



## Características fisicoquímicas y sensoriales de leches saborizadas elaboradas con leche caprina y bovina<sup>1</sup>

### Physicochemical and sensory characteristics of flavored milks made with goat and bovine milk

Luis Miguel Baquero-Saldarriaga<sup>2</sup>, Alejandro Chacón-Villalobos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Recepción: 29 de abril, 2021. Aceptación: 13 de agosto, 2021. Este trabajo formó parte del proyecto de investigación 737-B4221, inscrito en Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

<sup>2</sup> Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos, Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Cartago, Costa Rica. [luismbaquero4@gmail.com](mailto:luismbaquero4@gmail.com) (<https://orcid.org/0000-0002-5122-6419>).

<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>).

#### Resumen

**Introducción.** La leche de cabra es un producto de alto valor nutracéutico y alimenticio, en torno al cual no hay una cultura de consumo establecida en varios países, por lo que su empleo en el desarrollo de nuevos productos es prometedor. **Objetivo.** Definir el efecto de diferentes proporciones de leche caprina y bovina sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de leches saborizadas. **Materiales y métodos.** En el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica, durante el 2021, se formularon leches saborizadas de tres sabores diferentes con cinco niveles de inclusión de leche caprina y bovina (0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %). Sobre estas se evaluaron el pH, acidez total, color instrumental (parámetros L\*, b\* y a\*) y viscosidad, así como el agrado general, por medio de un panel con 110 jueces. **Resultados.** Al aumentar la proporción de leche caprina se registró en muchos de los casos, una disminución de pH y un aumento en la acidez en todas las muestras, así como un aumento en la viscosidad de las leches chocolatadas. El color en cada formulación no mostró diferencias en los parámetros a\* y b\* y L\*, al variar las proporciones de leches. El análisis sensorial generó tres conglomerados de panelistas (15,5 %, 48,1 % y 36,4 %). **Conclusión.** La leche saborizada de fresa con una relación de leche bovina/leche caprina al 50 %, fue la que presentó la mejor combinación de parámetros fisicoquímicos y sensoriales.

**Palabras clave:** lácteos de cabra, lácteos de vaca, leche saborizada, productos lácteos, propiedades fisicoquímicas.

#### Abstract

**Introduction.** Goat's milk is a product of high nutritional and nutraceutical value, around which there is no established culture of consumption in several countries, so its use in the development of new products is promising. **Objective.** To define the effect of different proportions of goat and bovine milk on the physicochemical and sensory properties of flavored milks. **Materials and methods.** At the National Center of Food Science and Technology of the Universidad de Costa Rica, during 2021, flavored milks of three different flavors were formulated with five inclusion levels of goat and bovine milk (0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %). These milks were evaluated for pH, total acidity,



instrumental color (parameters  $L^*$ ,  $b^*$ , and  $a^*$ ), and viscosity, as well as the overall taste by means of a panel with 110 judges. **Results.** As the proportion of goat milk increased, a decrease in pH and an increase in acidity were recorded in a lot of samples, as well as an increase in the viscosity of the chocolate milks. The color in each formulation showed no differences in the parameters  $a^*$  and  $b^*$  and  $L^*$  when varying the proportions of milk. Sensory analysis generated three clusters of panelists (15.5 %, 48.1 %, and 36.4 %). **Conclusions.** Strawberry flavored milk with a 50 % cow's milk / goat's milk ratio presented the best combination of physicochemical and sensory parameters.

**Keywords:** goat milk, cow milk, flavored milk, dairy products, physicochemical properties.

## Introducción

La leche es un constituyente de la dieta humana que es consumido a nivel mundial, para el año 2019, alcanzó los 852 millones de toneladas producidas (Clúster Alimentario de Galicia, 2020). Para el año 2019, el 81 % de la leche que se produjo a nivel mundial procedía de ganado vacuno, seguido por un 15 % de leche de búfala, un 4 % de cabras y el resto de otras especies como ovejas, caballos, camellos, y yaks (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE] & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020). La mayor producción de leche caprina se ubica en India, seguida por Estados Unidos, China, Pakistán y Brasil; no obstante, en países europeos se espera un crecimiento de la producción en el futuro (Clúster Alimentario de Galicia, 2020).

La leche proveniente de bovinos es la más producida en el mundo en términos de volumen, sin embargo, la leche de cabra es consumida por un alto porcentaje de personas, las cuales representaban para el 2013, un aproximado del 50 % de la población mundial; la India, Pakistán y Bangladesh, fueron los principales productores en ese año (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013). En países europeos como Francia, se ha visto un aumento en la demanda de esta leche en la última década (Burrows et al., 2016).

El consumo global de lácteos se incrementó en un 1 % en 2019; la producción mundial láctea creció en un 1,3 %, con cerca de 852 millones de toneladas métricas, con la leche vacuna como la más habitual (81 %), seguida por la bufalina (15 %) y la de otras especies como la caprina, ovina y de camello (4 %) (OCDE, & FAO, 2020). En este contexto, el mercado de la leche saborizada se proyecta que alcance los \$6268,2 millones de dólares americanos para el año 2026 (More, 2021). Países como China, India, indonesia, Malasia, Filipinas y Tailandia, consumen el 47 % de la leche saborizada producida, lo que hacen de este producto uno de los más demandados a nivel internacional (Juárez, 2020). La leche bovina es la que más impera en la elaboración de estos productos y puede representar hasta el 98 % del total (Clúster Alimentario de Galicia, 2020).

La leche de cabra tiene características nutricionales que la convierten en una opción atractiva para el consumidor. Entre estas características destacan la presencia de glóbulos grasos pequeños más digeribles (Argaman et al., 2016; Chacón, 2005; Hernández, 2010), bajos contenidos de  $\alpha_{s1}$  caseína, lo cual disminuye la incidencia de ciertos tipos de alergia a la caseína (Figueredo, 2020; Neerven & Savelkoul, 2020; Ocampo et al., 2016). Es una importante fuente de vitamina A, niacina, vitamina B6, calcio y de aminoácidos esenciales (Chacón, 2005; Figueredo, 2020). Además, cuenta con proteína de alto valor biológico; la fracción grasa de la leche de cabra contiene una alta cantidad de ácidos grasos de cadena corta, media y larga (Argaman et al., 2016; Impastato Planelles, 2015).

La leche de cabra podría llegar a representar una materia prima importante en la industria láctea en el ámbito de productos innovadores para niños y poblaciones con necesidades nutricionales diferenciadas (Figueredo, 2020; Hernández et al., 2010; Wu et al., 2020).

La leche saborizada se define como un producto obtenido de la leche entera, descremada o parcialmente descremada, saborizada con ingredientes o aditivos alimentarios autorizados, que se somete al tratamiento de esterilización o UHT (Pérez-Hernández et al., 2019). Los sabores que presentan un mayor consumo a nivel mundial son chocolate, fresa, vainilla y banano (Clúster Alimentario de Galicia, 2020; Mahato et al., 2020; Thompson et al., 2020), las cuales están constituidas por leche bovina (Clúster Alimentario de Galicia, 2020). Niños y jóvenes se muestran como los principales consumidores de estos productos; se requiere de la generación de propuestas comerciales que complementen las ya existentes para este grupo poblacional (Bonilla et al., 2019; Clúster Alimentario de Galicia, 2020; Mahato et al., 2020; Pérez-Hernández et al., 2019; The Nielsen Company (US) LLC, 2020; Thompson et al., 2020). Las leches saborizadas tienen un importante potencial de desarrollo a nivel de mercado (Patel et al., 2018) y se espera un aumento de su demanda en países de América Latina (TETRAPAK®, 2020).

