

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Trabajo Final de graduación bajo la modalidad de Tesis presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos

Evaluación del efecto de distintas proporciones de leche de vaca y cabra sobre las características físicas, químicas y sensoriales de leches saborizadas

Elaborado por:

Luis Miguel Baquero Saldarriaga

B40805

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Agosto, 2020

Tribunal examinador

Proyecto de graduación presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos
como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de
Alimentos.

Elaborado por:

Luis Miguel Baquero Saldarriaga

Aprobado por:



Dra. Natalia Barboza Vargas

Presidenta del tribunal



Msc. Alejandro Chacón Villalobos

Director del proyecto



Msc. Marcía Cordero García

Asesora del proyecto



PhD. Elba Cubero Castillo

Asesora del proyecto



Lic. Diana Viquez Barrantes

Profesora designada

Dedicatoria

A Dios, a mi familia y a mis amigos y compañeros por todo el apoyo y por estar siempre durante este camino que ha sido la etapa más linda y la de mayor crecimiento.

Agradecimientos

A mi mamá, papá y mis hermanos por ser la mejor familia que alguien pudiera tener y por todo el apoyo durante esta etapa.

Al profesor Alejandro Chacón por ser el director del proyecto y siempre estar disponible para cualquier duda que tuviera durante toda la tesis.

A Luis y Giova que siempre me ayudaron con todo lo que necesité en el laboratorio de química de la escuela y que siempre hicieron esos días y tardes de laboratorio mucho más amenas y llevaderas.

A la profesora Marcía Cordero por todo el tiempo que siempre dedicó en ayudarme con la tesis y sus consejos para llevar el proyecto de la mejor forma

A la profesora Elba Cubero por toda la ayuda que siempre me dio en todo lo relacionado con análisis sensorial en la tesis.

A Camacho y Alonso que siempre estuvieron disponibles para ayudarme y explicarme todo lo que necesité en mis días en la Planta Piloto del CITA.

A la Estación Experimental Alfredo Volio Mata por proveerme con las leches crudas que necesité y con todos los análisis de las mismas.

A Pao, Felipe, Steph y las asistentes del laboratorio de sensorial que me ayudaron demasiado en los días de panel sensorial de la tesis que fueron los días más complicados y estresantes de todo el proyecto. Y a Adrián que varias veces me ayudó montones en la producción de las leches saborizadas.

A Eri, José e Ire que me ayudaron en uno de los cursos que se me complicó más en toda la carrera y que me tenían tanta paciencia cada vez que estudiábamos juntos.

A esos amigos que estuvieron en las estudiadas hasta tarde en la biblioteca de agro y en las salidas después de esas estudiadas. Esos momentos hicieron mucho más llevaderos los finales de semestre y el estrés de estos.

A la escuela de Tecnología de Alimentos en general, porque creo que si algo caracteriza a nuestra escuela es la solidaridad, el apoyo y siempre estar ahí para los nuestros cuando lo necesitan.

INDICE GENERAL

Tribunal examinador.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de figuras.....	vii
Índice de cuadros.....	viii
Resumen.....	x
1. Justificación.....	1
2. Objetivos.....	5
3. Marco teórico.....	6
3.1 Leche.....	6
3.2 Comparación nutricional entre las leches de cabra y vaca	6
3.3 Situación de la caprinocultura en Costa Rica.....	8
3.4 Antecedentes de productos realizados con leche de cabra en Costa Rica.....	10
3.5 Leches saborizadas.....	12
3.6 Proceso de elaboración de leches saborizadas.....	12
3.6.1 Descremado y estandarización.....	13
3.6.2 Homogeneización.....	13
3.6.3 Pasteurización.....	14
3.6.4 Empaque y enfriamiento.....	15
3.6.5 Almacenamiento.....	15
3.7 Características fisicoquímicas importantes de la leche	16
3.7.1 pH.....	16
3.7.2 Acidez titulable.....	16
3.7.3 Viscosidad.....	18
3.7.4 Color.....	18
3.8 Análisis sensorial.....	20
3.9 Ficha técnica.....	21

4. Materiales y métodos.....	22
4.1 Localización del estudio.....	22
4.2. Materiales	22
4.2.1. Materia prima	22
4.2.1.1. Leches de vaca y cabra.....	22
4.2.1.2 Colorantes y saborizantes.....	22
4.2.1.3 Azúcar.....	23
4.2.1.4 Conservantes.....	23
4.2.1.5 Material de empaque.....	23
4.3 Métodos de análisis.....	23
4.3.1 Tratamiento de materia prima y formulación.....	23
4.3.2 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos.....	25
4.3.2.1 Análisis fisicoquímicos de las leches frescas.....	27
4.3.2.2. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de leches saborizadas.....	27
4.3.3 Diseño experimental para análisis fisicoquímicos.....	28
4.3.4 Análisis sensorial.....	29
4.3.4.1 Metodología análisis sensorial.....	29
4.3.4.2 Diseño experimental para análisis sensorial.....	29
4.3.5 Análisis de datos.....	30
5. Resultados y discusión.....	31
5.1 Acidez titulable y pH.....	31
5.2 Viscosidad.....	34
5.3 Color.....	36
5.4 Análisis sensorial.....	38
5.5 Ficha técnica.....	47
5.5.1 Introducción.....	47

5.5.2 Descripción del producto.....	47
5.5.3 Materia prima, aditivos y proveedores.....	47
5.5.4 Equipos necesarios y proveedores.....	49
5.5.5 Formulación.....	49
5.5.6 Especificaciones del proceso.....	50
5.5.7 Puntos de control del proceso.....	51
5.5.8 Puntos críticos para asegurar la inocuidad del producto.....	52
5.5.9 Rendimiento.....	53
5.5.10 Empaque recomendado.....	53
5.5.11. Análisis recomendado.....	54
6. Conclusiones.....	55
7. Recomendaciones.....	56
8. Referencias.....	57
9. Anexos.....	65

INDICE DE FIGURAS

3.7.4.1. Espacio de color en las coordenadas CIE L*a*b*.....	19
4.3.1.1 Diagrama de flujo para la elaboración de leches saborizadas a partir de leche de vaca y cabra.....	24
5.4.1 Dendograma de conglomerados de panel sensorial realizado a 110 panelistas.....	39
5.5.6.1 Diagrama de flujo para la elaboración de leches de cabra y vaca sabor fresa.	51
B1. Acuerdo de participación utilizado para los paneles sensoriales realizados ...	76

