéndose en un contaminante, aunque en algunos casos, es utilizado en la alimentación animal.

Como parte de la generación de alternativas en el uso de este tipo de subproducto, se ha impulsado la investigación para su aprovechamiento en la transformación de productos alimenticios debido, como lo señala Asas *et al.* (2021), genera valor agregado, disponibilidad de nutrientes, sustancias solubles y proteínas.

El lactosuero ha emergido como materia prima de diversas aplicaciones alimentarias como en la elaboración de helados, ya que permite mejorar la calidad proteica y la textura del producto.

“El suero proveniente de la fabricación de quesos constituye el principal subproducto de la industria láctea” (Rodríguez y M’Boumba, 2011, p. 9). La caracterización de los helados formulados con lactosuero requiere de estudios de sus características fisicoquímicas y sensoriales, en este caso, pH, % de grasa, % de proteína, % de sólidos totales, % de sólidos grasos y % de ceniza, así como la opinión sobre agrado o desagradado del producto final.

La utilización de lactosuero en la elaboración de helados favorece la textura y cremosidad del producto, afirma Chaves *et al.* (2020) debido al aporte en proteínas; en cambio Hernández *et al.* (2019) indican que la utilización de lactosuero en la formulación de helados mejora la estabilidad de la mezcla en el proceso de congelación, lo que confiere más suavidad, rendimiento, valor nutricional y reducción del uso de estabilizantes y emulsificantes.

En el caso de las características sensoriales, los helados a base de lactosuero presentan mínimas diferencias en sabor al compararlos con los elaborados de manera tradicional, sin embargo, su aceptación es alta debido a la textura cremosa que presentan y su suave sabor afirma Fernández *et al.* (2021).

Vera *et al.* (2022) explican que el uso de lactosuero en la elaboración de helados puede influir positivamente en la percepción sensorial y señalan que la cantidad óptima de lactosuero es crucial para evitar la sobrecarga de sabores lácteos que podrían afectar la aceptación en los consumidores.

El objetivo de esta investigación es caracterizar química y sensorialmente helados elaborados a base de lactosuero que incluyen estabilizantes comerciales y fécula de maíz como producto innovador y alternativa sostenible del uso de este subproducto de la industria láctea.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio. Esta investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria (UNA) ubicada en el km 12 ½ carretera Norte en Managua, Nicaragua; localizada en las coordenadas 12°08'56" de latitud Norte y 86°09'42" de longitud Oeste.

El estudio se desarrolló en tres etapas: 1) Elaboración del producto en el laboratorio de agroindustria de los alimentos de la Dirección de Ciencias Agrícolas, ubicado en el sector Norte de la universidad. 2) Determinación de las características fisicoquímicas y organolépticas en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la misma Dirección y 3) la determinación del porcentaje de grasas, sólidos totales, proteína y ceniza, medidas en el laboratorio de Bromatología de la Dirección de Ciencia Animal, ubicado en la finca Santa Rosa de la UNA. La etapa experimental se realizó del 15 de enero al 4 de marzo del año 2024.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos (formulaciones); diferenciada por el tipo de estabilizante (100 MX, Goma Xantana y Fécula de maíz), polímeros usados en la industria alimentaria (Cuadro 1).

AGROINDUSTRIA

Cuadro 1. Formulaciones (tratamientos) para la elaboración de helados a base de lactosuero

Formulación T1 (100 MX)	Formulación T2 (Goma Xantana)	Formulación T3 (Fécula de maíz)
58.56 % Lactosuero	58.56 % Lactosuero	58.25 % Lactosuero
13.82 % Azúcar	13.82 % Azúcar	13.74 % Azúcar
13.16 % Lactosuero en polvo	13.16 % Lactosuero en polvo	13.09 % Lactosuero en polvo
13.16 % Crema en polvo	13.16 % Crema en polvo	13.09 % Crema en polvo
0.62 % 100 MX	0.62 % Goma Xantana	1.15 % Fécula de maíz
0.65 % Cocola en polvo	0.65 % Cocola en polvo	0.65 % Cocola en polvo
0.015 % Colorante en gel	0.015 % Colorante en gel	0.015 % Colorante en gel
0.015 % Saborizante chocolate	0.015 % Saborizante chocolate	0.015 % Saborizante chocolate

La diferencia en los porcentajes es para ajustar al 100 % la formulación, debido a las diferencias en las propiedades que confiere cada estabilizante (viscosidad y textura).