La leche de vaca y cabra con sabor a chocolate resultó apetitosa para una población de niños costarricenses de cinco años (Chacón, 2010). Además, en la Universidad de Costa Rica se han realizado estudios en los que se ha sustituido la leche bovina por leche caprina en productos como helados (Jiménez, 2011), dulce de leche (Méndez, 2011), yogurt batido de fresa (Rojas, 2005) y chocolate en barra (Quirós, 2016). Los estudios anteriores constituyen precedentes que respaldan la posibilidad de utilizar la leche de cabra en productos lácteos variados, como la leche saborizada. Esta combinación de leches resulta en productos con un contenido nutricional más completo (Chacón, 2005) y que podrían poseer características sensoriales que mejoren la aceptación de productos elaborados con leche caprina entre el público que desconoce de los mismos (Chacón et al., 2013; Rojas, 2005).

Se presenta esta investigación con la hipótesis que la inclusión en diferentes niveles porcentuales de leche caprina en la elaboración de leches saborizadas generará un producto con características fisicoquímicas y sensoriales apropiadas.

El presente trabajo tiene como objetivo definir el efecto de diferentes proporciones de leche caprina y bovina sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de leches saborizadas.

## Materiales y métodos

### Localización del estudio

Las pruebas fisicoquímicas realizadas a las leches frescas caprina y bovina se llevaron a cabo durante el 2021, en la Estación Experimental de Ganado Lechero Alfredo Volio Mata, de la Universidad de Costa Rica (E.E.A.V.M.), ubicada en el cantón de la Unión de la provincia de Cartago, Costa Rica. La elaboración de las leches saborizadas se llevó a cabo en el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica. Los análisis fisicoquímicos de las leches saborizadas (pH, color instrumental, viscosidad y acidez total), así como la evaluación sensorial, se realizaron en la Escuela de Tecnología de Alimentos (ETA), perteneciente a esta casa de estudios superiores. Tanto el CITA como la ETA se encuentran en el Cantón de Montes de Oca de la provincia de San José, Costa Rica.

### Materiales

Se utilizó leche fresca de cabra (*Capra aegarus hircus*) de la raza Lamancha, proveniente de los hatos de la Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Como parte de la rutina laboratorial de esta unidad, se obtuvieron los valores de composición promedio de los parámetros grasa (6,2 %), proteína (4,2 %) y lactosa (5,1 %), con un MilkoScan (Modelo:TM FT2, marca Foss, Dinamarca). Se utilizó leche de vaca (*Bos taurus*), de la marca comercial Dos Pinos, pasteurizada, homogenizada y adquirida en supermercados locales. Con base en la misma metodología, la

unidad experimental antes citada, estableció los valores de composición promedio para la proteína (4,0 %), grasa (2,0 %) y lactosa (5,4 %). Esta información se utilizó para efectos de formulación. Ambos tipos de leche se trasladaron de inmediato al CITA, con una cadena de frío de 4 °C y empleando lecheras sanitizadas que se lavaron con agua y jabón, y se enjuagaron de manera exhaustiva, además, se desinfectó con ácido peracético a 100 ppm (Hadad & Parr, 2018).

Como parte de los insumos para la elaboración de las formulaciones experimentales, se utilizó azúcar refinado de caña, marca Doña María, adquirido en supermercados locales, colorantes DF037 (color caramelo), DF020 (color rosa) y DF009 (color amarillo), al igual que saborizantes de fresa y vainilla de la casa comercial ASTEK Costa Rica. Los sabores se seleccionaron con base a los que presentan, según la literatura, mayor consumo y producción (Statista, 2019). Se empleó cacao en polvo entero de marca comercial Star Nuts. El preservante utilizado fue benzoato de sodio, de la casa comercial IQS.

Se utilizó como material de empaque para las formulaciones, botellas plásticas semiopacas de tereftalato de polietileno (PET) de 500 ml, distribuidas por la compañía ENVASA. Estos envases se lavaron con agua y jabón, se enjuagaron de forma exhaustiva y se desinfectaron con ácido peracético a 100 ppm (Hadad & Parr, 2018).

### Formulación porcentual de las leches saborizadas experimentales

Con base en las pautas técnicas del proceso para la elaboración de leche saborizada y lo citado por la literatura (Hui, 2006; Silverson, 2019), por medio de cálculos matemáticos de balance de componentes, se establecieron las formulaciones base para los productos experimentales (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Formulaciones utilizadas en la elaboración de leches saborizadas caprina (*Capra aegarus hircus*) y bovina (*Bos taurus*). San José, Costa Rica. 2021.

**Table 1.** Formulations used in the production of flavored goat (*Capra aegarus hircus*) and cow (*Bos taurus*) milk. San Jose, Costa Rica. 2021.

Materia prima	Porcentaje en la leche saborizada		
	Vainilla	Fresa	Chocolate**
Mezcla de leche caprina y bovina*	93,0 %	93,0 %	93,0 %
Azúcar	5,4 %	5,4 %	4,4 %
Colorante	0,6 %	0,6 %	0,0 %
Saborizante	0,9 %	0,9 %	0,0 %
Cacao en polvo	0,0 %	0,0 %	2,5 %
Benzoato de sodio	0,1 %	0,1 %	0,1 %

\*La proporción de leche caprina vs bovina en esta mezcla varió en función de los diferentes tratamientos experimentales a evaluar. /

\*The proportion of goat milk vs bovine milk in this mixture varied depending on the different experimental treatments to be evaluated.

\*\*La cantidad de azúcar en la formulación con chocolate fue menor según se estableció previo a este estudio por medio de pruebas preliminares orientadas a establecer una formulación más equilibrada en términos sensoriales. / \*\*The amount of sugar in the chocolate formulation was lower as established prior to this study through preliminary tests aimed at establishing a more balanced formulation in sensory terms.

Sobre la base de las formulaciones detalladas en el Cuadro 1, se establecieron variaciones proporcionales en cuanto al contenido de leche de cabra y de vaca en la mezcla láctea. Estas variaciones correspondieron a cinco combinaciones porcentuales de leches caprina y bovina. Las combinaciones fueron las siguientes:

- a) 100 % leche de cabra.
- b) 75 % leche de cabra y 25 % leche de vaca.
- c) 50 % de cada tipo de leche.
- d) 25 % leche de cabra y 75 % leche de vaca.

De este modo, el estudio contó con quince tratamientos (“tres sabores X cinco proporciones de mezcla de leche”).

### **Producción de leches saborizadas**

La leche de cabra se descremó a 37 °C con una centrífuga (marca: Alfa Laval, Modelo: 29AE, Lund, Suecia) (Battro, 2010). Luego, se estandarizó hasta un 2 % m m<sup>-1</sup> de grasa (Kaylegian, 2021), se adicionó crema láctea caprina. Con un emulsificador (marca: Silverson, Modelo: AXR), se realizó un mezclado a 35 °C de los ingredientes necesarios para cada formulación según fuese el caso (leches de cabra y vaca, colorantes, saborizantes, azúcar y preservantes) (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2011; Hoyo & Hoyos, 2014).