INDICE DE CUADROS

4.3.1.1 Formulación utilizada en la elaboración de leches saborizadas de vainilla y fresa.....	26
4.3.1.2 Formulación utilizada en la elaboración de leches saborizadas de chocolate.....	26
5.1 Análisis de varianza de parámetros fisicoquímicos evaluados.....	31
5.1.1 pH de leches de distinto sabor y diferentes proporciones de leche de cabra y vaca y prueba de medias Fischer LS realizada	32
5.1.2 Acidez total expresa como ácido láctico (ATECAL) de leches de distinto sabor y diferentes proporciones de leche de cabra y vaca y prueba de medias Fischer LS realizada	33
5.2.1 Viscosidades de leches de distinto sabor y diferentes proporciones de leche de cabra y vaca y prueba de medias Fischer LSD realizada	34
5.3.1 Parámetros de color L*, a* y b* de leches de diferentes sabores con distintas proporciones de leche de cabra y de vaca, así como comparación de medias Tukey HSD	36
5.4.1. Composición porcentual de los conglomerados respecto al total de panelistas.....	38
5.4.2 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable agrado general y probabilidad asociada para los tres conglomerados.....	39
5.4.3 Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable información para el conglomerado 1.....	40
5.4.4 Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable muestra para el conglomerado 1.....	40
5.4.5. Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable información para el conglomerado 2	42
5.4.6 Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable muestra para el conglomerado 2.....	42
5.4.7 Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable información para el conglomerado 3.....	43
5.4.8 Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable muestra para el conglomerado 3.....	44

5.5.3.1 Información de ingredientes y aditivos utilizados en la elaboración de leche de cabra y vaca sabor fresa	48
5.5.3.2 Proveedores alternativos para los ingredientes y aditivos necesarios en la elaboración de leche de cabra y vaca sabor fresa.....	48
5.5.4.1 Equipos necesarios para la elaboración del producto y los proveedores de los mismos.....	49
5.5.5.1. Formulación base de la leche saborizada de fresa a partir de leche de cabra y leche de vaca.....	49
5.5.8.1 Definición de los puntos críticos de control (PCC) en el proceso de elaboración de leche de cabra y vaca sabor fresa.....	53
5.5.10.1 Posibles proveedores de empaques plásticos para el producto.....	54
A1 Valores de acidez total expresada como ácido láctico (ATECAL), para leches de distintos sabores y distintas proporciones de leche de cabra y de vaca.....	65
A2 Viscosidad para leches de distintos sabores y distintas proporciones de leche de cabra y de vaca determinadas con viscosímetro de Ostwald a 30°C.....	66
A3 Parámetros de color a*, b* y L* de leches de distintos sabores y distintas proporciones de leche de cabra y vaca.....	67
A4 Valores de pH para leches de distintos sabores y distintas proporciones de leche de cabra y de vaca.....	72
A5 Recuento total aerobio realizado posterior a pasteurizar la leche saborizada de chocolate 100% leche de cabra.....	74
B1 Información presentada a los panelistas para posterior evaluación de agrado general de muestras.....	75
B2 Análisis de varianza de variable agrado en conglomerado 1 de panelistas.....	77
B3 Análisis de varianza de variable agrado en conglomerado 2 de panelistas.....	77
B4 Análisis de varianza de variable agrado en conglomerado 3 de panelistas.....	78
C1 Valores promedio de análisis proximal de leches de vaca y cabra utilizadas en la elaboración de leches saborizadas.....	79

Resumen

Baquero Saldarriaga, Luis Miguel

Evaluación del efecto de distintas proporciones de leche de vaca y cabra sobre las características físicas, químicas y sensoriales de leches saborizadas

Tesis de Licenciatura de Ingeniería de Alimentos. – San José, CR.:

L. Baquero S., 2020.

93 h.: 5 il, 83 ref

Se determinó el efecto de cinco diferentes proporciones de leche caprina y bovina sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de leches de tres sabores distintos, para el establecimiento de la mejor formulación y la elaboración de una ficha técnica con base en esta.

Las muestras se analizaron por triplicado siete días después de haber sido producidas. Se midieron las variables fisicoquímicas de pH, acidez total, color instrumental mediante los parámetros L^* , b^* y a^* y viscosidad. Además, se realizó un panel de agrado general con 110 panelistas utilizando una escala híbrida lineal, los panelistas evaluaron las muestras antes y después de conocer la composición de las mismas.

Para los parámetros fisicoquímicos se dio una disminución en el pH y un aumento en la acidez total de las leches saborizadas al aumentar la proporción de la leche de cabra, presentando el sabor chocolate los menores pH y mayor acidez.

En el caso de la viscosidad para los sabores de vainilla y fresa no se observó ninguna tendencia entre las diferentes proporciones de leche; mientras que en el

sabor chocolate sí se dio un aumento en la viscosidad al aumentar la proporción de leche de cabra, y este sabor fue el que presentó mayores viscosidades.

En la evaluación instrumental del color no se obtuvo ninguna tendencia definida para los parámetros a^* y b^* y L^* al variar las proporciones de leches. En el análisis sensorial se obtuvieron tres conglomerados de panelistas (15,5%, 48,1% y 36,4% del total de panelistas). La leche sabor fresa con una proporción de leche de cabra/vaca 50/50 fue el producto más adecuado, esto debido a que presentó el tercer agrado general más alto entre las muestras no comerciales evaluadas para el conglomerado mayoritario (conglomerado 2); permitiendo así la inclusión de una mayor proporción de leche de cabra.

LECHE DE CABRA, LECHE DE VACA, LECHE SAVORIZADAS, FRESA, CHOCOLATE, VAINILLA, COLOR INSTRUMENTAL, ACIDEZ TOTAL, VISCOSIDAD, ANÁLISIS SENSORIAL.