Operaciones para la elaboración del helado. En la Figura 1, se describe el proceso de elaboración.

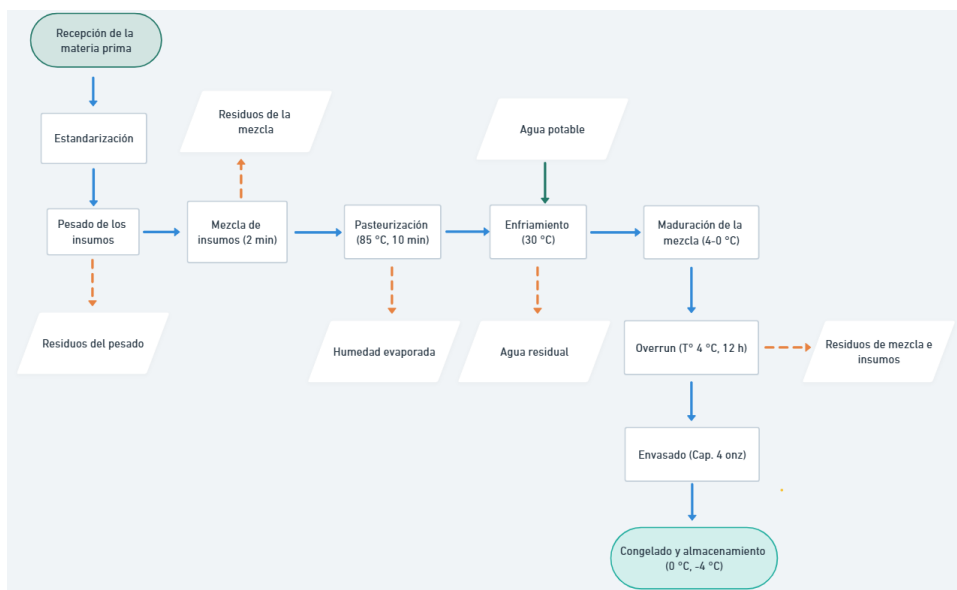


Figura 1. Diagrama del proceso de elaboración de helado a base de lactosuero.

Variables evaluadas

Fisicoquímicas. Las variables fueron: pH, grasa (%), proteínas (%) sólidos totales (%), sólidos no grasos (%) y ceniza (%), así como los atributos sensoriales de color, sabor, olor y textura. En el caso de las características sensoriales, se analizaron sobre la base de la percepción de agrado o desagradado.

El pH se determinó en muestras de 100 ml de cada formulación usando tiras de pH. Los porcentajes de grasa, sólidos totales, proteína y ceniza se determinaron según los procedimientos establecidos por el laboratorio de bromatología de la Dirección de Ciencia Animal. Estas pruebas tendrán el propósito de clasificar el tipo de helado sobre los parámetros de la Normativa Departamental de Montevideo D.1521.40 propuesta por la Intendencia de Montevideo (2016).

La prueba organoléptica se valoró sobre la base de una escala de deleite (escala hedónica) considerando puntuaciones del 1 al 5 siendo 1: me desagradó mucho, 2: me desagradó moderadamente, 3: ni me gusta ni me desagradó, 4: me gusta moderadamente y 5: me gusta mucho; según González *et*

al. (2014), esta herramienta es efectiva y usadas con mucha frecuencia debido a que son los consumidores quienes a través de sus opiniones deciden el éxito de un nuevo producto.

Análisis de datos. La valoración organoléptica (color, sabor, olor y textura) efectuada por un panel no entrenado de 53 personas, se ajustó en un modelo logit acumulado ordinal, usando el paquete ordinal (Christensen, 2019), del software estadístico R (R Core Team, 2022). El resto de las variables se analizaron mediante análisis descriptivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características fisicoquímicas

pH. En los tres helados se obtuvo un valor de pH igual a 6, coincidiendo con Delgado y Morán (2016), en un estudio sobre elaboración de helados a partir de lactosuero; y cercano al mínimo permitido en la leche cruda (pH = 6.6) según la Asamblea Nacional de Nicaragua (2001). Según Amriott (1991) como se cita en Alava Viteri *et al.* (2014), el valor de pH es muy

cercano al reportado y clasifica al suero como suero dulce cuando los valores de pH son próximos a 6.2.