Se realizó la pasteurización con una marmita de 40 L (marca: Groen, Modelo: TA-10-SP), para las diferentes variedades de leche saborizadas, con un proceso de baja temperatura y largo tiempo (L.T.L.T.) a 65 °C por 30 min (Chacón & Mora, 2019; Smith & Sherman, 2011). La leche caprina presentó una menor estabilidad a tratamientos térmicos que la bovina, por lo que se utilizó la pasteurización (L.T.L.T.) para garantizar que no tuviera sabores residuales (Chen et al., 2012; Li et al., 2020).

Al final de la elaboración de las quince diferentes formulaciones experimentales, se procedió a su empaque en botellas de PET opacas y sanitizadas (Ellner, 2000). Luego se enfriaron hasta 4 °C en el menor tiempo posible, por medio de contacto superficial con agua helada (Hawthorn & Rolfe, 2016). De esta forma se disminuyó el riesgo de oxidación del producto (Haenlein, 2004). A continuación, se almacenó el producto en cámaras de frío a 4 °C hasta su posterior utilización (Meghwal et al., 2017).

En la Figura 1 se diagraman y resumen las operaciones unitarias correspondientes a las etapas del proceso de elaboración de las leches saborizadas.

### **Análisis fisicoquímicos**

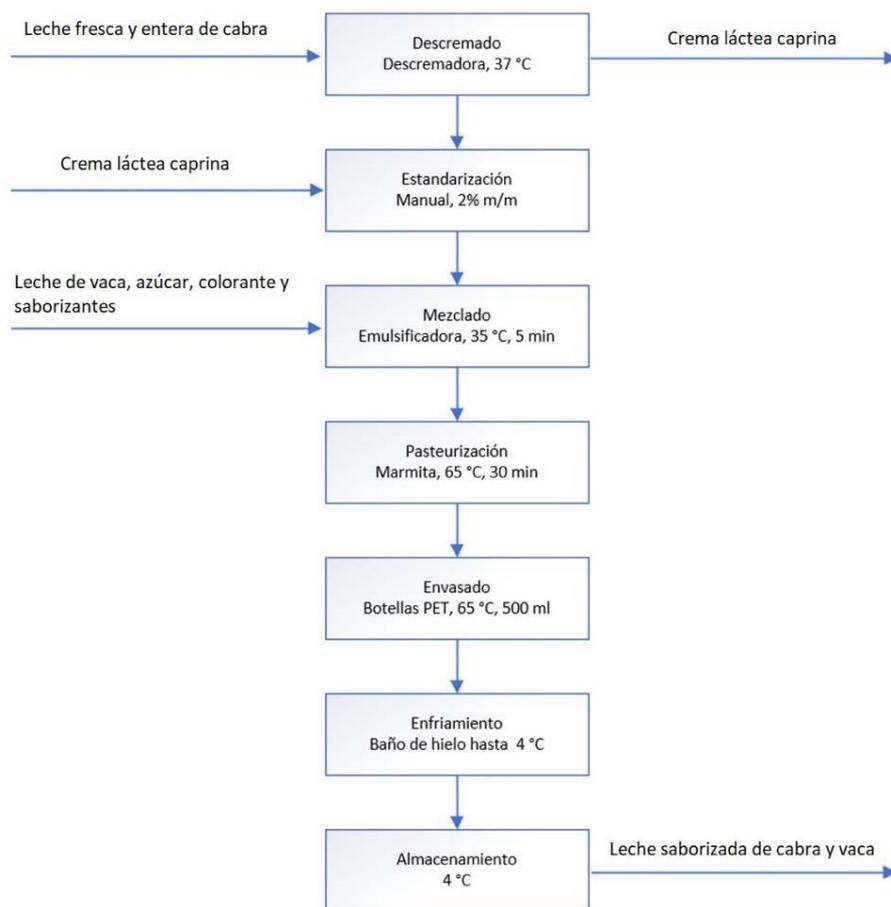
Después de un período de siete días de almacenamiento en refrigeración, correspondiente a la mitad de la vida útil de la leche de cabra pasteurizada por L.T.L.T. (Chacón & Mora, 2019), se procedió con los análisis fisicoquímicos de las muestras experimentales.

Se estableció el valor de pH con el método 981,12 de la AOAC (Latimer, 2019), y un pHmetro calibrado con buffers estándar de pH 4 y 7, de la marca Metrohm (modelo: 827pH lab).

El color se determinó con un colorímetro marca Hunterlab, modelo Colorflex 430, ya calibrado mediante el uso consecutivo de un patrón negro, blanco y verde (Hunterlab, 2013). Con este equipo se establecieron las coordenadas cromáticas para el color en la escala CIELab (L\*, a\*, y b\*, respectivamente), con un ángulo de incidencia de 45°/0°, un ángulo del observador de 10° y el iluminante D65.

Con un viscosímetro de Ostwald, se estableció la viscosidad dinámica de las muestras a 30 °C, sobre la base del método 982.35 de la AOAC (Latimer 2019).

La acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL), establecida como porcentaje, se determinó por medio de la metodología de titulación potenciométrica descrita por Kirk et al. (2012) y se empleó como titulante un patrón de NaOH 0,0500 mol L<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Diagrama de operaciones unitarias para la elaboración de leches saborizadas caprina (*Capra aegarus hircus*) y bovina (*Bos taurus*). San José, Costa Rica. 2021.

**Figure 1.** Unit operations diagram for the elaboration of flavored goat (*Capra aegarus hircus*) and cow (*Bos taurus*) milks. San Jose, Costa Rica. 2021.

## Evaluación sensorial

Posterior al almacenamiento, se realizó una evaluación de la aceptación general para todas las formulaciones experimentales. Se incluyeron en este análisis muestras de leches saborizadas comerciales de la marca Fresco leche, producidas por la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos de Costa Rica. Se consideraron para estos productos comerciales los mismos sabores experimentales abordados, con el fin de contar con un criterio de comparación (fresa, vainilla y chocolate). Se siguió la metodología descrita por Villanueva & Da Silva (2009), con una escala híbrida lineal. Participaron 110 personas como panelistas según recomiendan Hough et al. (2006), todos consumidores de lácteos (Chacón et al., 2013). En una primera sesión, los panelistas no entrenados evaluaron las muestras sin conocer su identidad, mientras en la segunda sesión sí la conocieron.

Los panelistas evaluaron un total de 36 muestras. En una primer sesión se evaluaron dieciocho muestras de las cuales, los evaluadores no conocían su identidad, que correspondieron a quince tratamientos y tres leches saborizadas. En la segunda sesión se evaluaron las mismas muestras, pero con base en la identidad de estas.

## Diseño experimental y análisis de datos

Se planteó un diseño irrestricto al azar con quince tratamientos para evaluar el efecto de las mezclas de leche caprina y bovina sobre las propiedades fisicoquímicas de las leches saborizadas. Se efectuaron tres repeticiones y se consideró que, para cada una de ellas, se realizaron a su vez por triplicado todas las determinaciones fisicoquímicas.

Para la prueba de aceptación se utilizó un diseño irrestricto aleatorio, en donde se contó con quince tratamientos y tres controles de leche saborizada comercial. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de conglomerados en función del agrado, con base en el método de aglomeración de Ward en el programa estadístico SAS versión 9.1, con el fin de encontrar subgrupos con agrado similar de las distintas formulaciones de leches saborizadas. De este modo se pudo agrupar a los panelistas en conjuntos con agrados similares. Una vez anidados los jueces por conglomerados, se realizaron análisis de varianza y de varianza factoriales (ANDEVA,  $\alpha=0,05$ ) para encontrar diferencias significativas en el agrado y establecer posibles interacciones. Se empleó el software JMP SAS versión 4.0.4.