M. Sc. Alejandro Chacón Villalobos

Estación Alfredo Volio Mata / Escuela de Tecnología de Alimentos

1. Justificación

La leche de cabra es un alimento de gran importancia y que se consume a nivel mundial, se estima que una mayor cantidad de personas ingieren leche de cabra que leche de vaca, se reporta que alrededor de un 50% de la población mundial consume leche de cabra. Además, este alimento es un ingreso económico importante en muchas regiones ya que su producción suma un 2% del total de leche a nivel mundial (FAO, 2013). Países en vías de desarrollo, Asia (India) son los mayores productores del mundo (FAO, 2013). En Francia, su demanda se ha duplicado en la última década; además, el consumo de productos a base de leche de cabra, como leches fermentadas, yogurt, quesos frescos y cremas aumentó en un 35% en el año 2015 y un 40% en el caso del yogurt (Burrows *et al.*, 2016).

En Costa Rica, el sector lácteo bovino está en constante crecimiento, y es uno de los más importantes de la región. Esto se evidencia en que la producción de lácteos en 2012 representó cerca del 11,8% del valor agregado del sector agropecuario, superado únicamente por banano y café, la de leche presentó un crecimiento de 242,3% entre 1980 y 2013, y en el 2015 se presentó el consumo per cápita más alto de todo Centroamérica con 216,08 kg, siendo esto casi el doble del promedio de la región (CNPL, 2015).

A pesar de su alta producción y consumo, al contrario que en otras regiones, la leche de cabra en Costa Rica es producida en una cantidad mucho menor que la de vaca, además es mucho menos consumida. Según un estudio realizado a la población costarricense, el bajo consumo de esta leche se atribuye a la escasa disponibilidad del producto, al desconocimiento del mismo y a la percepción de un sabor particular (Chacón *et al.*, 2008). Por otro lado, en el mercado nacional de lácteos a base de leche de cabra, los quesos, el yogurt y el dulce de leche son los más producidos, por lo cual es un mercado que se podría diversificar aún más, y es por esto también que en distintas tesis de estudiantes de la Universidad de Costa Rica se han realizado chocolates, natilla y helados a base de leche de cabra (Álvarez, 2012; Jiménez, 2011; Quirós, 2016).

La situación actual de los productores de leche de cabra en Costa Rica es complicada ya que es un gremio que cuenta con poca organización y la producción se suele enfocar en mercados locales. A nivel de academia, los esfuerzos de instituciones públicas han sido exitosos, sin embargo, existe una dificultad para transferir esto y lograr una mejora económica en el sector caprino. Además de esto, los productores expresan que las mayores dificultades para el mercado son una baja demanda, una falta de políticas estatales y desconocimiento en general del producto por parte de los consumidores. A pesar de esto, la mayoría de productores tienen una perspectiva optimista de la situación ya que expresan que el mercado tiene futuro, que es una posibilidad de negocio y que esperan que el mercado se amplíe (Chacón & Mora, 2017).

La leche de cabra también presenta beneficios nutricionales en comparación con la de vaca, entre estos se encuentran: una mayor cantidad de vitamina A (aproximadamente el doble que la leche de vaca) (Richardson, 2004). Una menor cantidad de lactosa lo cual se relaciona directamente con una menor incidencia de casos de intolerancia (Shimazaki *et al.*, 1991), una mayor cantidad de fósforo que ayuda nutricionalmente a las personas que tienen una dieta basada en el consumo de raíces de plantas, frutas y vegetales verdes y junto con las proteínas también ayudan a una mayor capacidad *buffer* (Rodden, 2004).

Además, los glóbulos grasos de la leche de cabra tienen un menor tamaño que los de leche de vaca (2 μ m y 3-5 μ m respectivamente) lo cual los hace mucho más digeribles, además de que contiene una cantidad mayor de ácidos grasos de cadena corta, media y larga (Argaman *et al.*, 2015; University of Maryland 1992), una cantidad mucho mayor de β -caseína que de α -s-1 caseína (caseína responsable de la mayoría de alergias), lo cual explica como los infantes que presentan intolerancia a la leche de vaca respondan tan bien a la leche de cabra (Maree, 1978). Sin embargo, la leche de cabra también presenta algunas deficiencias nutricionales en comparación con la leche de vaca, entre estas se encuentran: una menor cantidad de ácido fólico, hierro y vitaminas del complejo B (Chacón, 2005; Caballero *et al.*, 2015).

Dado lo anterior, la combinación de estas dos leches permitiría generar productos con un mayor y más completo contenido nutricional (Chacón, 2005). Además, se ha evidenciado que la combinación también podría traer beneficios en la estabilidad del producto final, tal es el caso de yogurt elaborado con leche de cabra y vaca en el cual se logró una disminución de la sinéresis al utilizar una proporción de 70% y 30%, respectivamente (Rojas, 2005). Además, en el aspecto sensorial se ha evidenciado que con la inclusión de leche de cabra en determinados porcentajes se ha logrado igualar o mejorar el agrado de los productos elaborados únicamente con leche de vaca (Chacón *et al.*, 2013).

Como se ha mencionado antes, se ha investigado el efecto de distintas proporciones de leche de cabra y de vaca en distintos productos lácteos (yogurt, dulce de leche, chocolate, natilla y queso), sin embargo, este efecto no se ha evaluado para leches saborizadas. El rendimiento del proceso es muy alto, siendo el descremado la única etapa en que se dan pérdidas (sin embargo, la mayoría de la grasa se reintegra durante la estandarización). Además, los equipos necesarios para realizarlas son pocos, siendo el principal la marmita para pasteurizar el producto, debido a ello, este producto podría ser una opción rentable para los productores de leche de cabra. Por último, en un estudio realizado por Chacón (2010), para determinar el agrado en población infantil de leche de cabra y vaca sabor chocolate, el producto presentó un agrado importante entre esta población, por lo cual ya se cuentan con antecedentes que respaldan que este producto podría poseer un importante agrado general.

El producto en estudio podría tener un potencial importante, ya que se reporta que en el mercado de leches saborizadas se ha dado un aumento considerable en los últimos años, siendo una forma alternativa de consumir leche, además, acciones como la reducción azúcar en las formulaciones, puede aumentar las ventas y disminuir el contenido calórico del producto (Patel *et al.*, 2018). Por último, se prevé un crecimiento aún mayor de ventas de leches saborizadas en países en vías de desarrollo, específicamente países de América Latina (Tetrapak®, s.f).

