



## Características fisicoquímicas y sensoriales del dulce de leche caprino con inclusión de amaretto<sup>1</sup>

### Physicochemical and sensory characteristics of a caprine milk caramel with the inclusion of amaretto

Pamela Malavassi-Conejo<sup>2</sup>, Alejandro Chacón-Villalobos<sup>3</sup>, Diana Viquez-Barrantes<sup>4</sup>, Marcia Cordero-García<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Recepción: 26 de julio, 2022. Aceptación: 22 de noviembre, 2022. Este trabajo formó parte de Trabajo Final de Graduación bajo la modalidad de Proyecto Final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos. Universidad de Costa Rica.

<sup>2</sup> Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos, San José, Costa Rica. [pmalavassic@gmail.com](mailto:pmalavassic@gmail.com) (<https://orcid.org/0000-0002-6157-7132>).

<sup>3</sup> Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia, Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Cartago, Costa Rica. [alejandro.chacon@ucr.ac.cr](mailto:alejandro.chacon@ucr.ac.cr) (autor para la correspondencia, <https://orcid.org/0000-0002-8454-9505>).

<sup>4</sup> Universidad de Costa Rica, Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, San José, Costa Rica. [diana.viquezbarrantes@ucr.ac.cr](mailto:diana.viquezbarrantes@ucr.ac.cr) (<https://orcid.org/0000-0002-3788-3076>).

<sup>5</sup> Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos, San José, Costa Rica. [marcia.cordero\\_g@ucr.ac.cr](mailto:marcia.cordero_g@ucr.ac.cr) (<https://orcid.org/0000-0002-7933-8535>).

## Resumen

**Introducción.** A nivel mundial, los lácteos bovinos son prevalentes, por lo que existe la necesidad de estudios enfocados en leches menos tradicionales, como la caprina. **Objetivo.** Evaluar el efecto de dos niveles de inclusión de amaretto sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de un dulce de leche caprino. **Materiales y métodos.** Entre enero y septiembre de 2017, en la Universidad de Costa Rica, se elaboraron dulces de leche con dos proporciones (6 % y 9 %) de amaretto (licor dulce), las cuales fueron seleccionadas con base en dos grupos focales. Se evaluó el pH, grados Brix,  $a_w$ , textura, color, y agrado sensorial. **Resultados.** Los dulces de leche con inclusión de 6 % y 9 % de amaretto obtuvieron las siguientes características de manera respectiva: 71,8 y 70, 8 °Brix, pH= 6,8 y 6,9,  $a_w$ = 0,8, dureza= 1,3 y 0,3, adhesividad= 0,75 y 0,6, elasticidad= 23,0 y 21,0, L\*= 33,0 y 33,4, a\*= 11,3 y 11,4, b\*= 26,2, c\*= 28,5 y 28,6, h\*= 66,7 y 66,4, con un agrado promedio de 7,3 y 7,7, y una intensidad promedio de compra de 6,9 y 7,2. El análisis de conglomerados generó tres grupos de personas: G1 = 25,5 % de agrado medio de 4,7 y 6,2 por las formulaciones al 6 % y 9 %, respectivamente; G2 = 19,6 % de agrado medio de 8,5 y 5,5 por las formulaciones al 6 % y 9 %, respectivamente; y G3 = 54,9 % de agrado medio de 8,2 y 9,1 por las formulaciones al 6 % y 9 %, respectivamente. **Conclusiones.** La inclusión de amaretto en el dulce de leche caprino resultó ser el producto con mejor perfil. No se observaron diferencias significativas entre los dos niveles de inclusión de licor. Los resultados sugieren que ambos productos tuvieron características técnicas y un agrado apropiados.

**Palabras clave:** leche de cabra, cajeta, licores, evaluación sensorial, enriquecimiento de alimentos.



## Abstract

**Introduction.** Worldwide, bovine dairy products are prevalent, so there is a need for studies focused on less traditional milk, such as goat milk. **Objective.** To evaluate the effect of two levels of inclusion of amaretto on the physicochemical and sensory characteristics of a goat milk caramel. **Materials and methods.** Between January and September 2017, at the Universidad de Costa Rica, milk caramels were made with two proportions (6 % and 9 %) of amaretto, which were selected using two focus groups, pH, Brix degrees,  $a_w$ , texture, color, and sensory liking were evaluated. **Results.** The milk caramels with inclusion of 6 % and 9 % amaretto obtained the following characteristics respectively: 71.8 and 70.8 °Brix, pH= 6.8 and 6.9,  $a_w$ =0.8, hardness= 1.3 and 0.3, adhesiveness= 0.75 and 6.0, elasticity= 23.0 and 21.0, L\*= 33.0 and 33.4, a\*= 11.3 and 11.4, b\*= 26.2, c\*= 28.5 and 28.6, h\*= 66.7 and 66.4, with an average liking of 7.3 and 7.7, and an average purchase intention of 6.9 and 7.2. The cluster analysis generated three groups of people: G1 = 25.5% with a mean liking of 4.7 and 6.2 for the 6 % and 9 % formulations, respectively; G2 = 19.6% with a mean liking of 8.5 and 5.5 for the 6 % and 9 % formulations, respectively; and G3 = 54.9% with a mean liking of 8.2 and 9.1 for the 6 % and 9 % formulations, respectively. **Conclusions.** The inclusion of amaretto in the goat milk caramel turned out to be the product with the best profile. No significant differences were observed between the two liquor inclusion levels. The results suggest that both products had appropriate technical characteristics and taste.

**Keywords:** goat milk, cajeta, liqueurs, sensory evaluation, food fortification.

## Introducción

La industrialización de la leche y sus derivados es una de las actividades agroindustriales más importantes y dinámicas del mundo, realidad que se manifiesta en Latinoamérica y Costa Rica (Chacón-Villalobos & Mora-Valverde, 2019). En el año 2019 se produjeron 852 millones de toneladas de leche en el mundo (Clúster Alimentario de Galicia, 2020), de la cual alrededor del 81 % fue de origen bovina, un 15 % de leche bufalina y un 4 % caprina o de otras especies como ovinos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020).

Países como la India, Estados Unidos, China, Pakistán y Brasil, respectivamente, lideran la producción mundial de leche de cabra (Clúster Alimentario de Galicia, 2020). Aunque en zonas más tecnificadas la leche caprina sufre algún grado de industrialización, quesera, por lo general, en áreas rurales menos desarrolladas se consume y comercializa en su forma fluida (Chacón-Villalobos & Mora-Valverde, 2017; Chacón-Villalobos & Mora-Valverde, 2019). Es por ello que es posible que exista un importante campo de estudio en la evaluación de las posibilidades industriales de la leche caprina como materia prima para la generación de productos que representen una innovadora propuesta de valor, si se consideran sus propiedades nutricionales particulares (Barquero-Saldarriaga & Chacón-Villalobos, 2022; Wu et al., 2020). Los datos anteriores reflejan el hecho de que en una vasta mayoría de los casos y en términos de volumen, la leche que se produce, procesa y comercializa es en su mayoría bovina. No obstante, leches como la caprina son muy importantes en el contexto nutricional de los países en vías de desarrollo, en los que hasta un 50 % de la población mundial la consume como una fuente importante de proteína animal y otros nutrientes (FAO, 2021).

El dulce de leche, también conocido como manjar de leche y arequipe, es un producto que, a nivel caprino, se produce de una manera muy reducida y con matices semiindustriales en Costa Rica (Chacón-Villalobos & Mora-Valverde, 2017; Chacón-Villalobos & Mora-Valverde, 2019).