Se utilizaron análisis de varianza para estudiar los efectos simples. De existir diferencias significativas entre medias ( $p<0,05$ ), se aplicaron pruebas post hoc de Tukey HSD (análisis fisicoquímicos) y Fisher LSD (análisis sensorial), y para establecer la naturaleza de estas, se utilizó el Software XLSTAT versión 2020.1.

## Resultados

### Resultados fisicoquímicos

Los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos aplicados a las diferentes formulaciones experimentales elaboradas se observan en el Cuadro 2, en el que se enlistaron, además, las diferencias significativas entre las medias establecidas por medio de los análisis de varianza correspondientes ( $p<0,05$  en todos los casos).

Los resultados del análisis colorimétrico efectuado a las muestras experimentales se muestran en el Cuadro 3, hubo diferencias significativas entre las medias ( $p<0,05$  en todos los casos).

### Resultados de la evaluación sensorial

El análisis de clusterización aglomerativa jerárquica efectuado para la evaluación sensorial arrojó los resultados reportados en el Cuadro 4.

Los jueces pudieron ser anidados en tres conglomerados, donde el segundo de estos grupos fue el mayoritario en términos de la población total (48,1 %), seguido del conglomerado tercero (36,4 %) y por último, el conglomerado primero (15,5 %).

Al efectuar un análisis factorial de varianza dentro de cada uno de esos conglomerados, es decir para las respuestas de agrado general brindadas por los panelistas en cada grupo, se obtuvieron los resultados detallados en el Cuadro 5. Los resultados sugirieron un efecto de la información (conocimiento o desconocimiento de la composición de las muestras) en el agrado general. Al buscar establecer diferencias entre medias para el agrado en ambos casos según cada conglomerado, se obtuvieron los resultados detallados en el Cuadro 6.

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de agrado general obtenidos dentro de cada conglomerado para todas las formulaciones experimentales de leches saborizadas y sus respectivas contrapartes comerciales (controles).

**Cuadro 2.** Valores promedio de pH, índice de ATECAL (acidez titulable expresada como ácido láctico) y viscosidad, obtenidos para las diferentes formulaciones experimentales de leches saborizadas de cabra (*Capra aegarus hircus*) de la raza Lamancha y bovina (*Bos taurus*). San José, Costa Rica. 2021.

**Table 2.** Average values of pH, ATECAL index (titratable acidity expressed as lactic acid), and viscosity obtained for the different experimental flavored goat (*Capra aegarus hircus*) of the Lamancha breed and bovine (*Bos taurus*) milks formulations. San Jose, Costa Rica. 2021.

Sabor	Razón porcentual (caprino/bovino)	Parámetro evaluado		
		pH	ATECAL (%)	Viscosidad (Pa*S)
Fresa	0/100	6,55 <sup>e</sup> ±0,01	0,0973 <sup>i</sup> ± 0,0010	0,00169 <sup>de</sup> ±0,00001
	25/75	6,54 <sup>fe</sup> ±0,01	0,1007 <sup>i</sup> ±0,0001	0,00170 <sup>de</sup> ±0,00003
	50/50	6,530 <sup>f</sup> ±0,01	0,1008 <sup>i</sup> ±0,0001	0,00161 <sup>abc</sup> ±0,00005
	75/25	6,509 <sup>de</sup> ±0,01	0,1160 <sup>e</sup> ±0,0004	0,00161 <sup>bc</sup> ±0,00006
	100/0	6,438 <sup>c</sup> ±0,01	0,1288 <sup>d</sup> ±0,0009	0,00167 <sup>cd</sup> ±0,00002
Vainilla	0/100	6,527 <sup>ef</sup> ±0,01	0,1111 <sup>h</sup> ±0,0020	0,00169 <sup>de</sup> ±0,00006
	25/75	6,508 <sup>d</sup> ±0,01	0,1199 <sup>c</sup> ±0,0010	0,00165 <sup>cd</sup> ±0,00002
	50/50	6,502 <sup>d</sup> ±0,01	0,1304 <sup>c</sup> ±0,0019	0,00154 <sup>a</sup> ±0,00001
	75/25	6,537 <sup>fe</sup> ±0,01	0,1367 <sup>b</sup> ±0,0019	0,00157 <sup>ab</sup> ±0,00002
	100/0	6,492 <sup>d</sup> ±0,01	0,1458 <sup>a</sup> ±0,0008	0,00175 <sup>c</sup> ±0,00003
Chocolate	0/100	6,249 <sup>a</sup> ±0,01	0,1309 <sup>c</sup> ±0,0017	0,00280 <sup>f</sup> ±0,00002
	25/75	6,249 <sup>a</sup> ±0,01	0,1140 <sup>e</sup> ±0,002	0,00284 <sup>f</sup> ±0,00002
	50/50	6,279 <sup>b</sup> ±0,01	0,1145 <sup>e</sup> ±0,0004	0,00292 <sup>e</sup> ±0,00003
	75/25	6,286 <sup>b</sup> ±0,01	0,1160 <sup>f</sup> ±0,0011	0,00302 <sup>h</sup> ±0,00002
	100/0	6,287 <sup>b</sup> ±0,01	0,1231 <sup>d</sup> ±0,0016	0,00306 <sup>h</sup> ±0,00002

Resultados reportados con las mismas letras dentro de cada parámetro significan que no existe diferencia significativa entre los mismos ( $p>0,05$ ;  $gl=14$ ). / Results reported with the same letters within each parameter mean that there is no significant difference between them ( $p>0,05$ ;  $gl=14$ ).

**Cuadro 3.** Parámetros de color L\*, a\* y b\* obtenidos para las diferentes formulaciones experimentales de leche saborizada de cabra (*Capra aegarus hircus*) de la raza Lamancha y bovina (*Bos taurus*). San José, Costa Rica. 2021.

**Table 3.** L\*, a\*, and b\* color parameters obtained for the different experimental flavored goat (*Capra aegarus hircus*) of Lamancha breed and bovine (*Bos taurus*) milks formulations. San Jose, Costa Rica. 2021.