El presente trabajo final de graduación pretende sumar a los esfuerzos realizados por la Universidad de Costa Rica para la producción de lácteos a base de leche de cabra, dándole un valor agregado a esta, y de esta forma apoyar con alternativas de producción al sector caprinocultor del país, ya que, mediante productos distintos es posible alcanzar un mayor mercado y que estos productos puedan tener un mayor agrado en los consumidores.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

- Determinar el efecto de cinco diferentes proporciones de leche caprina y bovina sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de leches de tres sabores distintos, para el establecimiento de la mejor formulación y la elaboración de una ficha técnica con base en esta.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de cinco distintas proporciones de leche caprina y bovina, sobre las propiedades fisicoquímicas de leches de tres sabores distintos.
- Determinar el efecto de cinco distintas proporciones de leche caprina y bovina sobre las características sensoriales de leches de tres sabores distintos mediante paneles de agrado general.
- Facilitar el acceso de los productores de leche caprina a la información obtenida mediante la elaboración de la ficha técnica del producto, que, según criterio técnico, presente las mejores características fisicoquímicas y sensoriales.

3. Marco teórico

3.1 Leche

Según la FAO (2001) se define leche como: *“La secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior”*.

También puede ser descrita la leche como una suspensión coloidal que está compuesta de manera general por glóbulos de grasa, proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua; tanto la naturaleza como la cantidad de estos componentes en la leche varía entre especies de mamíferos, también entre la misma especie debido a factores genéticos, ambientales, salud del animal y etapa de lactancia (Tamine, 2009).

Según datos de la FAO (2013) el 83% de la leche producida mundialmente proviene de ganado vacuno, el 14% de búfalos, el 2% de cabras y el porcentaje restante de otras especies como ovejas, camellos, caballos y yaks.

3.2. Comparación nutricional entre las leches de cabra y vaca

Hay diferencias importantes a nivel nutricional entre la leche de cabra y de vaca, entre estas se encuentran que la grasa de la leche de cabra, presenta en general una mayor digestibilidad, esto se atribuye a distintos factores entre los que se destaca un menor tamaño de los glóbulos grasos, lo cual facilita el ataque de enzimas digestiva y mayores proporciones de ácido linoleico y ácidos grasos de cadena corta (Hernández, 2010). Sin embargo, este factor también propicia una descomposición más rápida de la leche cruda y exige más cuidados en su manejo, esto se debe a que al tener un menor tamaño los glóbulos de grasa, estos se encuentran más propensos a sufrir hidrólisis catalizada por lipasas, propiciando una mayor rancidez lo cual afecta también características sensoriales como olor y sabor (Chacón, 2005).

En cuanto a proteína, el tamaño de las micelas de caseína en la leche de cabra es menor que en la leche de vaca y se caracterizan por contener una mayor cantidad de glicina y una menor cantidad de aminoácidos azufrados, en especial metionina (Alais 1985; Capra, 2004). Respecto al valor biológico de estas proteínas, existe información contradictoria sobre cual es mayor, sin embargo, se concuerda en que estos valores son muy parecidos entre las leches de las dos especies (aproximadamente 90,9% para leche de cabra y 90,4% para la de vaca) (Belewu y Aiyegbusi, 2002; Singh y Singh 1985).

En cuanto a la composición de estas proteínas, se reporta que las de leche de cabra son en mayor parte β - caseínas y α -s-2 caseínas, mientras que las de leche de vaca son α -s-1 caseínas; este último tipo de caseínas se ha determinado como el responsable de la mayoría de alergias asociadas a la leche de vaca, esto explicaría por qué los niños que son alérgicos a la leche de vaca no suelen presentar esta condición con la leche de cabra (Neerven & Savelkoul, 2020) Sumado a lo anterior, la leche de cabra presenta un menor contenido de lactosa que la de vaca (entre 1% y 13% menos), esto también se encuentra directamente relacionado con el hecho de que la leche de cabra presente menores problemas de intolerancia que la leche de vaca (Shimazaki *et al.*,1991).

Respecto al contenido de vitaminas, la leche de vaca contiene cinco veces más vitamina B₁₂ que la de cabra, también, el contenido de ácido fólico es 12 veces mayor (USDA *et al.*, 2004). En el caso de la vitamina A, la leche de cabra posee un 100% más que la leche de vaca, esto se explica debido a que todos los carotenoides se encuentran convertidos en esta vitamina (Richardson, 2004), también, la leche de cabra contiene un 350% más de niacina que la leche de vaca y un 25% más de vitamina B₆ (Rodden, 2004).

Por último, en el caso de los minerales, la leche de cabra aporta 13% más de calcio que la de vaca además de una mayor cantidad de magnesio, por otra parte, el hierro, cobalto, magnesio y molibdeno se encuentran en mayor cantidad en la leche de vaca; en el caso del cloro y el potasio estos se encuentran en mayor

cantidad en la leche de cabra en un 0,151% y 134% respectivamente (Maree, 1978; Rodden, 2004; Dostaloya, 1994).

Dado lo anterior, la combinación de estas dos leches permitiría generar productos con un mayor y más completo contenido nutricional (Chacón, 2005). Además, se ha evidenciado que la combinación también podría traer beneficios en la estabilidad del producto final, tal es el caso de yogurt elaborado con leche de cabra y vaca en el cual se logró una disminución de la sinéresis al utilizar una proporción de 70:30 respectivamente (Rojas, 2005). Además, en el aspecto sensorial se ha evidenciado que con la inclusión de leche de cabra en determinados porcentajes se ha logrado igualar o mejorar el agrado de los productos elaborados únicamente con leche de vaca (Chacón *et al.*, 2013).

3.3. Situación de la capricultura en Costa Rica

En el mundo, una mayor cantidad de personas consumen leche de cabra que de vaca, sin embargo, esta leche se sigue asociando en la mayoría de ocasiones con poblaciones de bajos ingresos ya que su producción requiere de menores cuidados e inversión inicial que las vacas. Esta leche se produce en mayor medida en países en vías de desarrollo, siendo India, Bangladesh y Pakistán los principales productores en el mundo (FAO, s.f).

En distintos países, se puede encontrar una gran variedad de productos elaborados con leche de cabra entre los que se encuentran: quesos, obleas, natillas y yogurt y se ha reportado que el consumo de la misma ha aumentado en los últimos años. Se le han atribuido características de alta calidad, así como de propiedades nutritivas deseadas, siendo las más importantes, que estos productos pueden ser consumidos por población alérgica a los lácteos bovinos y que se pueden desarrollar alimentos funcionales a partir de la leche de cabra (Hernández *et al.*, 2010).