La leche y la mayoría de los productos lácteos suelen tener un pH en torno a 6,7. Este valor es adecuado para el crecimiento de microorganismos que se usan en el fermentado de productos lácteos. Cuando se sustituye la leche por lactosuero en la producción de helados, se reduce el pH y se incrementa la acidez y dureza de los helados (Barbosa de Meneses *et al.* 2021).

El valor del pH es importante para el mantenimiento de la viscosidad y evitar la precipitación de proteínas, permite mantener la textura y la calidad del producto final, valores bajos de pH perjudican estas características (Salem *et al.*, 2005).

Según Barbosa de Meneses *et al.* (2021, p. 4), los valores de pH en helados elaborados a base de lactosuero de leche bovina es igual a 6.4, valor cercano a los reportados en este estudio.

AGROINDUSTRIA

Contenido de grasa (%). El porcentaje de grasa fue bajo en los tres helados presentando valores de 0.12 % para la formulación con Goma Xantana, 0.25 % con Fécula de maíz y de 1.02 % con 100 MX.

Según Delgado y Morán (2016) “las fuentes más adecuadas de grasa es la grasa de la leche que imparte unas buenas características de textura, proporciona un delicado aroma y actúa sinérgicamente con los aromas añadidos y se utiliza para elaborar los helados de mayor calidad”, sin embargo, el lactosuero brinda un valor bajo en grasa como lo indica Cordovi-Carmenates *et al.* (2021), quienes reportan valores entre 0.87 % y 0.88 %; lo que contribuye con el valor bajo en grasa en el producto final.

Los valores en esta investigación se sitúan por debajo a los reportados por Rodríguez y M'Boumba (2011), quienes registraron valores en helados elaborados a base de suero de queso (lactosuero) igual a 10.8 %, quienes en sus materias primas incluyeron insumos que influyeron en el alto contenido de grasa.

El mayor porcentaje de grasa se obtiene en el helado que incluye el estabilizante 100 MX, lo que implica según Vargas-Bello-Pérez *et al.* (2019), que el contenido de grasa se relaciona directamente con la textura y propiedades sensoriales del helado, así a mayor contenido de grasas, mayor densidad del producto, debido a que la grasa aporta sólidos a la mezcla reduciendo la capacidad de formación de cristales de hielo.

Contenido de proteínas (%). El valor nutricional de los helados se debe a que, por ser una mezcla de ingredientes de alta calidad, son considerados una fuente de proteínas de alto valor biológico, ya que éstas últimas contienen aminoácidos esenciales (Ortega Shuilema, 2022). Esta autora también reporta valores de proteína en helados a base de lactosuero de diferentes autores entre 5.3 % 7.23 %, datos superiores a los registrados en esta investigación con valores que corresponden a 2.28 % y 1.89 % para las formulaciones que incluyen los estabilizantes 100 MX y Goma Xantana respectivamente, y de 1.82 % para el helado con Fécula de maíz.

El-Zeini *et al.* (2016), reporta que en la medida que se incrementa el contenido de lactosuero, los valores de proteína son mayores, situándose entre 4.82 % y 6.36 % en cuatro formulaciones de helados a base de lactosuero.

Contenido de sólidos totales (%). Los sólidos totales se relacionan con el contenido de grasa y proteína. Los resultados lo confirman ya que el helado que incluye el estabilizante 100 MX presenta 38 % de sólidos totales, mientras que el que usa Goma Xantana y Fécula de maíz obtuvieron 32.12 % y 35.05 % respectivamente, éstos últimas formulaciones también presentan valores bajos en grasa (%) y proteína (%). Estos valores son muy similares a los reportados por

Rodríguez y M'Boumba (2011), quienes registran valores de sólidos totales en helados a base de lactosuero igual a 37.8 %. En cambio, Tomczyńska-Mleko *et al.* (2024), reportan valores de sólidos totales en nueve formulaciones de helados a base de lactosuero entre 24.05 % y 30.95 %. Por su parte El-Zeini *et al.* (2016) registraron valores de sólidos totales alrededor de 35 % en cuatro formulaciones de helados a base de lactosuero.