Uno de los aspectos más relevantes de la composición nutricional de la leche caprina es su fracción proteica de alto valor biológico, con un alto contenido de caseínas  $\beta$  y baja proporción de caseínas  $\alpha_1$ , que reduce la incidencia de alergias (van Neerven & Savelkoul, 2020; Ocampo et al., 2016). Esta leche presenta grasa con elevada cantidad de ácidos grasos de cadena corta que facilitan su digestión (Argov-Argaman et al., 2016) y un alto contenido de calcio, vitamina A, B6 y niacina (Bidot-Fernández, 2017; Kumar et al., 2016; Barquero-Saldarriaga & Chacón-Villalobos, 2022).

De acuerdo con Chacón-Villalobos et al. (2013) y Vargas-Díaz et al. (2019), la textura, color y sabor en un dulce de leche, son las características principales que los consumidores utilizan para determinar su calidad y nivel de agrado. No obstante, la acidez del dulce de leche afecta su color y estabilidad, mientras que el contenido de sólidos solubles afecta su viscosidad y consistencia (Rodríguez et al., 2012). Por esta razón, el pH de este producto debe encontrarse entre 6 y 7, ya que las proteínas de la leche precipitan en ambientes ácidos y provocan “arenosidad” en el producto (Chacón-Villalobos et al., 2013).

La concentración de sólidos solubles es indispensable para lograr una buena textura y consistencia del dulce de leche (Sengar & Kumar Sharma, 2012; Vargas-Díaz et al., 2019). No obstante, al buscar aumentar la proporción de sólidos solubles en el producto, la manipulación de la humedad podría provocar un incremento excesivo de grados Brix y una afectación en la solubilidad de la sacarosa, generando la aparición de cristales en el producto (López Torres, 2018). Al buscar que el dulce de leche tenga una mayor cantidad de sólidos solubles, se logra la consistencia buscada, pero aumenta la probabilidad de cristalización, lo que afecta la textura del producto final (Vélez-Ruiz, 2018).

La textura del dulce de leche depende de la estructura y funcionalidad de las proteínas en la leche utilizada, ya que el efecto esteárico de las proteínas puede afectarla (Sengar & Kumar Sharma, 2012). La leche de cabra contiene micelas de caseína más pequeñas que las de leche de vaca, por lo que su red proteica es más densa y se forman poros más pequeños, lo que aumenta su capacidad de retención de agua. Por lo tanto, el dulce de leche elaborado a base de leche caprina suele tener un mayor contenido de sólidos solubles, lo que concuerda con lo observado en otros productos derivados, como el yogurt y el queso.

La leche bovina contiene un 50,7 % de  $\alpha_s$ -caseína, mientras que la caprina presenta un 12,6 %, que favorece su textura final, ya que esta proteína tiende a formar coágulos más simétricos. Las  $\beta$ -caseínas suelen tener un efecto más esteárico que dificulta su acoplamiento y disminuyen la consistencia de los productos lácteos. La leche caprina presenta un 37,4 %, mientras que la bovina un 79,2 % (Chacón-Villalobos et al., 2013), lo que representa otra ventaja del uso de la leche de cabra para la elaboración y textura de productos lácteos derivados.

El color característico del dulce de leche se debe a reacciones químicas que se dan durante el proceso de evaporación y que dependen de la temperatura y del pH ambiental (Vargas-Díaz et al., 2019). La reacción de Maillard o pardeamiento enzimático es la más importante durante el proceso de producción y de almacenamiento, ya que genera una reacción entre grupos amino y carbonilo que produce melanoidinas, pigmentos encargados de dar el color caramelo al producto (Chacón-Villalobos et al., 2013; Novoa Castro, 2018). No obstante, se debe tener un estricto monitoreo de los procesos para la obtención del color deseado en el producto final, ya que existen diversas causas que pueden generar un sobre oscurecimiento en el dulce de leche, tales como el exceso de tiempo de cocción, exceso de glucosa, falta de presión de vapor durante el procesamiento, caramelización inadecuada de los azúcares y un pH de la leche por debajo de los niveles recomendados (Novoa Castro, 2018; Vargas-Díaz et al., 2019). De igual forma, un monitoreo inadecuado de este proceso puede resultar en sabores amargos en el producto final (Sengar & Kumar Sharma, 2012).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos niveles de inclusión de amaretto sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de un dulce de leche caprino.

## Materiales y métodos

### Localización

El trabajo de investigación se llevó a cabo entre enero y setiembre del año 2017. Las entrevistas a profundidad y sesiones de grupo se realizaron en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITA), lugar en cuya planta piloto se elaboraron las formulaciones de dulce de leche caprino. Tanto los análisis fisicoquímicos y sensoriales, se llevaron a cabo en el Laboratorio de Química y en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Escuela de Tecnología de Alimentos (ETA), ubicada en la sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

### Materiales

La leche caprina utilizada provino de la empresa “Productos D’Cabra”, ubicada en el cantón de Río Cuarto, provincia de Alajuela. En todos los casos contó con menos de 12 h de haber sido ordeñada y se mantuvo a una temperatura no superior a los 4 °C después del ordeño y durante el transporte a la planta piloto del CITA. A su llegada, la leche se analizó para caracterizar su composición, con un analizador rápido de composición y un pH metro, según la metodología citada por Aleu et al. (2018), Alpízar-Solís & Elizondo-Salazar (2019) y Álvarez-Figueroa et al. (2022). La composición promedio obtenida fue una densidad de 1,02-1,04, un porcentaje de 4,1 % de grasa, 3,6 % de proteína y 9,2 % de sólidos no grasos. Presentó una acidez de 0,11-0,2 % y un pH de 6,3-6,7, así como ausencia de antibióticos.

El azúcar crudo se obtuvo en la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA) (Goicochea, San José) y el amaretto (licor dulce) fue adquirido por medio de la casa comercial Bols. El bicarbonato de sodio utilizado como estabilizador, así como los empaques, se compraron en supermercados.

### Estudio cualitativo: entrevistas en profundidad y grupos focales

Se efectuaron diez entrevistas a profundidad, de acuerdo con la metodología descrita por Ivankovich-Guillén y Araya-Quesada (2011), Salinas Meruane (2013) y Sordini (2019), a personas consumidoras habituales de dulce de leche bovino, con el fin de encontrar ideas de nuevos sabores complementarios para un dulce de leche caprino.

Sobre la base de los hallazgos de la entrevista a profundidad, se ofreció a los participantes una degustación de cuatro prototipos preliminares de dulce de leche caprino: dulce de leche con amaretto al 6 %, dulce de leche con amaretto al 9 %, dulce de leche con licor de café al 9 % y dulce de leche con licor de café al 11,5 %.

Conforme a la metodología descrita por Hamui-Sutton y Varela-Ruiz (2013), Ivankovich-Guillén y Araya-Quesada (2011) y Morgan (2013), se realizaron dos sesiones de grupo focal para percibir las oportunidades de mejora y plantear opciones de otros sabores a incluir en un dulce de leche caprino (Abarca Rodríguez et al., 2012). Para cada sesión se contó con siete personas (catorce personas en total) con un consumo regular de dulce de leche de vaca y una actitud proactiva a probar productos de leches alternativas, como la caprina.

Con la intención de comercializar el dulce de leche caprino en un mercado donde no está difundido, se trabajó con personas que no conocían el producto. Participaron diez mujeres y cuatro hombres, con edades entre los veinticinco y cuarenta años, pertenecientes a la clase media. Los panelistas firmaron un consentimiento informado antes de la sesión, en el que se les explicó que esta iba a ser grabada en video y en audio.