En contraste con lo anterior, en Costa Rica la producción de leche de cabra y sus derivados aún presenta dificultades importantes ya que los esfuerzos públicos que se han realizado, si bien han tenido éxito en el ámbito académico,

no se han podido implementar de manera eficiente y eficaz en la producción de esta leche, por lo cual no se ha beneficiado directamente a los productores (Dubeuf *et al.*, 2004).

En Costa Rica, al igual que en otros países la comercialización de productos a base de leche de cabra, se ha enfocado en mercados locales y sigue siendo una producción en su mayoría artesanal (Boyazoglu *et al.*, 2005). También, los productores no suelen formar parte de un gremio y trabajan de forma totalmente independiente, según un estudio realizado por Chacón & Mora (2017), el 66% de los productores no se encuentran asociados a ningún gremio ni asociación.

Otro de los principales problemas del sector es que se cuenta con poco apoyo institucional, según Chacón & Mora (2017), un 83% de los productores del sector afirma nunca haber recibido este apoyo público ni privado, el restante 17% que sí ha recibido apoyo institucional menciona que los principales entes que han brindado esta ayuda son el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Por otro lado, en este mismo estudio al consultar a los productores caprinos acerca de las limitaciones del sector estos mencionaron que el desconocimiento del consumidor y la poca demanda de estos productos son las principales. Lo anterior se puede deber a diferentes factores; en el estudio realizado por Chacón *et al.* (2007) se determinó que las principales razones por las que la población costarricense evaluada no consume leche de cabra ni sus derivados son por la dificultad de conseguir el producto, por características sensoriales como sabor y olor y por desconocimiento de los productos.

En el área de producción y calidad también se encuentran problemas importantes, en el estudio realizado por Chacón & Mora (2019), se determinó que la gran mayoría de los capricultores tienen problemas para lograr la homogeneidad en sus productos, presentando estas diferencias entre lotes. Otros problemas que se encontraron en el proceso de elaboración fueron: bajos rendimientos de elaboración y problemas de textura especialmente en el ámbito

quesero, la baja vida útil de los productos frescos, y la sobre acidificación de la leche previamente al procesamiento. En cuanto a calidad, solo se realizan pruebas a los productos terminados y estas son solo sensoriales, en cuanto a controles microbiológicos en el estudio mencionado, solo 1 de 10 Pymes los realizaban, es por esto que se requiere una mayor capacitación de los capricultores, promoviendo también el uso de controles en el proceso que permitan una mayor calidad y homogeneidad en los diferentes lotes.

Según lo anterior, el sector productor de leche de cabra tiene importantes oportunidades de mejora: se podrían enfocar en dar a conocer sus productos y los beneficios de los mismos, ya que la población costarricense que sí los conoce les atribuyen características tales como: nutritiva, saludable y medicinal (Chacón *et al.*, 2008).

Normalmente, se atribuyen olores y sabores desagradables a la leche de cabra y sus productos derivados, esto se asocia en mayor medida a la descomposición de sus ácidos grasos, producto de la acción de lipasas y a la posterior rancidez de los mismos; la cual se evita aplicando una pasteurización adecuada que inactiva esta enzima (Chacón, 2005). Otra práctica que permite evitar características sensoriales indeseadas es no permitir la estancia del macho cabrío cerca de donde se produce o almacena la leche (University of Mariland, 1992). Es por esto que cuando se les atribuyen propiedades sensoriales desagradables a los productos lácteos caprinos la causa es un mal manejo de la leche cruda.

3.4 Antecedentes de productos realizados con leche de cabra en Costa Rica

En proyectos anteriores, se han realizado distintos productos que buscan mediante mezclas de leche de cabra y de vaca mejorar las propiedades sensoriales y nutricionales de los productos que contendrían solamente un tipo de leche. Entre estos productos se encuentran:

a) Helados: En este proyecto no se encontraron diferencias significativas en el agrado general del producto ni en sus características fisicoquímicas según el tipo de leche que se utilizó en su elaboración (leche de cabra o de vaca), por lo cual sería factible obtener características sensoriales y químicas similares a los helados de leche de vaca, utilizando únicamente leche de cabra (Jiménez, 2011).

b) Dulce de leche: De manera general, el dulce de leche preparado con 50% leche de cabra fue el que obtuvo una mayor calificación en la prueba de agrado general realizada, además se obtuvieron ligeras variaciones de color al aumentar el porcentaje de inclusión de leche de cabra, así como un descenso en el pH y un aumento en los sólidos solubles al aumentar este porcentaje (Méndez, 2011).

c) Yogurt batido de fresa: Para la población estudiada, el yogurt que presentó mayor agrado general fue el elaborado con 30% de leche de cabra, el color del mismo también presentó una alta aceptación de su color y a su vez presentó menor sinéresis que el yogurt preparado únicamente con leche de vaca (Rojas, 2005).

d) Chocolate: En este proyecto a los panelistas les agradó en mayor medida los chocolates que solo contenían leche de vaca, sin embargo, en uno de los conglomerados (47,3% del total de panelistas) se obtuvo que es posible la inclusión de leche de cabra en polvo en el producto (23,3% de la formulación base del chocolate), siendo este factible en cuanto a producción además de que contaría con un mercado meta según el análisis sensorial realizado (Quirós, 2016).

3.5. Leches saborizadas

Las leches saborizadas son productos lácteos que se elaboran con leche, azúcar y saborizantes; a menudo se enriquecen con vitaminas y minerales para mejorar su calidad nutricional. Este producto representa una forma alternativa de consumo de leche para los niños, siendo esta población su principal mercado meta. En la actualidad, el mercado de leches saborizadas se enfoca en ampliar su población meta a población más adulta y a la reducción de azúcar sin alterar las propiedades nutricionales de las mismas; también se busca que estos representen una comida de conveniencia, fácil consumo y nutritiva para población de mayor edad (Tetrapak®, s.f). Los sabores que más se consumen son chocolate, fresa y vainilla, siendo chocolate el que más se ingiere a nivel mundial (Statista, 2019).