Contenido de sólidos no grasos (%). Los sólidos no grasos lácteos, según Jambrak *et al.* (2009), como se citó en López Varón *et al.* (2010), son componentes de los helados a base de lactosuero como las proteínas con valores entre 36 % y 38 % (principalmente caseína), lactosa igual a 56 % y sales minerales con 6 % (calcio, potasio, fósforo, magnesio, hierro). Estos sólidos confieren una textura más firme en la elaboración de helados, mayor cremosidad y más volumen.

Los valores obtenidos en los tres helados corresponden a 36.98 % para la formulación con 100 MX, 32 % para el helado que usa Goma Xantana y 34.8 % para el que se elaboró con Fécula de maíz; estos valores se sitúan cercanamente a los antes mencionados.

Para Haque y Ji (2003), la sustitución de los sólidos no grasos de la leche por los sólidos no grasos del lactosuero mejora la calidad y las propiedades del helado.

Contenido de ceniza (%). Las cenizas según Alava *et al.* (2014), como se cita en López-Barreto *et al.* (2018, p. 103), “constituyen uno de los elementos más representativos del suero; junto con la proteína, tienen potencialidad para su uso industrial”. Este último autor reporta valores de ceniza igual a 0.42 %, inferior al obtenido en las tres formulaciones, que corresponden a 1.5 % para el helado con 100 MX, 1.22 % con el que usa Goma Xantana y 1.29 % para el helado con Fécula de maíz.

Estudios de El-Zeini *et al.* (2016), indican que entre más concentración de lactosuero se utiliza en la elaboración de helados, el porcentaje de ceniza disminuye; los valores registrados por estos autores se situaron entre 0.78 % y 0.95 %, valores inferiores a los reportados en este estudio, debido posiblemente por el tipo y calidad de la leche que dio origen al lactosuero.

Características organolépticas. Las características organolépticas de los helados pueden variar según la materia prima que se utilice, como las proteínas de suero de leche, así como otros componentes en las formulaciones, que bien pueden modificarse para obtener la percepción sensorial deseada.

La evaluación organoléptica de las muestras de helado a base de lactosuero implica valoraciones a través del análisis sensorial, que incluye entre otras características, color, sabor, olor y textura.

AGROINDUSTRIA

Color. La percepción sensorial de esta variable no difiere entre las formulaciones que contienen 100 MX y Goma Xantana ($p = 0.6241$), con escalas de valoración “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”, ambas formulaciones con probabilidad de selección de 50 %. La formulación que contiene Fécula de maíz es estadísticamente diferente al helado que contiene 100 MX ($p = 0.0026$), con una valoración mayoritariamente de “me gusta mucho” y con un nivel de probabilidad de selección de 70 % (Figura 2).

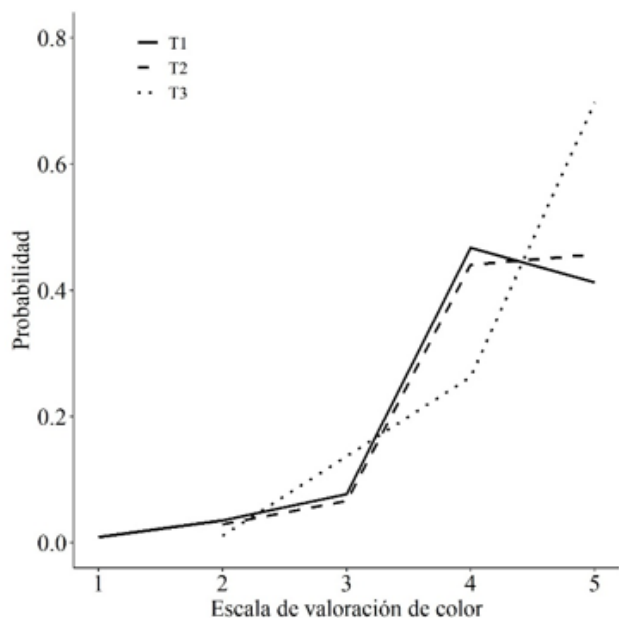


Figura 2. Percepción sensorial sobre el color según escala de valoración.

Según Huanca *et al.* (2023), el análisis sensorial define la aceptación o preferencia de los productos en función de diferentes atributos físicos y sensoriales; en este caso por la aceptación en su coloración. Según Parra Huertas (2009), los productos del suero mejoran las propiedades funcionales que aumentan la calidad, como el color, de los productos alimenticios.