Sabor	Razón porcentual (caprine/bovino)	Parámetro de color evaluado		
		L*	a*	b*
Fresa	0/100	60,5 <sup>d</sup> ±0,9	33,7 <sup>c</sup> ±2,9	-3,5 <sup>ab</sup> ±0,2
	25/75	65,2 <sup>c</sup> ±0,3	28,0 <sup>d</sup> ±0,5	-2,3 <sup>c</sup> ±0,4
	50/50	60,7 <sup>d</sup> ±0,1	32,4 <sup>c</sup> ±0,2	-3,9 <sup>a</sup> ±0,2
	75/25	63,4 <sup>c</sup> ±0,2	29,6 <sup>d</sup> ±0,5	-2,8 <sup>bc</sup> ±0,4
	100/0	58,3 <sup>c</sup> ±2,5	36,09 <sup>f</sup> ±2,8	-2,9 <sup>bc</sup> ±0,2
Vainilla	0/100	83,2 <sup>f</sup> ±0,5	-7,9 <sup>b</sup> ±0,5	46,7 <sup>e</sup> ±0,9
	25/75	83,9 <sup>f</sup> ±0,4	-9,4 <sup>ab</sup> ±0,6	41,7 <sup>f</sup> ±0,7
	50/50	82,9 <sup>f</sup> ±0,6	-10,2 <sup>a</sup> ±0,8	41,4 <sup>f</sup> ±0,9
	75/25	82,5 <sup>f</sup> ±0,1	-10,3 <sup>a</sup> ±0,1	42,2 <sup>f</sup> ±0,2
	100/0	82,86 <sup>f</sup> ±0,5	-9,7 <sup>ab</sup> ±0,9	49,9 <sup>h</sup> ±0,9
Chocolate	0/100	32,8 <sup>a</sup> ±1,2	9,2 <sup>c</sup> ±0,3	12,9 <sup>d</sup> ±0,2
	25/75	32,7 <sup>a</sup> ±1,2	9,0 <sup>c</sup> ±0,4	13,0 <sup>d</sup> ±0,2
	50/50	35,6 <sup>b</sup> ±0,7	8,9 <sup>c</sup> ±0,4	15,4 <sup>e</sup> ±0,4
	75/25	33,2 <sup>a</sup> ±2,1	9,8 <sup>c</sup> ±0,5	15,2 <sup>e</sup> ±0,2
	100/0	33,4 <sup>a</sup> ±1,6	9,8 <sup>c</sup> ±0,3	15,4 <sup>e</sup> ±0,2

Resultados reportados con las mismas letras significan que no existe diferencia significativa entre los mismos ( $p>0,05$ ;  $gl=14$ ). / Results reported with the same letters mean that there is no significant difference between them ( $p>0,05$ ;  $gl=14$ ).

**Cuadro 4.** Cantidad de panelistas una vez anidados según conglomerado con base en el método de aglomeración de Ward. San José, Costa Rica. 2021.

**Table 4.** Number of panelists once nested according to cluster based on Ward's clustering method. San Jose, Costa Rica. 2021.

Conglomerado	Cantidad de panelistas	Porcentaje del total de panelistas (%)
1	17	15,5
2	53	48,1
3	40	36,4
Total	110	100

**Cuadro 5.** Análisis de varianza factorial (ANDEVA) y probabilidad asociada para los tres conglomerados con base en el método de aglomeración de Ward, en términos de la variable respuesta del agrado general en leches saborizadas caprina (*Capra aegarus hircus*) y bovina (*Bos taurus*). San José, Costa Rica. 2021.

**Table 5.** Factorial variance analysis (ANOVA) and associated probability for the three clusters based on Ward's agglomeration method, in terms of the response variable of general liking in flavored goat (*Capra aegarus hircus*) and bovine (*Bos taurus*) milks. San Jose, Costa Rica. 2021.

Factor	Conglomerado 1		Conglomerado 2		Conglomerado 3	
	g.l	Pr<F	g.l	Pr<F	g.l	Pr<F
Juez	16	<0,0001	52	<0,0001	39	<0,0001
Muestra	17	<0,0001	17	<0,0001	17	<0,0001
Información	1	0,002	1	<0,0001	1	<0,0001
Juez*muestra	272	<0,0001	884	0,072	663	<0,0001
Juez*información	16	<0,0001	52	<0,0001	39	<0,0001
Muestra*información	17	0,113	17	0,582	17	0,501

g. l: grados de libertad. / g. l: degrees of freedom.

**Cuadro 6.** Comparación de medias Fisher LSD para la variable respuesta de agrado general según la información disponible según conglomerado (método de aglomeración de Ward) en dieciocho leches saborizadas caprina (*Capra aegarus hircus*) y bovina (*Bos taurus*). San José, Costa Rica. 2021.

**Table 6.** Comparison of Fisher LSD means for the response variable of general liking according to the information available according to the cluster (Ward's agglomeration method) in eighteen flavored goat (*Capra aegarus hircus*) and bovine (*Bos taurus*) milks. San Jose, Costa Rica. 2021.

Conglomerado	Agrado general	
	Con información	Sin información
Primero (n=17)	4,07 <sup>a</sup>	3,66 <sup>b</sup>
Segundo (n=53)	6,90 <sup>a</sup>	6,27 <sup>b</sup>
Tercero (n= 40)	5,36 <sup>a</sup>	4,63 <sup>b</sup>

Resultados reportados con letras superíndices diferentes en cada conglomerado denotan la existencia de diferencias significativas las medias ( $p < 0,05$ ). / Results reported with different superscript letters in each cluster denote the existence of significant differences in the means ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 7.** Comparación de medias Fisher LSD para los resultados de agrado general dentro de cada uno de los conglomerados de estudio, con base en el método de aglomeración de Ward en dieciocho leches saborizadas caprina (*Capra aegarus hircus*) y bovina (*Bos taurus*). San José, Costa Rica. 2021.

**Table 7.** Comparison of Fisher LSD means for the results of general satisfaction within each of the study clusters, based on Ward's agglomeration method in eighteen flavored goat (*Capra aegarus hircus*) and bovine (*Bos taurus*) milks. San Jose, Costa Rica. 2021.

Sabor	Razón porcentual (cabra/vaca)	Agrado general según conglomerado		
		Primero (n=17)	Segundo (n=53)	Tercero (n= 40)
Fresa	0/100	5,43 <sup>bc</sup>	7,44 <sup>b</sup>	5,52 <sup>b</sup>
	25/75	5,16 <sup>cd</sup>	7,26 <sup>bc</sup>	5,73 <sup>bc</sup>
	50/50	4,61 <sup>cde</sup>	7,22 <sup>bc</sup>	5,28 <sup>bc</sup>
	75/25	4,12 <sup>def</sup>	7,21 <sup>bc</sup>	4,80 <sup>bc</sup>
	100/0	3,31 <sup>fgh</sup>	6,46 <sup>de</sup>	4,31 <sup>de</sup>
	Control	7,90 <sup>a</sup>	8,95 <sup>a</sup>	6,52 <sup>a</sup>
Vainilla	0/100	4,03 <sup>efg</sup>	6,94 <sup>bcd</sup>	4,86 <sup>bcd</sup>
	25/75	4,09 <sup>efg</sup>	6,93 <sup>bcd</sup>	5,14 <sup>bcd</sup>
	50/50	3,42 <sup>fgh</sup>	6,81 <sup>cde</sup>	5,09 <sup>cde</sup>
	75/25	3,06 <sup>gh</sup>	6,22 <sup>ef</sup>	4,73 <sup>ef</sup>
	100/0	2,68 <sup>hi</sup>	5,76 <sup>fg</sup>	4,09 <sup>fg</sup>
	Control	7,66 <sup>a</sup>	8,51 <sup>a</sup>	6,26 <sup>a</sup>
Chocolate	0/100	1,68 <sup>ij</sup>	5,04 <sup>hi</sup>	4,32 <sup>hi</sup>
	25/75	1,45 <sup>j</sup>	5,58 <sup>gh</sup>	4,68 <sup>gh</sup>
	50/50	1,76 <sup>ij</sup>	5,03 <sup>hi</sup>	4,49 <sup>hi</sup>
	75/25	1,28 <sup>j</sup>	5,10 <sup>hi</sup>	4,51 <sup>hi</sup>
	100/0	1,51 <sup>j</sup>	4,81 <sup>i</sup>	4,12 <sup>i</sup>
	Control*	6,38 <sup>b</sup>	7,26 <sup>bc</sup>	5,48 <sup>bc</sup>

Resultados reportados con las mismas letras dentro de cada conglomerado significan que existen diferencia significativa entre las medias ( $p < 0,05$ ). / Results reported with the same letters within each cluster mean that there is a significant difference between the means ( $p < 0,05$ ).