La leche saborizada de cabra es un producto que no ha sido estudiado de mayor forma, en otros países se comercializa sobretodo la leche sabor chocolate y fresa (UK Farm, s.f; Alita, s.f), en el país, solo una empresa PYME produce leche de cabra saborizada en polvo, sin embargo, a nivel industrial esta no se produce en forma fluida (Chacón & Mora, 2019). Los productos de leche de cabra que más se han analizado e investigado son: queso, helados y productos fermentados como el yogurt. En el caso de leche fluida de cabra, las investigaciones se centran en el efecto del porcentaje de grasa en el agrado de consumidores o de los posibles beneficios del consumo de esta leche. En el estudio realizado por Chacón (2010), se evaluó si infantes de cinco años preferían leches achocolatadas de cabra y vaca a la leche azucarada o sin añadir otros ingredientes, y se obtuvo que el agrado de la leche sabor chocolate tendía a ser mayor, por lo cual esto plantea una posibilidad de aumentar el consumo de leche de cabra al saborizarla.

3.6 Proceso de elaboración de leches saborizadas

El proceso de elaboración de leches saborizadas presenta las siguientes etapas y operaciones:

3.6.1 Descremado y estandarización

Esta operación consiste en la separación de la grasa de la leche, esto se basa en la diferencia de densidad entre ambas fases; usualmente se emplean dos métodos para el descremado de la leche, estos son: centrifugación y afioramiento (Battro, 2010).

La centrifugación consiste en hacer pasar la leche por una cantidad determinada de platos cónicos, la cual puede variar según modelos y tipos de equipo (la utilizada en el presente estudio cuenta con 24 platos), además de la eficacia requerida de la separación. Estos giran a altas velocidades separando así la leche y la grasa. Finalmente, la grasa (crema) sale por un conducto y la leche descremada por otro. Es importante que esta operación se lleve a cabo a una temperatura aproximada de 37°C - 40°C para obtener rendimientos mayores. Por otra parte, el afioramiento es usado principalmente por pequeños productores y consiste en dejar en reposo la leche durante horas en recipientes poco profundos promoviendo así la separación de la grasa hacia la parte superior del recipiente, seguido, mediante una llave en la parte inferior del recipiente se obtiene la leche descremada. Regulando el tiempo y temperatura de esta operación se puede obtener leche con un contenido de grasa muy bajo. Posteriormente en la operación de estandarización, se mezclan la grasa y la leche en las proporciones deseadas según el producto a elaborar (Battro, 2010).

3.6.2 Homogeneización

La homogeneización es una operación muy utilizada en distintas industrias como las de salsas, jugos, aderezos y lácteos, su función principal es la de estabilizar productos líquidos o semilíquidos compuestos por mezclas y mejorar la textura de los mismos. En la industria láctea, esta se emplea para que la fracción grasa de la leche se mantenga en emulsión, es decir, que no se separe de la misma (Hoyo & Hoyos, 2014).

Para que la fracción grasa no se separe de la leche, en la homogeneización se disminuye el tamaño de los glóbulos de grasa hasta diámetros de 1 μm , lo cual también aumenta la digestibilidad y disponibilidad de la grasa láctea (Aranceta & Serra, 2004). Esta disminución del tamaño de los glóbulos se logra mediante la aplicación de altas presiones a la leche debido al cambio de diámetro en los conductos internos del equipo, provocando así fenómenos de choque, turbulencia y cavitación en la leche responsables del rompimiento de los glóbulos de grasa. En esta operación a mayor presión aplicada por el equipo se obtiene un menor tamaño de los glóbulos de grasa y a mayores temperaturas de operación, la viscosidad de la leche disminuye, propiciando una mejor dispersión de la grasa en la leche y por ende se rompen más fácilmente los glóbulos de la misma. (Hoyo & Hoyos, 2014).

3.6.3 Pasteurización

En la industria láctea esta operación es muy utilizada, debido a que elimina la mayor parte de la flora microbiana contenida en la leche, además de la inactivación de enzimas como lipasas que pueden afectar las características sensoriales del producto. Existen varias combinaciones de tiempo y temperatura de calentamiento para lograr la estabilidad microbiológica de los productos lácteos, siendo el proceso de UAT (Ultra alta temperatura, 115°C por 3 segundos) acompañado con una operación posterior de envasado aséptico, el más utilizado en la industria para lograr productos estables a temperatura ambiente (Hernández *et al.*, 2003). En el caso de los productores de leche caprina en Costa Rica, la pasteurización empleada es de 65°C por 30 minutos, usualmente en marmitas de manufactura artesanal (Chacón & Mora, 2019). En la pasteurización, el control de la temperatura y el tiempo de operación es de suma importancia ya que tiempos o temperaturas menores a las establecidas pueden comprometer la inocuidad del producto y por otro lado una temperatura o tiempo excesivos puede provocar defectos de calidad como: cambios de color, sabor a cocido, caramelización y ligero sabor azufrado, además de pérdidas en micronutrientes como vitaminas (Robinson, 2005).

En el caso de la leche caprina, esta presenta una menor estabilidad a tratamientos térmicos que la bovina, esto se debe principalmente al pH, la hidratación de las micelas y a la fuerza iónica distinta, además el tratamiento UAT ha mostrado no ser apropiado para la leche de cabra ya que puede generar cierta coagulación en la misma, por esto, se recomienda una pasteurización tradicional a una temperatura de 65°C por 30 minutos (Ljutovac *et al.*, 2004).

3.6.4 Empaque y enfriamiento

Posterior a la pasteurización o tratamiento térmico de la leche saborizada, se debe realizar un enfriamiento rápido (entre 2 y 4 horas) para que el producto alcance una temperatura en un rango de 3°C y 5°C, esta velocidad de enfriamiento dependerá de distintos factores, algunos de ellos son la temperatura ambiental de la planta de producción, así como el método de enfriamiento empleado (Hawthorn & Rolfe, 2016).

El enfriamiento rápido del producto tiene dos funciones: minimizar el daño que el producto sufre al calentarlo, reduciendo así los defectos de calidad mencionados anteriormente y controlar el crecimiento de microorganismos termófilos que sobrevivieron al tratamiento térmico y pudieran proliferar si el producto se enfría de manera lenta (Robinson, 2005).

Por otro lado, en productos lácteos tratados por UAT, se combina este tratamiento térmico con el envasado aséptico de la leche. Este consiste en el empaque del producto en un envase previamente esterilizado, logrando así un producto estable a temperatura ambiente (Ellner, 2000). Por otra parte, debido a que los productores de leche caprina en Costa Rica no cuentan con equipo para realizar envasado aséptico, se propone un empaque que consiste en botellas de polietileno opacas para retardar reacciones de hidrólisis de grasas debido a la acción de la luz en el producto.