Para Moreira y Solórzano (2022), el color de un buen helado debe ser tenue, mismo que se origina de la mezcla de los diferentes colores que genera la mezcla; también indican que “los azúcares como los lácteos esenciales en cualquier tipo de helado, tienen un color neutro que compensan naturalmente la intensidad de color de los demás ingredientes” (p. 12).

Sabor. Uno de los atributos de mayor aceptación y clasificación de un producto es el sabor. Según Molero-Méndez *et al.* (2017), los productos a base de lactosuero mejoran entre otras características organolépticas, el sabor del producto final.

En la Figura 3, se observa la percepción del panel evaluador sobre el sabor de las tres formulaciones, siendo estadísticamente iguales los helados con 100 MX y los que incluyen Goma Xantana ($p = 0.1979$); así como los helados con 100 MX y los elaborados con Fécula de maíz ($p = 0.3593$); con escalas de valoración de “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”, y con probabilidades de selección entre 40 % y 55 % (Figura 3).

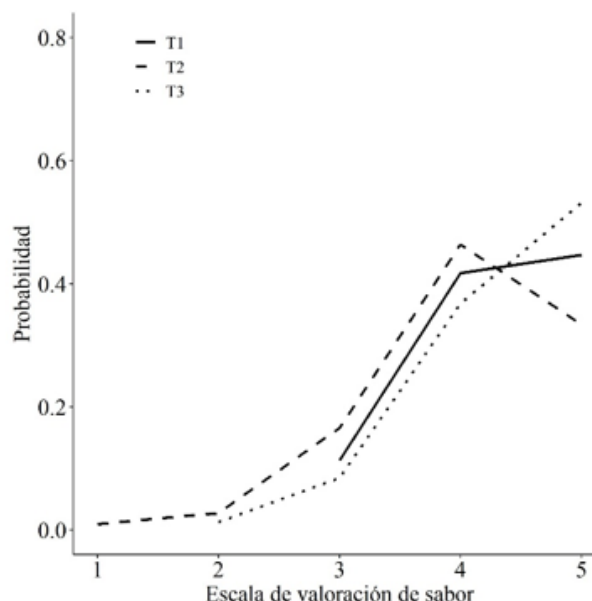


Figura 3. Percepción sensorial sobre el sabor según escala de valoración.

La calidad intrínseca al sabor está relacionada a atributos como: “sabroso, rico, delicioso, agradable al paladar, persistente, buena calidad, amargor ligero, equilibrado, ácido ligero, mantecado, chocolate, frutal, fresa, vainilla, cremoso, dulce y lácteo” (Duarte-García *et al.* (2023, p. 52), además estos autores señalan que muchos de ellos son atributos hedónicos o “términos comunes referidos por los consumidores para denotar su complacencia con el alimento degustado” (p. 52).

Olor. El análisis de esta variable no incluye el parámetro “me desagrada mucho”, debido a que ninguno de los miembros del panel evaluador clasificó con esta categoría a ninguna de las formulaciones. Estadísticamente no hay diferencias entre las formulaciones que contienen 100 MX y Goma Xantana ($p = 0.0603$), ni entre la formulación que contiene 100 MX y la que contiene Fécula de maíz ($p = 0.7523$), con escalas de valoración de “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho” con probabilidades de selección entre 35 % y 45 % (Figura 4).

AGROINDUSTRIA

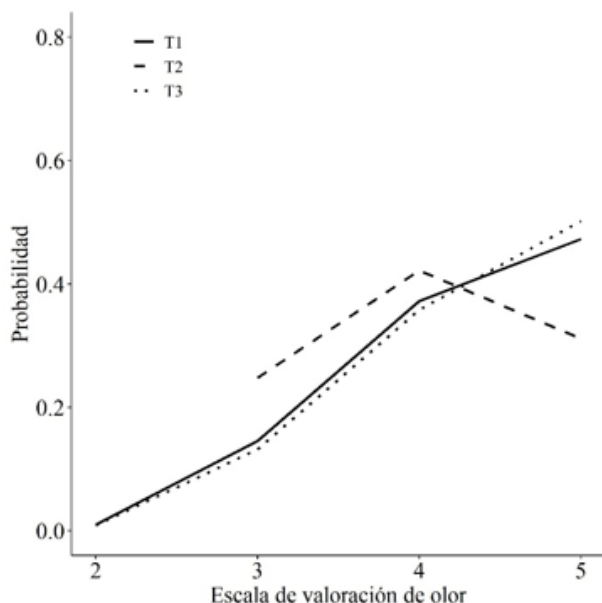


Figura 4. Percepción sensorial sobre el olor según escala de valoración.