\*Control denota a la leche comercial de cada uno de los sabores que se utilizó como comparativo. / \*Control denotes commercial milk of each of the flavors that was used as a comparison.

## Discusión

La acidez y el pH de las leches saborizadas, aumentaron conforme se incrementó el porcentaje de leche de cabra en la mezcla. No obstante, la acidez de las leches de fresa y vainilla se incrementó más que el pH, debido a que este último solo cuantifica la fracción de los ácidos débiles que se encuentra disociada, mientras que la acidez los cuantifica en su totalidad (Da Luz, 2015).

En el caso de la acidez total, los sabores de fresa y vainilla tuvieron mayores resultados conforme aumentó la proporción de leche de cabra en la mezcla. Esos resultados fueron similares a los obtenidos en las leches saborizadas comerciales y leche cruda en el mercado (entre 0,100 y 0,140 de ATECAL y entre 6,50 y 6,80 para pH) (Hurtado, 2014). La leche con chocolate presentó un aumento de acidez en las mezclas con mayor y menor proporción de leche caprina. Este comportamiento pudo deberse a que la composición de las leches de chocolate

contiene una mayor cantidad de ácidos grasos de cadena corta, que se evidenciarían en la valoración con NaOH (Dadgostar et al., 2013).

La acidez de la leche de cabra depende del estado de lactación del animal del que se obtuvo la leche, debido a que las caseínas, sales minerales e iones son diferentes en cada fase de lactación. Si la leche se obtuvo de cabras en diferentes estados de lactación, la acidez puede ser variable entre muestras y proporciones de leche caprina en las mezclas (Álvarez, 2012; Sutariya et al., 2017).

La viscosidad de las leches saborizadas de fresa y vainilla presentaron una tendencia hacia valores elevados en las mezclas con la proporción más baja y alta de leche caprina. La diferencia entre los resultados obtenidos pudo deberse a que la leche de vaca se adquirió homogenizada, mientras que la leche de cabra se utilizó fresca sin homogenizar. La homogenización de la leche tiende a aumentar su viscosidad, lo que justificaría el hecho de que algunas leches saborizadas con mayores proporciones de leche de vaca presentaran una mayor viscosidad (Mercan et al., 2018; Valdivia, 2017). En cuanto a la leche saborizada de chocolate, la proporción de leche caprina en la mezcla afectó su viscosidad, ya que los valores obtenidos fueron mayores conforme la proporción de leche caprina fue mayor. Estos resultados concuerdan con los reportados por Clark et al. (2009), que asociaron los valores altos de viscosidad con mayor contenido de chocolate. Según sus conclusiones, esto se debe a que los consumidores no solo la prefieren, sino que esperan una mayor viscosidad, pues suelen relacionarla con una mayor cantidad de chocolate en estos productos.

La sustitución parcial de leche bovina con leche caprina no implicó una variación importante en su viscosidad. Este resultado podría indicar que esta característica no determinaría la diferencia entre las mezclas en un panel sensorial.

En cuanto al color, los resultados obtenidos no concuerdan con la teoría, según la cual, un aumento en la proporción de leche caprina provocaría un aumento en el parámetro  $L^*$  (luminosidad, en la que 0 representa el color negro y 100 el blanco). Este aumento se debería a que, en comparación con la leche bovina, la leche de caprina tiene un color más blanco, debido a que sus carotenoides se transforman más en retinol porque la enzima catalizadora de la reacción (15,15' dioxigenasa) actúa cinco veces más rápido en cabras que en vacas (Álvarez, 2012). Se han obtenido valores mayores de  $L^*$  en la leche entera, descremada y deslactosada de cabra, en comparación con la vaca, contrario a lo encontrado en este estudio (Álvarez, 2012). La causa principal de este resultado en el presente estudio podría ser el uso de cacao en polvo en la leche de chocolate y los colorantes en las leches de sabor a fresa y vainilla, ya que podrían disminuir las diferencias de color esperadas en las leches de ambos animales. Ausencia de diferencias significativas entre los colores de las leches saborizadas podría indicar que los consumidores no notarían un cambio en el aspecto al aumentar el porcentaje de leche de cabra en la mezcla.

El panel sensorial midió la interacción juez\*información para comprobar si tener más información sobre las mezclas influyó en el nivel de agrado de los jueces. Según los resultados, la información que se dio a los jueces sí afectó su nivel de agrado, ya que en algunos casos el saber que las leches saborizadas contenían leche de cabra aumentó el agrado, en otras lo disminuyó y en otras no lo afectó.

La interacción juez\*muestra evidencia que en los conglomerados primero y tercero los panelistas no mantuvieron el orden de preferencia hacia las muestras, mientras que, en el conglomerado segundo, se mantuvo al no tener un efecto significativo. La interacción muestra\*información demostró que el orden de preferencia en agrado hacia las muestras se mantuvo antes y después de que a los jueces se les brindara su composición.

Al brindarle información sobre las muestras a los panelistas, se obtuvo un mayor nivel de agrado, comportamiento que comparten los tres conglomerados, lo que es contrario a lo esperado según un estudio de Chacón et al. (2008), en el que mencionaron que en muchas ocasiones existe una expectativa a que la leche de cabra tenga características como mal sabor y olor, lo que hubiera llevado a los panelistas a juzgar las leches saborizadas bajo estas concepciones, sin embargo, una de las razones que podría explicar los resultados obtenidos, es que la mayoría de los panelistas fueron estudiantes del área agroalimentaria y quizás, saber que las leches saborizadas contenían una leche alternativa les ayudó a apreciar mejor el producto y, por ende, se vio un mayor nivel de agrado.

Al comparar las mezclas del experimento con la leche saborizada comercial Fresco Leche, de forma general se puede concluir que un aumento en la proporción de leche de cabra en las mezclas de chocolate no cambió el nivel de agrado de los panelistas. En el caso del sabor a fresa sí hubo diferencias significativas entre el nivel de agrado de las mezclas con leche caprina y la leche comercial. El sabor a vainilla solo presentó diferencias significativas cuando la proporción fue de 100/0 (solo leche de cabra). Al comparar estas diferencias y los resultados obtenidos, se puede establecer que la leche de menor agrado fue la de chocolate en los tres conglomerados y la de mayor costo de producción, ya que el uso del polvo de cacao aumentó los costos en comparación con los otros sabores. Una vez que finalizó el panel sensorial, una gran cantidad de panelistas mencionó que las leches de chocolate, tanto la comercial como las mezclas, presentaron una separación de fases y la presencia de sabores diferentes, lo que podría afectar la percepción del consumidor sobre el producto (Campaña, 2013). Esta podría ser la razón principal por la que el sabor a chocolate tuvo el menor agrado y que, con una solución a esta situación, podría aumentar el agrado general.