3.6.5. Almacenamiento

Para el almacenamiento del producto en el caso de leche tratada con UAT no se necesita refrigeración para su adecuada conservación, el deterioro que

sufren estos productos no suele ser de tipo microbiológico si no fisicoquímico, siendo el más común una coagulación ligera del producto (Richardson & Finley, 1986). Por otra parte, en productos lácteos tratados con pasteurizaciones a menores temperaturas (como es el caso de la tratada a 65°C por 30 minutos), el almacenamiento debe ser en condiciones de refrigeración, para evitar la proliferación de microorganismos patógenos y de deterioro. La temperatura normal a la que se refrigeran se encuentra entre 0 y 5°C (Meghwal *et al.*, 2017).

3.7. Características fisicoquímicas importantes a la leche

3.7.1. pH

El pH es un parámetro indicativo de acidez de una sustancia: entre menor sea este valor, la sustancia será más ácida, y al ser mayor será más básica (Harris, 2007).

En la industria alimentaria el pH es un parámetro de suma importancia, ya que influye en factores como la vida útil, ya que de manera general a medida que el pH desciende se dificulta la sobrevivencia de la mayoría de microorganismos presentes en alimentos; por otra parte, también el pH del alimento influye en el procesamiento que se debe dar al mismo, ya que alimentos con menor pH requieren tratamientos térmicos menos severos, es por esto que los alimentos se clasifican como: de baja acidez (pH mayor a 4,5), ácidos (pH entre 4,0 y 4,5) y de alta acidez (pH menor a 4,0) (Bernal *et al.*, 2003).

3.7.2 Acidez titulable

La acidez de alimentos se relaciona con la concentración de ácidos orgánicos e inorgánicos en los mismos, se suele determinar mediante la valoración con una base fuerte (ejemplo: hidróxido de sodio). Esta medición se diferencia del pH ya que no determina concentración de iones hidronio sino concentración de los ácidos que reaccionan con la base fuerte. En los alimentos

predominan los ácidos débiles, es decir aquellos que no se encuentran totalmente disociados, por lo cual 1 mol de estos ácidos no es equivalente a 1 mol de ion hidronio como si ocurre con los ácidos fuertes (Barreiro & Sandoval, 2006).

En los productos lácteos, la acidez natural se debe por lo general a los fosfatos, caseínas, proteínas del suero y otros componentes como ácido cítrico y pequeñas cantidades de otros ácidos orgánicos. Por otra parte, cuando se tiene acidez más alta, esta se suele deber a acción microbiológica de bacterias que consumen la lactosa y mediante su metabolismo la transforman en ácidos orgánicos, por esto, la acidez es un indicador utilizado para determinar potencial contaminación de la leche. La acidez de la leche de cabra presenta una mayor variabilidad que la de vaca debido a su composición (Romero & Mestres, 2004).

Debido a lo anterior, la determinación de la acidez de la leche representa un análisis rutinario en las industrias y de gran importancia para las mismas, ya que da una idea general de la calidad de la leche. El método más comúnmente utilizado en la determinación de la acidez de la leche, es la valoración de la misma con una disolución estándar de hidróxido de sodio 0,1 molar ya que es sencillo y no requiere de la compra de ningún equipo (Chacón, 2003). Sin embargo, este puede presentar complicaciones, en especial relacionadas al manejo de disoluciones estándar de NaOH, ya que estas pueden variar su concentración si no se manipulan adecuadamente debido a reacciones de carbonatación y pueden considerarse de un precio elevado en especial para pequeños productores. Es por esto que en estudio realizado por Chacón (2006) se evaluó la factibilidad de valorar leche con una disolución saturada de cal. Se obtuvo que los resultados varían de forma significativa, según las condiciones estudiadas, este método no se podría recomendar aún para aplicaciones analíticas, sin embargo, su exactitud permite recomendarlo para aplicaciones en la industria como control de calidad. Además de esto, las disoluciones son más estables que las de NaOH y la concentración de estas, solo depende de la

temperatura de la misma, ya que está determinada por una constante de equilibrio.

3.7.3 Viscosidad

En el caso de la leche y sus productos derivados, la viscosidad se debe al contenido proteico y graso de la misma. En menor parte a componentes disueltos como la lactosa, lo cual hace a la leche más viscosa que el agua (Alais, 1985). La viscosidad en estos productos ha sido identificada como una de las características sensoriales más importantes, su modificación puede ocurrir por fallas en operaciones como homogeneización, o proliferación microbiana, en este caso la viscosidad siempre tiende a aumentar (Rodríguez, 2014). Específicamente en leches saborizadas la viscosidad mayor a la de la leche se debe principalmente a adición de gomas que mejoran la consistencia y estabilizan el producto y al azúcar (Reineccius, 2005).

3.7.4 Color

El color puede ser definido como: “el atributo de experiencia visual que puede ser descrito cuantitativamente con dimensiones de matiz, saturación y brillo” (Gage, 1999). Todos los colores pueden definirse en función de tres componentes, por esto se dice que el color es triestimular y en esto se basan los métodos utilizados para la medición del color. Estos parámetros se determinaron X, Y Z, siendo X= rojo virtual, Y= amarillo virtual y Z= azul virtual. Posteriormente, mediante investigaciones se modificó esta escala por la CIELAB, la cual se muestra gráficamente en la Figura 1. Esta posee 3 componentes: L^* = luminosidad, a^* = escala rojo/verde y b^* = escala azul/amarillo. En la actualidad, esta escala es la más utilizada en la determinación cuantitativa del color en los alimentos (Hui & Culberston, 2006; Vals *et al.*, 1999).