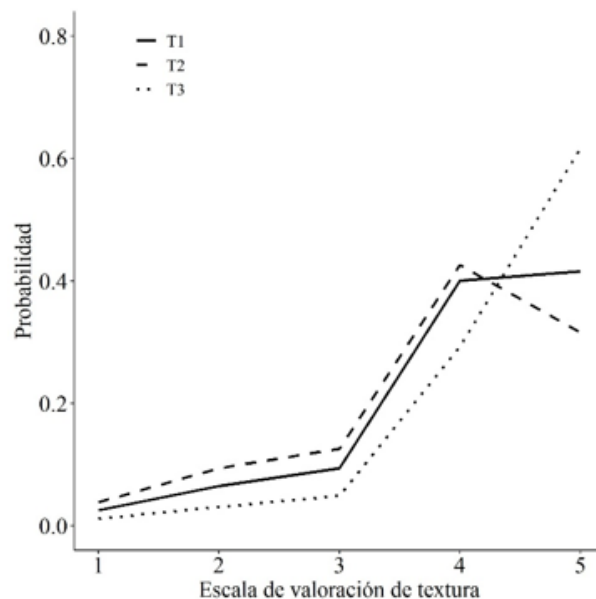


Figura 5. Percepción sensorial sobre la textura según escala de valoración.

El olor es una característica de agrado relacionadas según Duarte-García *et al.* (2023), a señales de calidad sensorial intrínsecas al aroma de los helados, las que pueden ser clasificadas como “aromático, rico, agradable, característico, dulce, cremoso, vainilla, chocolate” entre otros (p. 52). Estos aromas están relacionados al tipo y cantidad de ingredientes usados en la formulación.

Textura. Las proteínas de suero pueden mejorar la textura, la estructura y la resistencia al derretimiento, lo que lleva a una mejor sensación en boca y atributos sensoriales generales.

Para este atributo no existen diferencias significativas entre los helados que en su formulación utilizan 100 MX y los que usan Goma Xantana ($p = 0.2332$); en el caso de la formulación que incluye Fécula de maíz, este supera a los helados con el estabilizante 100 MX ($p = 0.0300$), principalmente con la valoración de “me gusta mucho” y un nivel de probabilidad de selección del 60 % (Figura 5).

Según la ficha técnica de Goma Xantana elaborado por Innovative Cooking S. L. (2020), este estabilizante es un espesante que incrementa la densidad, la textura y mejora la sensación en la boca.

Según el catálogo del grupo asesoría en alimentos (ASEAL, s.f), el estabilizante 100 MX mejora la textura, brinda viscosidad o cuerpo, permite el control de los tamaños de los cristales de hielo y que provee estabilidad y textura sedosa y cremosidad.

A pesar de que los estabilizantes Goma Xantana y 100 MX incrementan la densidad y proveen mejora en

la textura, la mayoría de los miembros del panel evaluador opinan que es mejor la percepción de la textura del helado a base de lactosuero que incluye como estabilizante a la Fécula de maíz.

La textura, como atributo, es un parámetro de calidad sensorial que permite a los consumidores decidirse por el consumo o adquisición de un producto alimenticio.

La valoración de la aceptación de los helados indica en general, buena preferencia, lo que coincide con Barbosa de Meneses *et al.* (2021, p. 1), quienes reportan “buenos valores globales de preferencia” de helados elaborados a base de diferentes subproductos lácteos.

Parra Huertas (2009), indica que “Los productos que contienen suero de leche, incluyendo la lactosa, mejoran la textura, realzan el sabor y color, emulsionan y estabilizan, mejoran las propiedades de fluidez y presentan numerosas propiedades funcionales que elevan la calidad de los productos alimenticios” (p. 1), este mismo autor indica que las proteínas de este producto contribuyen a la mejora de la textura del producto final.

Según Alava *et al.* (2014), Asas *et al.* (2021), Arraiz *et al.* (2022), Ortega Shuilema, (2022) y López-Barreto *et al.*, (2018), el lactosuero por sus características fisicoquímicas y organolépticas, se constituye en una importante materia prima para la elaboración de productos para el consumo humano, debido a su valor nutricional por contener y aportar proteínas de alto valor biológico, calorías, carbohidratos, minerales y vitaminas, así como contribuir con los atributos sensoriales como el color, olor, sabor y textura del producto final.