Cada sesión contó con una investigadora moderadora y una persona ayudante, que explicaron la dinámica del proceso. Se presentaron los siguientes prototipos: a) vainilla-jerez-canela, b) amaretto y c) licor de café. A partir de los resultados obtenidos, se seleccionó el amaretto (6 % y 9 %) como los sabores de dulce de leche a utilizar.

## Proceso de elaboración de prototipos de dulce de leche caprino

La planta piloto del CITA cuenta con marmitas abiertas, por lo que el proceso se definió en base en las recomendaciones para este tipo de equipo (LATU, comunicación personal, 1 de julio de 2013) y con pruebas preliminares para ajuste de parámetros.

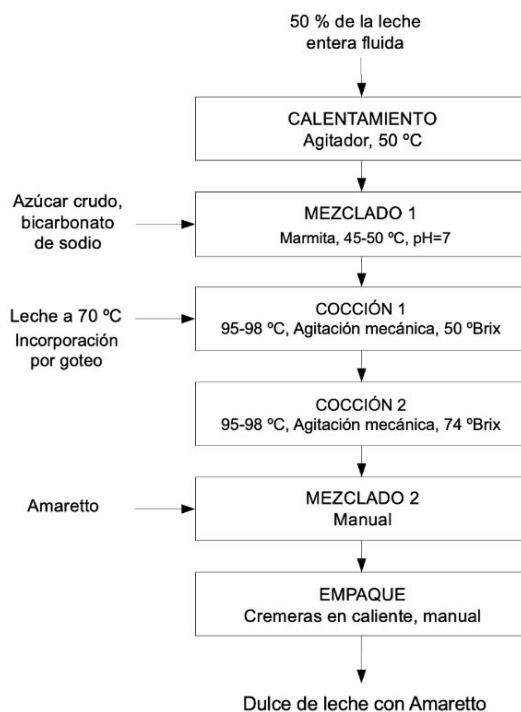
Dada la capacidad de los equipos y el comportamiento de la materia prima, si bien la recomendación original menciona una tercera o cuarta parte de la leche en marmita, las pruebas preliminares permitieron concluir que usar el 50 % daba resultados apropiados en cuanto a eficiencia del proceso. Además, se estableció el punto final, dado en grados Brix, con la leche de cabra, ya que el comportamiento de esta varió durante la concentración, con respecto a la leche de vaca (para la cual está definido el proceso original).

Al recibir la leche se realizó una prueba sensorial de calidad, que tomó en cuenta su color, olor y sabor, y luego pasó a una etapa de calentamiento con agitación constante. Se separó el 50 % de la leche y se colocó en una marmita, a la cual se le agregó azúcar crudo y bicarbonato de sodio hasta que alcanzó un pH de 7, para que se llevara a cabo la reacción de Maillard, encargada del color característico del dulce de leche.

La leche en la marmita se concentró con agitación constante hasta 50 °Brix, una vez alcanzada esa concentración se agregó por goteo el 50 % restante de leche, con el fin de optimizar el proceso y controlar la aparición de defectos. Durante la segunda cocción, se continuó la concentración de la mezcla hasta que llegara a los 74 °Brix (Mora Valverde, 2012), momento en el que se retiró de la marmita.

El dulce de leche se mezcló de forma manual con el amaretto y se empacó en caliente. Luego se sumergieron los envases en una tina de agua, para acelerar el enfriamiento.

Se utilizó el diagrama de operaciones presentado en la Figura 1 como base para la elaboración de las diferentes muestras de dulce de leche.



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de dulce de leche. Montes de Oca, San José, Costa Rica. 2022.

**Figure 1.** Flow diagram of the process of making milk caramel. Montes de Oca, San José, Costa Rica. 2022.

## Formulación de prototipos de dulce de leche caprino

Se elaboraron prototipos para obtener un producto con la consistencia, color, sabor y estabilidad deseada, se utilizó como principal criterio la textura del dulce de leche, evaluado de manera visual y sensorial. La formulación base utilizada se muestra en el Cuadro 1 (Párraga Álava et al., 2019; Schab et al., 2021; Vélez-Ruiz, 2018). Dadas las condiciones artesanales en que este producto se prepara en el país, no se utilizaron preservantes ni otros aditivos, se mantuvieron solo los ingredientes básicos para la elaboración del dulce de leche. Además, se realizaron dos pruebas preliminares en las que se elaboró el dulce de leche de cabra para establecer las condiciones de operación y hacer ajustes en la formulación.

**Cuadro 1.** Formulación de dulce de leche de cabra utilizada en el desarrollo de prototipos. Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

**Table 1.** Goat's milk caramel formulation used in the development of prototypes. Food Technology School of the Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Leche entera fluida	80,8
Azúcar	19,0
Bicarbonato de sodio	0,1
Total	100

## Análisis fisicoquímico de los prototipos

Los prototipos fueron analizados para los parámetros de pH, sólidos solubles (°Brix), textura, retención de agua ( $a_w$ ) y color (Chacón-Villalobos et al., 2013); los resultados se compararon entre sí, con el fin de determinar si había diferencias significativas entre ambos.

Para la medición del pH se utilizó un pH metro, y los sólidos solubles (°Brix) se midieron con un refractómetro cuando la temperatura del dulce de leche era de 25 °C (Acosta et al., 2017; Blancas-López et al., 2020). Se utilizó un texturómetro para evaluar los parámetros de dureza, adhesividad y elasticidad. Se analizaron muestras de dulce de leche de 169 g en cremeras de 220 g, preparadas según lo establecido por Chacón-Villalobos et al. (2013). Se aplicó la prueba de penetración de caramelo del software del texturómetro y se utilizó el cilindro de 25 mm de diámetro (Campos Vera et al., 2018). Con una celda de carga de 50 kg, los parámetros de funcionamiento fueron una velocidad de post prueba de 600 mm/min, una de prueba de 300 mm/min, una distancia de devolución del cilindro de 9 cm, una penetración de 10 mm y una fuerza de gatillo de 5 g.

Las mediciones de color se realizaron con un colorímetro calibrado según las especificaciones del software (Chacón-Villalobos et al., 2016), con un ángulo de 10°, iluminante D65 y geometría 45°/0°. El equipo se calibró con patrones blanco y negro y se verificó con un patrón color verde. El color se midió con la escala cartesiana de CIELab y la polar CIELCh (Chacón-Villalobos et al., 2013), en las que el parámetro  $L^*$  establece la luminosidad de color entre los extremos de blanco (100) y negro (0). La  $a^*$  indica coloraciones rojizas y verdes (valores positivos indican rojo y los negativos verde), en la variable  $b^*$  los valores positivos indican coloraciones amarillas y los negativos azules. La variable  $c^*$  indica la saturación del color en general, y el parámetro  $h^*$  se conoce como el matiz o tono (Goñi & Salvadori, 2015).

## Pruebas sensoriales de agrado de los dulces de leche caprina

Los dos prototipos finales desarrollados se evaluaron en un panel sensorial con consumidores de dulce de leche, que se llevó a cabo en dos días, con dos lotes de producción y panelistas diferentes cada día.

Las muestras de dulce de leche se almacenaron por quince días antes de las pruebas, para que se estabilizaran después del proceso de elaboración. Se trabajó con un panel conformado por 100 consumidores, 54 mujeres y 46 hombres, con edades comprendidas entre los 18 y 60 años, según el cual se eligió el nuevo producto de la empresa Productos D'Cabra.