En las leches comerciales (Fresco leche), la preferencia fue mayor en todos los sabores, lo que podría deberse a que es un producto con el que los panelistas estaban familiarizados, lo que los puede llevar a que lo consideraran como un estándar de cómo debería saber una leche saborizada y que lo contrastaran con las muestras elaboradas en el estudio. Estas diferencias fueron más evidentes en el conglomerado primero, mientras que en el segundo y el tercero los valores de agrado no se vieron afectados de manera tan importante por la formulación, ya que con leche 100 % de vaca fue la segunda muestra de mayor agrado, con diferencias significativas con respecto al Fresco leche en los tres sabores evaluados.

El sabor de más agrado fue el de fresa, en una proporción 50/50 leche de cabra y vaca, ya que presentó diferencias significativas en comparación con mezclas con proporciones diferentes. Esta proporción permite que la inclusión de leche de cabra sea mayor, lo que es positivo porque la combinación de leches bovina y caprina puede resultar en un producto de mayor calidad nutricional al compararla con las leches 100 % de vaca o 100 % de cabra. Este alto valor nutricional se debe a que estas leches se complementan, ya que, en el caso de algunos nutrientes, cuando una leche presenta deficiencias, la otra contiene altas cantidades del mismo. Un ejemplo de ello se da en el caso de vitaminas y minerales (Chacón, 2010; García & Gastulo, 2018).

En el caso de que se quisiera anular la comparación con muestras de leche saborizada comerciales, se podría llevar a cabo un panel sensorial que incluya las muestras elaboradas con diferentes proporciones de leche de vaca y cabra, ya que la existencia y proceso de producción de leches saborizadas comerciales hace que sea muy difícil o imposible para los productores pequeños elaborar un producto similar o igual.

## Conclusiones

La formulación de leche saborizada de fresa con una relación leche vaca/cabra al 50 %, fue la que presentó no solo parámetros fisicoquímicos apropiados, sino que obtuvo un mayor nivel de agrado general, tanto cuando el panelista ignoraba la composición de la muestra como cuando sí la conocía.

El poseer información sobre la identidad de la muestra mejoró en todos los casos el agrado general manifestado. Las leches saborizadas con chocolate presentaron el menor agrado en toda la gama de tratamientos.

En términos del color no se mostraron diferencias significativas en los parámetros de  $a^*$  y  $b^*$  dentro de un mismo saborizado que pudieran ser asociados con la combinación de leches empleada. Solo para el parámetro de color  $L^*$  se generaron ligeras disminuciones al aumentar la cantidad porcentual de leche caprina.

## Referencias

- Álvarez, M. (2012). *Comparación de las características fisicoquímicas y sensoriales de leche de cabra entera, descremada y deslactosada (entera y descremada) con las respectivas leches análogas de vaca, y de natilla elaborada con ambos tipos de leche* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/2595>
- Argaman, N., Hadaya, O., Glasser, T., Muklada, H., Dvash, L., Mesilaty, R., & 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(2016), 2–8. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.12.003>
- Battro, P. (2010). *Quesos Artesanales* (1ª Ed.). Editorial Albatros.
- Bonilla, M., Kennedy, F., & Alvarado, F. (2019). Evaluación y análisis sensorial en la reducción de porcentaje de azúcar en leches saborizadas de consumo popular, mediante la reformulación de las mismas. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 8, 25–34. <https://doi.org/10.5377/payds.v8i0.8709>
- Burrows, J., Esanola, V., Amunátegui, R., Giacomozzi, J., & Barrera, D. (2016). *Perspectivas de la producción e industria de la leche de cabra*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura de Chile. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/cabras.pdf>
- Cámara Nacional de Industriales de la Leche. (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos* (1ª Ed.). Universidad Veracruzana. [https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro\\_blanco\\_de\\_la\\_leche.pdf](https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf)
- Campaña, D. (2013). *Plan de mejora continua de los procesos productivos para reducir los defectos en los productos lácteos elaborados por la Pasteurizadora San Pablo* [Tesis de Licenciatura, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4969/1/t808id.pdf>
- Chacón, A. (2005). Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, 16(2), 239–252. <https://doi.org/10.15517/am.v16i2.11878>
- Chacón, A. (2010). *Efecto de la exposición continua a la leche caprina en la preferencia de niños y niñas preescolares de diferentes clases sociales* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de Costa Rica.
- Chacón, A., Araya, Y., & Gamboa, M. (2008). Percepción y hábitos de consumo de la leche de cabra y sus derivados en los costarricenses. *Agronomía Mesoamericana*, 19(2), 241–250. <https://doi.org/10.15517/AM.V19I2.5006>
- Chacón, A., & Mora, 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, A., Pineda, M., & Méndez-Rojas, S. (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>
- Chen, B., Grandison, A., & Lewis, M. (2012). Comparison of heat stability of goat milk subjected to ultra-high temperature and in-container sterilization. *Journal of Dairy Science*, 95, 1057–1063. <http://doi.org/10.3168/jds.2011-4367>
- Clark, S., Costello, M., Drake, M., & Bodyfelt, F. (Eds.). (2009). *The Sensory Evaluation of Dairy Products* (2ª Ed.). Springer-Verlag New York. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-77408-4>

- Clúster Alimentario de Galicia. (2020). *Tendencias globales del sector lácteo*. <https://www.clusteralimentariodegalicia.org/wp-content/uploads/2020/07/tendencias-globales-sector-lacteo-2020-informe-clusaga.pdf>
- Dadgostar, P., Jariteh, R., Nateghi, L., & Yousefi, M. (2013). Evaluation and comparison the physicochemical properties of different commercial milk product. *European Journal of Experimental Biology*, 3(5), 102–105.
- Da Luz, J. (2015). *Análisis de los requerimientos y características de materiales poliméricos de empaque en el sector de la industria de alimentos en Costa Rica (Publicación N° 38710)* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio SIBDI de la Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/2832>
- Ellner, R. (2000). *Preguntas y respuestas sobre la microbiología de la leche y los productos lácteos*. Ediciones Díaz de Santos. <http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479784416.pdf>
- Figueredo, G. (2020). *La cabra para millenials: un diagnóstico frente a los conocimientos, actitudes y prácticas de la leche de cabra y sus derivados* [Disertación de Maestría no publicada]. Universidad EAFIT.
- García, T., & Gastulo, D. (2018). *Factores que influyen en la decisión de compra del consumidor para la marca Metro – Chiclayo* [Tesis de Licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo]. Repositorio de la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo. [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1039/1/TL\\_GarciaGrandaTatianaLiseth\\_GastuloChuzonDoritaNatali.pdf.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1039/1/TL_GarciaGrandaTatianaLiseth_GastuloChuzonDoritaNatali.pdf.pdf)
- Hadad, R., & Parr, A. (2018). *How to wash produce using a peracetic acid solution*. Cornell University. [https://rvpadmin.cce.cornell.edu/uploads/doc\\_676.pdf](https://rvpadmin.cce.cornell.edu/uploads/doc_676.pdf)
- Haenlein, G. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51(2), 155–163. <http://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.010>
- Hawthorn, J., & Rolfe, J. (Eds.). (2016). *Low Temperature Biology of Foodstuffs: Recent Advances in Food Science* (Vol. 4, 1<sup>st</sup> Ed.). Pergamon Press Ltd.
- Hernández, A. (2010). *Tratado de nutrición: Nutrición humana en el estado de salud* (Tomo 4, 3<sup>a</sup> Ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Hernández, E., Herrera, E., Hernández, E., Huerta, E., Méndez, F., Aquino, A., & Guzmán, I. (2010). *Productos no tradicionales de la leche de cabra: Helados y Yogurt*. Universidad Veracruzana. [https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro\\_lechero/Bienvenida\\_files/PRODUCTOSNOTRADICIONALESDELECHECABRA.pdf](https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/PRODUCTOSNOTRADICIONALESDELECHECABRA.pdf)
- Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambres, E., Gallardo, I., & Alves, L. (2006). Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, 17(6), 522–526. <http://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.07.002>
- Hoyo, P., & Hoyos, J. (2014). *Tratamientos previos de la leche, INAE 0209*. (1<sup>a</sup> ed.). IC Editorial.
- Hui, Y. (Ed.). (2006). *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering* (Vol. 4). CRC Press Taylor and Francis Group.
- Hunterlab. (2013). *Color flex EZ user's manual*. <https://www.hunterlab.com/es/colorflex-ez-user-manual-es.pdf>
- Hurtado, M. 2014. *Recepción y almacenamiento de la leche y otras materias primas*. IC Editorial. Málaga. España.
- Impastato Planelles, M. (2015, Marzo 20). *La leche de cabra en la alimentación humana*. Capraispana. <http://www.capraispana.com/la-leche-de-cabra-en-alimentacion-humana/>