AGROINDUSTRIA

De acuerdo con los autores anteriores, las características físicas, químicas y sensoriales son influenciadas positivamente por el uso de lactosuero, sin embargo, la utilización de otros componentes en las formulaciones, también contribuyen en la percepción de los consumidores.

CONCLUSIONES

Las características químicas de los helados en las tres formulaciones son adecuadas, y su evaluación organoléptica muestra una buena aceptación, especialmente en lo que respecta al color y la textura, siendo la formulación que incluye fécula de maíz la mejor valorada en estos atributos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alava Viteri, C., Gómez de Illera, M. y Maya Pantoja, J. A. (2014). Caracterización fisicoquímica del suero dulce obtenido de la producción de queso casero en el municipio de Pasto. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 1(1), 22-32. <https://doi.org/10.23850/24220582.110>
- Arraiz Budovalchew, I. M., Sulbarán Gutiérrez, A. A., García Bravo, M. D. y Ostojich Cuevas, Z. (2022). Fórmula artesanal a base de lactosuero: complemento alimenticio para niños preescolares. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 56(2), 149-159. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53572377003>
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2001). *Leche entera cruda. Norma técnica N° 03 027-99*. <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/34adfdfe61c59b5c0625734e006c6e36?OpenDocument>
- Asas, C., Llanos, C., Matavac, J. y Verdezoto, D. (2021). El lactosuero: impacto ambiental, usos y aplicaciones vía mecanismos de la biotecnología. *Agroindustrial Science*, 11(1), 105-116. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8085141>
- Asesoría en Alimentos. (s.f). *Lácteos. Ingredientes para la industria alimentaria*. ASEAL.
- Barbosa de Meneses, R., Carvalho Moura, D. C., Teixeira de Almeida, D., Da Silva Bispo, E., Fonseca Maciel, L., Miguez da Rocha-Leão, M., Conte-Junior, C. (2021). Impact of different dairy wheys on quality parameters of ice cream. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 16(1), 2-10. <https://doi.org/10.5039/agraria.v16i1a8028>
- Chaves, M., Ramos, M. y González, M. (2020). Efectos del lactosuero en la textura y calidad de helados [Estudio de caso]. *Revista de Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 34(2), 145-154. <https://doi.org/10.1016/j.rcta.2020.02.005>
- Christensen, R. H. B. (2019). *Ordinal – regression models for ordinal data. R package version 2019.12-10*. <https://CRAN.R-project.org/package=ordinal>
- Cordovi-Carmenates, M., Wilson-González, F. E., Galindo-Llanes, P. A. y M'Boumba-Rodríguez, A. (2021). Utilización suero de queso concentrado en la mezcla para la elaboración de helado crema. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 5(9), 29-43. <https://doi.org/10.46296/yc.v5i9ucedespsoc.0121>
- Delgado Orellana, V. D. y Morán Romero, D. A. (2016). *Elaboración de helado a partir de lactosuero saborizado con cocoa y relleno de galleta* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN- León]. Repositorio Institucional. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4998/1/231031.pdf>
- Duarte-García, C., Martínez-Acevedo, I. y Sánchez-Peraza, L. A. (2023). Identificación de atributos intrínsecos al helado que usan los consumidores como señales de su calidad sensorial. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 33(1), 50-53. <https://revitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/421/353>
- El-Zeini, H. M., El-Abd, M. M., Metwaly, F. A., Zeidan, M. A., & Hassan, Y. F. (2016). Using whey protein isolate as a substitute of milk solid not fat on chemical and physico-chemical properties of ice cream. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 7(2), 133-137. <https://doi.org/10.21608/jfds.2016.42822>
- Fernández, J., Pérez, M. y Martínez, V. (2021). Evaluación sensorial de helados de lactosuero: Aceptación por parte del consumidor. *Revista de Investigación Alimentaria*, 25(3), 200-210. <https://doi.org/10.1016/j.ria.2021.04.008>
- González Regueiro, V., Rodeiro Mauriz, C., Sanmartín Fero, C. y Vila Plana, S. (2014). *Introducción al análisis sensorial. Estudio hedónico del pan en el IES Mugaridos*. <https://iestpcabana.edu.pe/wp-content/uploads/2021/11/INTRODUCCION-AL-ANALISIS-SENSORIAL.pdf>
- Haque, Z. U., & Ji, T. (2003). Cheddar whey processing and source: II. Effect on non-fat ice cream and yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 463-473. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1046/j.1365-2621.2003.00705.x>
- Hernández, A., López, J. y Ruiz, L. (2019). Estudio de la estabilidad y propiedades fisicoquímicas de helados a base de lactosuero. *Journal of Dairy Science and Technology*, 42(1), 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.jdst.2019.05.004>
- Huanca Mamani, G., Quiroga Sossa, B. M. y Ticona Huanca, O. R. (2023). Evaluación fisicoquímica y sensorial del helado con tres niveles de yogurt y suero de leche bovina. *CIBUM SCIENTIA*, 2(2), 7–16. <https://doi.org/10.53287/jzki7577nt34b>
- Innovative Cooking S. L. (2020). *Goma Xantana. Ficha técnica*. https://www.cocinista.es/download/bancorecursos/documentos/fichas/laguilhoat/Goma%20xantana%20Ed3.pdf?srsltid=AfmBOordLSWgjJubwinAomM9iIH2SgZyyFvCF1L3VBYcBi_Tsjzoioje
- Intendencia de Motevideo. (2016). *Normativa Departamental*. <https://normativa.montevideo.gub.uy/content/d152140>
- López Barón, F. N., Sepúlveda Valencia, J. U. y Restrepo Molina, D. A. (2010). Ensayo y funcionalidad de un sustituyente de sólidos no grasos lácteos en una mezcla para helado. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 63(2), 5729-5744. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179918602025.pdf>