Los panelistas evaluaron el nivel de agrado hacia las muestras, trazando una línea vertical en una escala hedónica híbrida de cinco puntos, con los extremos “me disgusta muchísimo” y “me gusta muchísimo”, y un descriptor central de “ni me gusta ni me disgusta” (de Albuquerque Bento et al., 2018). La distancia desde el cero hasta la línea trazada en la escala se midió con una regla, con el fin de transformar cada marca en un valor numérico, a partir de estos datos se calculó el promedio.

Se trabajó con el mismo tipo de escala para la evaluación de la intención de compra, donde el extremo superior refería a “siempre lo compraría”, el del medio “no sé” y el inferior “nunca lo compraría”.

## Diseño experimental

En la prueba de agrado se utilizó un diseño irrestricto aleatorio de bloques (dos lotes de producción), que contó con dos tratamientos correspondientes a las dos formulaciones de dulce de leche establecidas.

Para las pruebas instrumentales se utilizó un diseño irrestricto aleatorio con las dos formulaciones de dulce de leche de cabra. Se hicieron tres repeticiones para cada análisis fisicoquímico: pH, sólidos solubles, retención de agua y color; en el caso de la textura (dureza, adhesividad y elasticidad) se hicieron cinco repeticiones.

Al analizar los resultados de las pruebas fisicoquímicas, se aplicó una prueba *t-Student* para determinar la significancia ( $p < 0,05$ ) entre los dos tratamientos. En el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico JMP SAS versión 8.0 (Goos & Meintrup, 2016).

En cuanto a los resultados de la prueba sensorial de agrado, se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) con un 95 % de confianza a los datos de promedio de agrado obtenidos, para determinar si el porcentaje de amaretto en los dulces de leche tuvo un efecto sobre el agrado de los consumidores; luego se realizó una prueba *t-Student*.

También se aplicó un análisis de conglomerados (*clusters*) a los resultados de la prueba de agrado. Se utilizó el método de Ward para relacionar ambos prototipos con los jueces anidados dentro de los conglomerados. Por medio de una prueba de *Tuckey* se agruparon los conglomerados según el nivel de agrado de ambos prototipos.

## Resultados

### Evaluaciones cualitativas preliminares: entrevista en profundidad y grupo focal

Las personas entrevistadas expresaron que reconocían los beneficios nutricionales de los lácteos caprinos, no obstante, consideraron que el dulce de leche tiene un carácter fundamental de golosina que consumen por placer y no por salud. Del mismo modo, aunque indicaron preferir que no tenga preservantes ni aditivos, no dejarían de comprarlo en caso de poseerlos.

Se observó un agrado y apertura a la idea de agregarle sabores distintos al dulce de leche y propusieron su combinación con licor de café y amaretto; sugirieron un producto más espeso y con mayor cuerpo con respecto a lo existente en el mercado (menos líquido y más untable).

En las sesiones de grupo focal, a todos los participantes les gustaba el dulce de leche bovino, hubo una frecuencia de consumo ocasional de una o dos veces al mes, con la excepción de dos personas que lo consumían “siempre que pueden” o al menos tres veces por semana. Generalmente, la compra se realiza en supermercados de conveniencia y suele ser espontánea y no programada. Todos los participantes mostraron apertura a probar nuevos productos.

Al consultar a los participantes sobre las características que un dulce de leche caprino ideal debería tener, se destacó una apariencia similar, en términos de color, al dulce de leche bovino o más claro, una textura más suave y untable, y un sabor menos dulce que disimule “el sabor caprino”. Al plantearse el concepto de un producto sin preservantes ni aditivos artificiales, la idea fue recibida con beneplácito. En ninguna de las dos sesiones de grupo los participantes habían consumido dulce de leche caprino.

La idea de mezclar el dulce de leche con alguna bebida alcohólica se recibió con entusiasmo, considerándose una opción novedosa.

Al finalizar la degustación, se les preguntó a los panelistas con cuál licor preferían el dulce de leche. En el grupo 1 todos prefirieron la mezcla con amaretto, seis personas eligieron el producto con 6 % de licor y una persona con 9 %. En el grupo 2, dos personas prefirieron con amaretto al 9 % y cinco con licor de café al 11,5 %, sin embargo, se llegó a la conclusión de que la mezcla de dulce de leche con amaretto fue la que les agradó más.

Ambas sesiones de grupo focal concordaron que el dulce de leche con amaretto era el que tenía mayor potencial y que todos comprarían el producto. Los resultados permitieron seleccionar estas formulaciones para efectos experimentales y se listan en el Cuadro 2, junto con los comentarios más relevantes y puntos coincidentes.

**Cuadro 2.** Evaluación de los prototipos de dulce de leche de cabra presentados a los panelistas. Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

**Table 2.** Evaluation of the goat’s milk caramel prototypes presented to the panelists. Food Technology School of the Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

Dulces de Leche	Grupo Focal Uno	Grupo Focal Dos
Amaretto 6 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gustan del color.</li> <li>- Gustan de la textura, untable.</li> <li>- Enmascara el sabor a leche de cabra.</li> <li>- Identifican el sabor de un licor, pero no lo reconocen.</li> <li>- Muy dulce.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Olor similar al dulce de leche de vaca.</li> <li>- En un inicio no agrada mucho a 4 panelistas: “muy dulce”, “amargo”, “empalagoso”.</li> <li>- Panelistas están interesados en el nuevo sabor que les genera agrado.</li> </ul>
Amaretto 9 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se percibe más el sabor a cabra.</li> <li>- Más sabor a licor que en el anterior (con Amaretto 6 %).</li> <li>- Menos dulce.</li> <li>- Sabor más ligero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Más tradicional.</li> <li>- Agrada más que el anterior. “sabor más balanceado”.</li> <li>- Textura como la descrita en el dulce de leche ideal.</li> <li>- Agrado por el sabor.</li> </ul>
Licor de café 9 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifican el sabor y olor a café.</li> <li>- Les agrada la mezcla de sabores.</li> <li>- Enmascara el sabor a cabra, más que en las muestras anteriores (amaretto).</li> <li>- Agrada la textura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifican el sabor del licor : “sabe a café”.</li> <li>- Les gusta la textura.</li> <li>- Sabor muy fuerte al inicio “la primera cucharada es muy fuerte.”</li> <li>- Sienten que tiene mucho licor.</li> </ul>
Licor de café 11,5 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se siente mucho el café, pero no el licor.</li> <li>- Es el que menos agrada: “no está entre los preferidos” y “no soy muy aficionada de la mezcla con café”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se siente más sabor a dulce de leche.</li> <li>- Gusta más la textura de esta que la anterior.</li> </ul>

### Establecimiento de la formulación y procedimiento

Se calculó el promedio de las mediciones por triplicado de réplicas de sólidos solubles (°Brix) y pH en las dos pruebas de formulación y elaboración de dulce de leche de cabra. Se obtuvieron valores de 84 °Brix y pH de 6,6 en la primera prueba y de 8,0 y 6,8 en la segunda. En ambos casos se obtuvo un dulce de leche “untable”, consistente y con brillo, sin embargo, en los dos prototipos se formaron cristales al cabo de una semana de almacenamiento, lo cual es considerado un defecto, ya que los panelistas pudieron percibirlos en la degustación de la prueba 2.

### Desarrollo de prototipos de dulce de leche caprino

Los resultados de las pruebas realizadas, desde el planteamiento de las formulaciones, hasta obtener el dulce de leche deseado, se muestran en el Cuadro 3, junto con las principales observaciones sensoriales de los productos terminados. De acuerdo con los resultados obtenidos, se llegó al ideal de ambos prototipos en la prueba 6, en la que se observó un mayor agrado de los consumidores por la textura y consistencia de las muestras, y una menor cristalización del dulce de leche conforme pasó el tiempo de almacenamiento.