- Jiménez, C. (2011). *Evaluación de las características químicas, físicas y sensoriales de un helado de leche con grasa vegetal y sabor a fresa y vainilla, utilizando leche caprina y bovina para su elaboración* [Tesis de Licenciatura, no publicada]. Universidad de Costa Rica.
- Juárez, C. (2020, 7 de mayo). *Prefieren leche saborizada a nivel mundial*. The Food Tech. <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/prefieren-leche-saborizada-a-nivel-mundial/>
- Kaylegian, K. E. (2021). *Introducción a la elaboración de leche líquida y leche saborizada*. Pennsylvania State University. <https://extension.psu.edu/introduccion-a-la-produccion-de-leche-fluida-y-leche-saborizada>
- Kirk, R., Sawyer, R., & Egan, H. (2012). *Composición y análisis de los alimentos de Pearson* (2ª Ed.). Grupo Editorial Patria.
- Latimer, G. (Ed.) (2019). *Official methods of Analysis* (21<sup>th</sup> Ed.). Association of Officiating Analytical Chemists.
- Li, X., Chen, M., Li, J., Zhao, X., Qin, Y., Chen, D., Wang, J., & Wang, C. (2020). Change in the structural and functional properties of goat milk protein due to pH and heat. *Journal of Dairy Science*, *103*, 1337–1351. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16862>
- Mahato, D. K., Keast, R., Liem, D., Russell, C., Cicerale, S., & Gamlath, S. (2020). Sugar reduction in dairy food: an overview with flavoured milk as an example. *Foods*, *9*(10), Article 1400. <https://doi.org/10.3390/foods9101400>
- Meghwal, M., Goyal, M., & Chavan, R. (Eds.). (2017). *Dairy engineering: Advanced technologies and their applications* (1<sup>st</sup> Ed.). CRC Press, LLC.
- Méndez, S. (2011). *Efecto de distintas proporciones de leche de cabra y leche de vaca sobre las características físicas y sensoriales de un dulce de leche* [Tesis de Licenciatura no publicada]. Universidad de Costa Rica.
- Mercan, E., Sert, D., & Akin, N. (2018). Effect of high-pressure homogenization on viscosity, particle size and microbiological characteristics of skim and whole milk concentrates. *International Dairy Journal*, *87*, 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.07.017>
- More, A. (2021). *Flavored milk market size is expected to reach USD 6268.2 million by 2026, from USD 5069.7 million in 2021, at a CAGR of 3.6%, segmented by top companies data*. The Express Wire. <https://n9.cl/nz81j>
- Neerven, J., & Savelkoul, H. (Eds.) (2020). *Cow's milk and allergy*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/books978-3-03928-029-2>
- Ocampo, G. 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 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 Publishing. <https://doi.org/10.1787/a0848ac0-es>
- Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *La leche en cifras*. <http://www.fao.org/assets/infographics/FAO-Infographic-milk-facts-es.pdf>
- Patel, A., Moghadam, S., Freedman, M., Hazarif, A., Fangg, M., & Allen, E. (2018). The association of flavored milk consumption with milk and energy intake, and obesity: A systematic review. *Preventive Medicine*, *111*, 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.02.031>

- Pérez-Hernández, K. A., Meneses-Orozco, K., Bouzas-Linares, S., Ortega, D., Ramírez-Moreno, E., & Valadez-Serrano, C. (2019). Evaluación del contenido nutrimental de leches saborizadas. *Educación y Salud Boletín Científico de Ciencias de la Salud del ICSa*, 14(7), 39–42. <https://doi.org/10.29057/icsa.v7i14.4453>
- Quirós, M. (2016). *Factibilidad técnica de la elaboración de un chocolate con leche de cabra y evaluación de sus características físico-químicas y sensoriales (Publicación 40154)* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio SIBDI de la Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/3883>
- Rojas, W. (2005). *Evaluación del efecto de diferentes proporciones de leche de vaca y leche de cabra sobre las características químicas, físicas y sensoriales de un yogurt batido de fresa* [Tesis de Licenciatura, no publicada]. Universidad de Costa Rica.
- Silverson. (2019). *Production of flavored milk drinks*. Silverson. [https://www.silverson.com/images/uploads/documents/F\\_Flavoured\\_Milk\\_Drinks\\_2016\\_US\\_1.pdf](https://www.silverson.com/images/uploads/documents/F_Flavoured_Milk_Drinks_2016_US_1.pdf)
- Smith, C., & Sherman, D. (2011). *Goat medicine* (2<sup>nd</sup> Ed.). John Wiley & Sons.
- Statista. (2019, Junio 11). *U.S. retail sales growth of flavored milk 2018, by brand*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/296166/us-retail-dollar-sales-of-flavored-milk-by-type/>
- Sutariya, S. G., Huppertz, T., & Patel, H. A. (2017). Influence of milk pre-heating conditions on casein–whey protein interactions and skim milk concentrate viscosity. *International Dairy Journal*, 69, 19–22. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.01.007>
- TETRAPAK®. (2020). *Flavoured milk: A growing demand*. TETRAPAK. <https://www.tetrapak.com/insights/food-categories/dairy>
- The Nielsen Company (US) LLC. (2020, Marzo). *Perspectivas del mercado de lácteos*. Cámara Nacional de Industriales de la Leche de México. <https://www.canilec.org.mx/wp-content/uploads/2020/03/Evoluci%C3%B3n-del-consumo-de-l%C3%A1cteos-en-M%C3%A9xico.pdf>
- Thompson, H., Ritchie, L., Park, E., Madsen, K., & Gosliner, W. (2020). Effect of removing chocolate milk on milk and nutrient intake among urban secondary school students. *Preventing Chronic Disease*, 17, Article 200033. <https://doi.org/10.5888/pcd17.200033>
- Valdivia, J. (2017). *Cambios físico químicos, sensoriales y nutricionales, debido a la evaporación de la leche fresca entera* [Trabajo monográfico de grado, no publicado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Villanueva, N., & Da Silva, M. (2009). Comparative performance of the nine-point hedonic, hybrid and self-adjusting scales in the generation of internal preference maps. *Food Quality and Preference*, 20(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.06.003>
- Wu, C. S., Guo, J., & Lin, M. (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>