AGROINDUSTRIA

- López-Barreto, R. E. y Becerra-Jiménez, M. L. (2018). Caracterización físico-química y microbiológica del lactosuero del queso Paipa. *Ciencia y Agricultura*, 15(2), 99-106. <https://www.redalyc.org/journal/5600/560064389003/html/>
- Molero-Méndez, M. S., Flores-Rondón, C., Leal-Ramírez, M. y Briñez-Zambrano, W. J. (2017). Evaluación sensorial de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero. *Revista Científica*, 27(2), 70-77. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95951040002>
- Moreira Sacón, K. M. y Solórzano Collahuazo, O. E. (2022). *Aprovechamiento de lactosuero - pulpa de banano y el efecto sobre las características fisicoquímicas, bromatológicas y organolépticas de un helado* [Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1967>
- Ortega Shuilema, E. C. (2022). *Estudio de las propiedades del lacto suero para su uso en la industria heladera* [Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/19068/1/27T00610.pdf>
- Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 62(1), 4967-4982. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179915377021.pdf>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing* [Software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>
- Rodríguez, T. y M' Boumba, A. (2011). Utilización del suero de queso en helado. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 21(3), 9-12. <https://revcitalc.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/577>
- Salem, M. M. E., Fathi, F. A., & Awad, R. A. (2005). Production of probiotic ice cream. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 14.55(3), 267–271. https://www.researchgate.net/publication/267193143_Production_of_probiotic_ice_cream
- Tomczyńska-Mleko, M., Mykhalevych, A., Sapiga, V., Polishchuk, G., Terpiłowski, K., Mleko, S., Sołowiej, B. G., & Pérez-Huertas, S. (2024). Influence of Plant-Based Structuring Ingredients on Physicochemical Properties of Whey Ice Creams. *Applied Sciences*, 14(16), 2-13. <https://doi.org/10.3390/app14062465>
- Vargas-Bello-Pérez, E., Cancino-Padilla, N., Geldsetzer-Mendoza, C., Vyhmeister, S., Morales, M., Leskinen, H., Romero, J., Garnsworthy, P., & Ibáñez, R. (2019). Effect of Feeding Cows with Unsaturated Fatty Acid Sources on Milk Production, Milk Composition, Milk Fatty Acid Profile, and Physicochemical and Sensory Characteristics of Ice Cream. *Animals*, 9(8), 568. <https://doi.org/10.3390/ani9080568>
- Vera, M., Jiménez, R. y González, P. (2022). Impacto del lactosuero en las características sensoriales y nutricionales de los helados. *Journal of Food Science*, 87(8), 1356-1365. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2022.07.003>