**Cuadro 3.** Mediciones de sólidos solubles (°Brix), pH y observaciones sensoriales en producto terminado en pruebas del desarrollo de dulce de leche de cabra con 6 % y 9 % de amaretto. Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

**Table 3.** Measurements of soluble solids (°Brix), pH, and sensory observations in the finished product in tests of the development of sweet goat's milk caramel with 6 % and 9 % amaretto. Food Technology School of the Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

Prueba	Sólidos solubles (°Brix)			pH		Observaciones
	Formulación base	6 %	9 %	6 %	9 %	
1	74,0	72,5	72,0	6,4	6,4	La base quedó muy líquida, por lo tanto, la textura al 6 % y al 9 % de amaretto también se vieron afectadas.
2	79,0	78,0	77,5	6,3	6,4	Se obtuvo un buen cuerpo en la base y en las aplicaciones de amaretto, sin embargo, cristalizó a los cinco días de elaborado.
3	74,0	72,0	72,5	6,4	6,4	La base quedó con poca consistencia, al agregar el amaretto, el producto quedó muy líquido, en especial el de 9 %.
4	77,5	76,5	75,0	6,7	6,8	Se obtuvo una consistencia que agradó en la base, sin embargo, cristalizó en ambos, pero el de 6 % fue el que presentó más cristales.
5	75,7	73,0	72,5	6,8	6,9	Agradó la consistencia de la base y de las aplicaciones. No cristalizó.
6	73,4	71,8	70,8	6,8	6,9	La base quedó con buena consistencia, al agregar el amaretto tanto al 6 % como al 9 %, la textura y consistencia agradó. No hubo cristalización.

### Prueba sensorial de agrado de los prototipos finales (6 % y 9 % de amaretto)

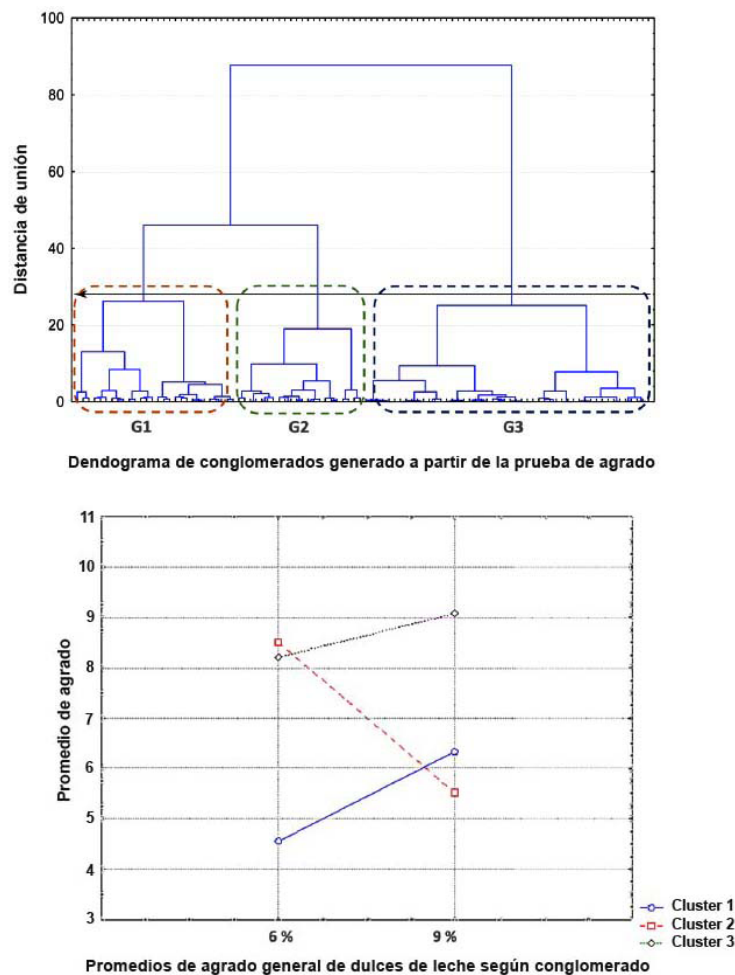
El porcentaje de contenido de amaretto en los prototipos no tuvo un efecto significativo sobre el agrado de los consumidores y se encontró un agrado promedio de 7,3 % para el dulce de leche con 6 % amaretto y de 7,7 % para

el de 9 %. La intención de compra tampoco se vio afectada por el contenido de amaretto y se observó un 6,9 % de intención en el dulce de leche con 6 % y un 7,2% en el 9 %.

Como resultado, ambos productos fueron del agrado del consumidor, y el contenido de amaretto al 9 % recibió la mejor puntuación.

Se realizó un análisis de clusters o conglomerados con los resultados de la evaluación sensorial, para buscar una clasificación o agrupamiento de “n” individuos (casos) en “g” grupos (clusters), según su comportamiento, en una serie de variables. En este caso se clasificaron los panelistas según el nivel de agrado de las dos muestras de dulce de leche evaluadas en la prueba sensorial.

Para caracterizar la conformación de cada uno de los grupos obtenidos, se aplicó el método de *k-means*, a partir del cual se obtuvo el promedio de agrado, el número de integrantes y las características de cada conglomerado, tal como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Dendrograma (*Joining Tree Clustering*) generado a partir de la prueba de agrado general con consumidores de dulce de leche. Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. Montes de Oca, San José, Costa Rica. 2022.

**Figure 2.** Dendrogram (*Joining Tree Clustering*) generated from the general liking test with consumers of milk caramel. Food Technology School of the Universidad de Costa Rica. Montes de Oca, San José, Costa Rica. 2022.

En general, en ningún *cluster* se obtuvo una evaluación negativa de los productos, con una calificación inferior a 5 de desagrado, igual a 5 de “ni me agrada ni me desagrada” y superior a 6 de agrado. El conglomerado 1 le dio la menor calificación (4,7) al dulce de leche de 6 %, y fue el único que evaluó algún producto de forma negativa. El conglomerado 3 tuvo el mayor número de integrantes, quienes dieron valores altos de agrado a ambas muestras.

Los promedios de los resultados de agrado e intención de compra del estudio con el consumidor, se presentan resumidos, según los conglomerados obtenidos, en el Cuadro 4, en el que se observa que se obtuvo una diferencia significativa entre los promedios del grupo 1 respecto al 2 y 3 para el dulce de leche con 6 % de amaretto. En el caso de las muestras con 9 %, no hubo diferencias entre el grupo 1 y 2, mientras que entre el grupo 1 y 2 sí hubo diferencia con el grupo 3, con un 95 % de confianza.

**Cuadro 4.** Promedios de resultados de agrado e intención de compra de los dulces de leche de cabra con amaretto para cada grupo (conglomerado). Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

**Table 4.** Mean results of liking and purchase intention of goat’s milk caramels with amaretto for each group (cluster). Food Technology School of the Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

Grupo	Características	Números de integrantes	Agrado	
			Dulce de leche 6 %	Dulce de leche 9 %
1	Calificación baja al dulce de leche 6 % de amaretto y alta al dulce de leche 9 % amaretto.	26	4,7±0,6 <sup>a</sup>	6,2±0,7 <sup>b</sup>
2	Calificación alta al dulce de leche 6 % de amaretto y baja al dulce de leche 9 % amaretto.	20	8,5±0,5 <sup>a</sup>	5,5±0,7 <sup>b</sup>
3	Los dos dulces de leche obtuvieron calificación alta.	56	8,2±0,3 <sup>a</sup>	9,1±0,2 <sup>b</sup>

Promedios con letras diferentes en una misma línea indican diferencias significativas con un 95 % de confianza (Prueba de Tuckey). / Means with different letters on the same line indicate significant differences with 95 % confidence (Tuckey’s test).

También se evaluó la intención de compra de cada dulce de leche con amaretto. Los promedios obtenidos se presentan en el Cuadro 5, en el que el grupo 3 dio la puntuación más alta, y solo el grupo 1 le dio una evaluación inferior a 5, es decir, no comprarían el dulce de leche de cabra con 6 % de amaretto, lo que coincide con la evaluación de agrado general del Cuadro 5 (4,7 ± 0,6), ya que es la más baja de los tres grupos.

**Cuadro 5.** Promedios de resultados de agrado e intención de compra de los dulces de leche de cabra con amaretto para cada conglomerado. Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

**Table 5.** Mean results of liking and purchase intention of goat’s milk caramels with amaretto for each cluster. Food Technology School of the Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

Grupo	Intención de compra	
	Dulce de leche 6 %	Dulce de leche 9 %
1	4,3 ± 0,8	5,4 ± 0,9
2	8,0 ± 0,6	5,0 ± 0,7
3	7,8 ± 0,4	8,7 ± 0,3

## Resultados fisicoquímicos de los dulces de leche evaluados en la prueba sensorial

Los resultados de las mediciones de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) y pH de los prototipos de dulce de leche de cabra con 6 % y 9 % de amaretto utilizados en las pruebas sensoriales con los consumidores, se muestran en el Cuadro 6. Del mismo modo, se presenta la probabilidad estimada de cada uno, con el fin de determinar si había diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre ellos.

**Cuadro 6.** Mediciones de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) y pH de los prototipos de dulce de leche de cabra con 6 % y 9 % de amaretto llevados al estudio con el consumidor. Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

**Table 6.** Measurements of soluble solids ( $^{\circ}$ Brix) and pH of the goat's milk caramels prototypes with 6 % and 9 % of amaretto taken to the study with the consumer. Food Technology School of the Alimentos de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

Parámetros	6 %	9 %	Probabilidad
pH	6,8 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	6,93 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,244
$^{\circ}$ Brix	71,8 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	70,8 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	1,000

Promedios con letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas con un 95 % de confianza (*t-Student*). / Means with different letters in the same row indicate significant differences with 95 % confidence (*t-Student*).

De acuerdo con los resultados, en términos de pH y sólidos solubles, no se encontraron diferencias significativas entre los prototipos de dulce de leche con los diferentes porcentajes de amaretto propuestos.

A nivel visual, ambos prototipos mostraron un color similar. De acuerdo con los valores de probabilidad asociada presentadas en el Cuadro 7, no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes variables de color de las muestras.

**Cuadro 7.** Mediciones de color de los prototipos de dulce de leche de cabra con 6 % y 9 % de amaretto llevados al estudio con el consumidor. Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

**Table 7.** Color measurements of the goat's milk caramel prototypes with 6 % and 9 % amaretto taken to the study with the consumer. Food Technology School of the Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

Parámetro	6 %	9 %	Probabilidad
L*	33,0 $\pm$ 0,3	33,4 $\pm$ 0,5	0,2528
a*	11,3 $\pm$ 0,7	11,4 $\pm$ 0,1	0,6797
b*	26,2 $\pm$ 0,5	26,2 $\pm$ 0,1	0,9398
C*	28,5 $\pm$ 0,4	28,6 $\pm$ 0,1	0,7638
h*	66,7 $\pm$ 1,4	66,4 $\pm$ 0,2	0,7400

Con un 95 % de confianza (*t-Student*). / With 95 % confidence (*t-Student*).

Parámetros: L\* (luminosidad), a\* (coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)), b\* (coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)), C\* (cromo o saturación y h\* (ángulo de matiz)) / Parameters: L\* (brightness), a\* (red/green coordinates (+a indicates red, -a indicates green)), b\* (yellow/blue coordinates (+b indicates yellow, -b indicates blue)), C\* (chrome or saturation and h\* (hue angle)).

Entre los productos en las tres variables evaluadas se encontraron diferencias significativas, por medio de la prueba estadística *t-Student*, tal como se muestra en el Cuadro 8. Estos resultados indican que la textura de las muestras de dulce de leche diseñadas se vio afectada por el contenido de amaretto, ya que todas fueron mayores cuando el contenido fue de 6 %.

**Cuadro 8.** Mediciones de textura de los prototipos de dulce de leche de cabra con 6 % y 9 % de amaretto utilizados en el análisis sensorial de agrado. Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

**Table 8.** Texture measurements of the goat's milk caramel prototypes with 6 % and 9 % amaretto used in the sensory analysis of liking. Food Technology School of the Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2022.

Parámetros	6 %	9 %	Probabilidad
Dureza	1,28 ± 0,06	0,3 ± 0,1	0,0016
Adhesividad	0,75 ± 0,02	0,59 ± 0,07	0,0071
Elasticidad	23,0 ± 0,7	21 ± 1	0,0429

Con un 95 % de confianza (*t-Student*) / With 95% confidence (t-Student).

También se realizó la medición del agua disponible ( $a_w$ ) de ambos prototipos, en la que se obtuvo un valor de 0,7972 para la muestra con 6 % amaretto y de 0,8154 en la de 9 %.

## Discusión

El agrado de los consumidores se evaluó utilizando el pH y los grados Brix como parámetros de control del proceso en el presente experimento (Cuadro 3). Los valores de pH final se mantuvieron dentro de un rango entre 6,4 y 6,9, lo que concuerda con lo reportado por Chacón-Villalobos et al. (2013) y Gaze et al. (2015). Por otro lado, la textura de los productos resultó más líquida cuando tenían una menor concentración de sólidos solubles, lo que se aleja de las características buscadas para este producto.

Durante la comparación sensorial de los productos, se evaluó la concentración de sólidos solubles (Cuadro 6), la cual fue inferior a la de las pruebas anteriores. Esto podría deberse a que la leche es un producto con calidad variable, que depende de la alimentación del animal, el clima, entre otros factores (Sengar & Kumar Sharma, 2012). No obstante, con un 95 % de confianza, no se encontraron diferencias significativas entre los valores de pH, sólidos totales y nivel de agrado de los prototipos con 6 % y 9 % de amaretto.

Con el análisis de conglomerados se logró clasificar la población en grupos, se recolectó información para la toma de decisiones al determinar que el grupo 3, constituido por el 56 % de los participantes, presentó un alto agrado por ambas muestras evaluadas, el cual estuvo conformado por 54 % de hombres y 46 % de mujeres, en su mayoría con edades entre los diecinueve y treinta años. Además, se determinó que el 76 % de los participantes mostraron interés por ambos prototipos.

Al comparar los resultados sobre la textura de las muestras de dulce de leche con 6 % y 9 % de amaretto (Cuadro 8), se pudo observar que el primero presentó mayor dureza, adhesividad y elasticidad. Estas diferencias pudieron ser efecto de una mayor incorporación de líquido a la matriz, lo que provocó una disminución en la concentración de sólidos solubles, lo que se relaciona con la textura de los productos (Vargas-Díaz et al., 2019).

Los resultados de  $a_w$  reportados se calcularon a partir de una comparación de los valores obtenidos para cada producto y se consideraron aceptables, ya que se asemejan a los reportados por Rodríguez et al. (2012), que variaron entre 0,80 y 0,85.

La lactosa y los sólidos agregados (en este caso azúcar) en un dulce de leche deben mantenerse disueltos en un 12-13 % de humedad (Vélez-Ruiz, 2018), ya que una pérdida de la solubilidad de la lactosa resulta en la formación de cristales en la leche (Párraga Álava et al., 2019). El dulce de leche en almacenamiento pierde calor conforme pasa el tiempo, lo que evita que el azúcar y la sacarosa se mantengan disueltas y resulta en la aparición de cristales (Alvarado, 2018), tal como se observó en el presente estudio. La cristalización es un defecto del producto terminado que afecta las características físicas del dulce de leche, en particular su textura y, por lo tanto, el agrado por parte de los consumidores. Es un defecto difícil de evitar, pero puede atrasarse por medio de un enfriamiento rápido del producto, ya que los cristales generados tendrán un menor tamaño y serán menos perceptibles para el consumidor (Novoa Castro, 2018). Una de las técnicas más populares para la prevención de formación de cristales es la práctica de sembrar microcristales de lactosa, los cuales forman cristales tan pequeños que no logran ser percibidos por el consumidor (López Torres, 2018).

Los cambios en las características físicas del producto objeto de investigación, se pudieron deber a la interacción entre las proteínas de la leche y azúcares reductores, como glucosa, galactosa y lactosa, ya que entre mayor sea la cantidad de moléculas de nitrógeno que interactúan con estos azúcares, menor será el pH (Vargas-Díaz et al., 2019).

No se encontraron diferencias significativas en el color de los prototipos, no obstante, los valores obtenidos se pueden comparar los reportados por Chacón-Villalobos et al. (2013), quienes obtuvieron valores de  $L^*$  de 55,1,  $a^*$  de 11,4,  $b^*$  de 33,0,  $c^*$  de 35,0 y  $h^*$  de 70,9 en dulce de leche elaborado con leche de cabra. Una mayor concentración de sólidos solubles provoca un color más oscuro en el dulce de leche, sin embargo, no se esperaron diferencias, por la falta de significancia en los resultados (Vargas-Díaz et al., 2019).

En cuanto a la vida útil del dulce de leche, se observó que el deterioro microbiológico no la afectó tanto como la presencia de cristales, ya que tuvo una baja actividad de agua ( $a_w$ ), que disminuye el crecimiento de organismos de deterioro. Aunque la presencia de mohos y levaduras es común en el dulce de leche, alimentos con  $a_w$  entre 0,6-0,9 están protegidos contra microorganismos de deterioro, por lo que puede considerarse un producto con características ideales para ser elaborado de forma artesanal (Chacón-Villalobos et al., 2013; Tapia, 2020).

## Conclusiones

Según la evaluación sensorial realizada, la inclusión de licor de amaretto en el dulce de leche elaborado a partir de leche caprina resultó en el producto con mayor probabilidad de mercado.

No se observaron diferencias significativas entre los dos niveles de inclusión del licor en los prototipos de dulce de leche caprina estudiados, en las variables de pH, sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), parámetros de textura, parámetros colorimétricos, la intención de compra y el agrado.

El análisis de conglomerados mostró el interés de una mayoría de consumidores en comprar ambos prototipos. Por lo tanto, ambas formulaciones cuentan con características que las convierten en productos ideales para la industrialización, donde la formulación al 6 %, al tener menos licor, representa una opción de menor costo en términos de materia prima. Estudios futuros deberán evaluar aspectos como los costos de producción y vida útil de anaquel.

## Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Dra. Cindy Brenes Villalta, propietaria de la finca D'Cabra, por el apoyo material durante la elaboración de este trabajo de investigación.

## Referencias

- Abarca Rodríguez, A., Alpízar Rodríguez, F., Sibaja Quesada, G., & Rojas Benavides, C. (2012). *Técnicas cualitativas de investigación*. Editorial Universidad de Costa Rica.
- Acosta, O., Usaga, J., Churey, J. J., Worobo, R. W., & Padilla-Zakour, O. I. (2017). Effect of water activity on the thermal tolerance and survival of *Salmonella enterica* serovars Tennessee and Senftenberg in goat's milk caramel. *Journal of Food Protection*, 80(6), 922–927. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-191>
- Aleu, G., Rosmini, M., Sequeira, G., Zogbi, A., Vico, J. P., Saavedra, S., & Sancho, I. (2018). *Guía para el aseguramiento de la calidad en industrias de alimentos de origen animal* (1ª ed.). Báez Ediciones.
- Alpízar-Solís, C., & Elizondo-Salazar, J. A. (2019). Utilización de residuos de paja para alimentación de cabras: efecto sobre la producción y composición láctea. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 113–124. <http://doi.org/10.15517/rac.v43i1.35673>
- Alvarado, J. de D. (2018). Cálculo de tiempos de vida útil en dulce de leche elaborado en Ecuador. En J. S. Ramírez-Navas., D. Acevedo Correa, J. de D. Alvarado, K. J. González Morelo, J. A. Hidalgo-Piamba, J. López Torres, P. M. Montero Castillo, J. S. Motato-Guerra, C. F. Novoa Castro, D. F. Novoa, & J. F. Vélez-Ruiz (Eds.), *Leches concentradas azucaradas: de la tradición a la ciencia* (22ª ed., pp. 147–172). Editorial de la Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9789585522466>
- Álvarez-Figueroa, M. L., Pineda-Castro, M. L., Chacón-Villalobos, A., & Cubero-Castillo, E. (2022). Características fisicoquímicas y sensoriales de leches caprina y bovina enteras, descremadas y deslactosadas. *Agronomía Mesoamericana*, 33(2), Artículo 47039. <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.47039>
- Argov-Argaman, N., Hadaya, O., Glasser, T., Muklada, H., Dvash, L., Mesilaty-Stahy, R., & Yan Landau, S. (2016). Milk fat globule size, phospholipid contents and composition of milk from purebred and Alpine-crossbred Mid-Eastern goats under confinement or grazing condition. *International Dairy Journal*, 58, 2–8. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.12.003>
- Barquero-Saldarriaga, L. M., & Chacón-Villalobos, A. (2022). Características fisicoquímicas y sensoriales de leches saborizadas elaboradas con leche caprina y bovina. *Agronomía Mesoamericana*, 33(1), Artículo 46743. <https://doi.org/10.15517/am.v33i1.46743>
- Bidot-Fernández, A. (2017). Composition, attributes and benefits of goat milk: Literature review. *Journal of animal Production*, 29(2), 32–41. <https://core.ac.uk/download/pdf/268092383.pdf>
- Blancas-López, N. I., Ozuna-López, C., Garnica-Rodríguez, B. C., Pérez-Becerra, L., & Mares-Mares, E. (2020). Desarrollo de una formulación de cajeta deslactosada con bajo contenido en grasa y azúcar. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5, 510–514. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/8/100.pdf>
- Campos Vera, Y., Gélvez Ordoñez, V. M., & Restrepo Ochoa, J. L. (2018). Elaboración y estandarización de un confite (caramelo duro) a base de panela. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 5(2), 74–79. <https://doi.org/10.23850/24220582.1414>

- Chacón-Villalobos, A., & Mora-Valverde, D. (2017). Caracterización sectorial de la caprinocultura en Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*, 11(2), 23–60. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/31653>
- Chacón-Villalobos, A., & Mora-Valverde, D. (2019). Caracterización técnica, productiva y comercial de las mipymes lácteas caprinas en Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*, 13(2), 20–53. <https://doi.org/10.15517/nat.v13i2.38751>
- Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., & Méndez-Rojas, S. G. (2013). Efecto de la proporción de leche bovina y caprina en las características del dulce de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 149–167. <https://doi.org/10.15517/AM.V24I1.9792>
- Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., & Jiménez-Goebel, C. (2016). Características fisicoquímicas y sensoriales de helados de leche caprina y bovina con grasa vegetal. *Agronomía Mesoamericana*, 27(1), 19–36. <http://doi.org/10.15517/am.v27i1.21875>
- Clúster Alimentario de Galicia. (2020, julio 10). *Tendencias globales del sector lácteo*. <https://www.clusteralimentariodegalicia.org/wp-content/uploads/2020/07/tendencias-globales-sector-lacteo-2020-informe-clusaga.pdf>
- de Albuquerque Bento, R., Cardoso Andrade, S. A., & Araújo Dias Silva, A. M. (2018). *Análise sensorial de alimentos*. Colegio Agrícola Dom Agostinho Ikas. [http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/950/Analise\\_Sensorial\\_BOOK\\_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/950/Analise_Sensorial_BOOK_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gaze, L. V., Costa, M. P., Monteiro, M. L. G., Lavorato, J. A. A., Conte Júnior, C. A., Raices, R. S. L., Cruz, A. G., & Freitas, M. Q. (2015). Dulce de Leche, a typical product of Latin America: Characterization by physicochemical, optical and instrumental methods. *Food Chemistry*, 169, 471–477. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.017>
- Goñi, S. M., & Salvadori, V. O. (2015, abril 20-22). Medición de color de alimentos en el espacio CieLab a partir de imágenes. En G. Caorsi, & L. M. Gassa (Compiladoras), *Terceras Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión* (pp. 526–531). Universidad Nacional de La Plata. [https://www.ing.unlp.edu.ar/sitio/investigacion/archivos/jornadas2015/trabajos\\_completos.pdf](https://www.ing.unlp.edu.ar/sitio/investigacion/archivos/jornadas2015/trabajos_completos.pdf)
- Goos, P., & Meintrup, D. (2016). *Statistics with JMP: Hypothesis tests, ANOVA and regression*. John Wiley & Sons.
- Hamui-Sutton, A., & Varela-Ruiz, M. (2013). La técnica de grupos focales. *Investigación de Educación Médica*, 2(5), 55–60. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007505713726838>
- Ivankovich-Guillén, C., & Araya-Quesada, Y. (2011). Focus groups: técnica de investigación cualitativa en investigación de mercados. *Ciencias Económicas*, 29(1), 545–554. <https://doi.org/10.15517/rce.v29i1.7057>
- Kumar, H., Yadav, D., Kumar, N., Seth, R., & Kumar Goyal, A. (2016). Nutritional and nutraceutical properties of goat milk – A review. *Indian Journal of Dairy Science*, 69(5), 513–518. <https://epubs.icar.org.in/index.php/IJDS/article/view/54757>
- López Torres, J. (2018). Dulces de leche utilizando lactosuero. En J. S. Ramírez-Navas., D. Acevedo Correa, J. D. Alvarado, K. J. González Morelo, J. A. Hidalgo-Piamba, J. López Torres, P. M. Montero Castillo, J. S. Motato-Guerra, C. F. Novoa Castro, D. F. Novoa, & J. F. Vélez-Ruiz (Eds.), *Leches concentradas azucaradas: de la tradición a la ciencia* (22ª ed., pp. 203–219). Editorial de la Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9789585522466.7>
- Mora Valverde, D. (2012). Sistema de producción a pequeña escala de dulce de leche caprino en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 23(1), 151–158. <https://doi.org/10.15517/AM.V23I1.6413>
- Morgan, D. L. (2013). *Focus group as qualitative research: Planning and research design for focus groups*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412984287.n4>

- Novoa Castro, C. F. (2018). Arequipe o dulce de leche. En S. Ramírez Navas (Ed.), *Leches concentradas azucaradas: de la tradición a la ciencia* (22ª ed., pp. 65–92). Editorial Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9789585522466>
- Ocampo, R., Gómez, C., Restrepo, D., & Cardona, H. (2016). Estudio comparativo de parámetros composicionales y nutricionales en leche de vaca, cabra y búfala, Antioquia, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 8(2), 177–186. <https://doi.org/10.24188/recia.v8.n2.2016.185>
- Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *La leche en cifras*. <https://www.fao.org/3/i9966es/i9966es.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). *OCDE-FAO Perspectivas agrícolas 2020-2029*. OECD/FAO. <https://www.fao.org/3/ca8861es/ca8861es.pdf>
- Párraga Álava, R. C., Muñoz Murillo, J. P., Mera Carbo, M. A., Barre Zambrano, R. L., & García Mendoza, J. J. (2019). Adición de harina de amaranto (*Amaranthus caudatus* L) en la producción de dulce de leche. *Agroindustrial Science*, 9(2), 121–126.
- Rodríguez, A., Piagentini, A., Piagentini, A., Rozycki, S., Lema, P., Pauletti, M. S., & Panizzolo, L. A. (2012). Evolución del desarrollo del color en sistema modelo de composición similar al dulce de leche. *Influencia del tiempo de calentamiento y del pH*. *INNOTECH*, 7, 38–42. <https://doi.org/10.26461/07.06>
- Salinas Meruane, P. (2013). La entrevista en profundidad una estrategia de comprensión del discurso minero en el norte de Chile. En M. V. Mariño, T. González Hortigüela, & M. Pacheco Rueda (Eds.), *Actas del 2º Congreso Nacional sobre Metodología de la Investigación en Comunicación* (pp. 543–562). Universidad de Valladolid.
- Schab, D., Zahn, S., & Rohm, H. (2021). Development of a caramel-based viscoelastic reference material for cutting tests at different rates. *Materials*, 14(14), Article 3798. <https://doi.org/10.3390/ma14143798>
- Sengar, G., & Kumar Sharma, H. (2012). Food caramels: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1686–1696. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0633-z>
- Sordini, M. V. (2019). La entrevista en profundidad en el ámbito de la gestión pública: In-depth Interview in Public Management. *Revista Reflexiones*, 98(1), 75–88. <https://doi.org/10.15517/rr.v98i1.33083>
- Tapia, M. S. (2020). Contribución al concepto de actividad del agua (aw) y su aplicación en la ciencia y tecnología de alimentos en Latinoamérica y Venezuela. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, 80(2), 18–40. <https://bit.ly/3KVvkhR>
- van Neerven, J., & Savelkoul, H. (2020). *Cow's milk and allergy*. MDPI-Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/books978-3-03928-029-2>
- Vargas-Díaz, S., Sepúlveda-V, J. U., Ciro-V, H. J., Mosquera, A. J., & Bejarano, E. (2019). Physicochemical, sensory and stability properties of a milk caramel spread sweetened with a glucose-galactose syrup from sweet whey. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72(3), 8995–9005. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n3.76558>
- Vélez-Ruiz, J. F. (2018). La cajeta, un dulce de leche de cabra. En J. S. Ramírez-Navas (Ed.), *Leches concentradas azucaradas: de la tradición a la ciencia* (22ª ed., pp. 93–116). Editorial de la Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9789585522466>
- Wu, C. -S., Guo, J. -H., & Lin, M. -J. (2020). Stability evaluation of pH-adjusted goat milk for developing ricotta cheese with a mixture of cow cheese whey and goat milk. *Foods*, 9(3), Article 366. <https://doi.org/10.3390/foods9030366>