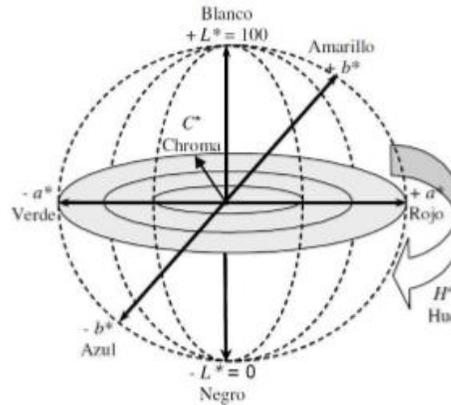


Figura 3.7.4.1. Espacio de color en las coordenadas CIE $L^*a^*b^*$
(Ramírez, 2004)

En los alimentos, el color se da por distintos compuestos presentes en los mismos, tanto orgánicos como inorgánicos; Si bien el cambio de color puede significar deterioro y no necesariamente produce una pérdida nutricional si implica un rechazo del cliente y es uno de los criterios sensoriales más importantes de calidad. Por otra parte, entre las causas de los cambios de coloración se encuentran: acción enzimática, oscurecimiento no enzimático y descomposición de los compuestos coloreados por acción del calor (Barreiro & Sandoval, 2006). En el caso específico de los productos lácteos estos cambios se pueden deber a la acción de la luz, el calor, el oxígeno o a la proliferación de bacterias como *Pseudomonas* o bacterias ácido lácticas que pueden producir coloraciones amarillentas o azuladas (Rodríguez, 2014; Hernández, 2010).

El colorímetro representa uno de los equipos más utilizados en la medición del color instrumental en alimentos. Este permite realizar mediciones para control de calidad y análisis rutinarios en una gran variedad de alimentos; entre estos se encuentran: productos horneados, bocadillos, carnes, salsas y aderezos y frutas (Hunterlab, s.f).

3.8 Análisis sensorial

El análisis sensorial se define como el examen de las propiedades sensoriales de un producto mediante los sentidos humanos, este lleva a las personas a aceptar o rechazar los alimentos, sin embargo, esta valoración sensorial puede cambiar a través del tiempo. Otros factores como el ambiente o el estado de humor de la persona que evalúa el producto pueden influir también en la valoración de los productos (Valls *et al.*, 2000). Si bien este presenta las complicaciones antes mencionadas y se han desarrollado métodos instrumentales avanzados como la “nariz electrónica” que mediante sensores y señales eléctricas imita el olfato humano y sus señales con el cerebro (Kashyap & Jindal, 2018), el análisis sensorial sigue siendo irremplazable para análisis de alimentos, ya que este brinda información importante acerca de las preferencias del consumidor y ayuda a crear conjuntamente nuevos productos. Sumado a esto, existen métodos que disminuyen la subjetividad propia del mismo, como el análisis descriptivo cuantitativo (QDA por sus siglas en inglés), en el cual se entrena a los panelistas en la determinación de intensidad de características propias del producto definida con anterioridad por los mismos (Society of Sensory Professionals, 2018).

Es por esto que este análisis es de suma importancia en desarrollo de nuevos productos y en otras aplicaciones como: nuevas variedades de un producto, reformulación de productos ya existentes, impacto de variaciones del proceso en el perfil sensorial del producto y control de calidad (Espinoza *et al.*, 1998). Las pruebas sensoriales se pueden dividir en tres categorías según la finalidad con la que se utilizan: pruebas de diferenciación que consisten en muestras con poca diferencia y en determinar si los panelistas perciben una diferencia significativa entre las mismas, estas pruebas se usan en reformulación de productos, por otro, el análisis descriptivo cuantifica la intensidad de determinados atributos de un producto, este se utiliza principalmente para caracterizar muestras, así como en el desarrollo de nuevos productos. Por último, en las pruebas afectivas se determina el grado en que los panelistas

gustan o disgustan de un producto y su principal uso es determinar la preferencia por el mismo (Lawless & Heyman, 2010; Valls *et al.*,1999).

Para la realización de pruebas afectivas de productos, se suele trabajar con consumidores o potenciales consumidores del producto (Ibáñez, 2005). Entre las escalas más utilizadas en pruebas afectivas se encuentra la escala híbrida lineal, en la cual se presenta a los panelistas una línea recta numerada con números enteros entre 0 y 10 y usualmente con términos para las calificaciones de 0, 5 y 10. Esta escala permite superar limitaciones que presenta la escala hedónica de 9 puntos, tales como: que no se perciban las categorías de calificación con igual intervalo de distanciamiento, diferencias en la interpretación de la escala y que se restringe la opinión del panelista de cuanto gusta o disgusta de un producto al tener pocas categorías de calificación (Villanueva & Da Silva, 2009).

3.9. Ficha técnica

Una ficha técnica es un documento que contiene descripción, principales características y funcionalidad de un producto determinado, este tipo de documentos es muy utilizado para sintetizar todos los aspectos relevantes de un producto (Hidalgo, 2017) y para asegurar la reproducibilidad y facilitar el control de calidad del mismo.

El formato utilizado por el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA) contiene: Introducción, descripción del producto, materia prima, proveedores, equipo utilizado y proveedores del mismo, formulación, proceso de producción y condiciones, rendimiento y análisis recomendados (Jiménez, 2011).

4. Materiales y métodos

4.1. Localización del estudio

Las pruebas fisicoquímicas realizadas a las leches frescas caprina y bovina se llevaron a cabo en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata. La elaboración de las leches saborizadas se llevó a cabo en la Planta Piloto del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA). Los análisis fisicoquímicos de las leches saborizadas (pH, color instrumental, viscosidad y acidez total) se realizaron en el laboratorio de Química de la Escuela de Tecnología de Alimentos, por último, las evaluaciones sensoriales se llevaron a cabo en el laboratorio de Análisis Sensorial y Reológico de la Escuela de Tecnología de Alimentos, todos ubicados en la sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica, en San Pedro de Montes de Oca.

4.2. Materiales

4.2.1. Materia prima

4.2.1.1. Leches de vaca y cabra

La leche fresca de cabra (*Capra aegarus hircus*) de raza "Lamancha", provino de los hatos de la Estación Experimental Alfredo Volio Mata ubicada en el Alto de Ochomogo, Cartago. Esta se encontró libre de enfermedades infecto contagiosas ya que el hato del que provienen está certificado como libre de las mismas. Además, la leche se entregó con análisis de cantidad de grasa, proteína, sólidos totales, lactosa y agua. Por su parte, la leche de vaca (*Bos Taurus*) utilizada, corresponde a leche de la marca comercial Dos Pinos, pasteurizada, homogeneizada y con 2% m/m de grasa.

4.2.1.2. Colorantes y saborizantes

Los colorantes utilizados fueron DF037, DF020 y DF009 y los saborizantes fueron fresa, y vainilla todos de la casa comercial ASTEK Costa Rica y cacao en polvo entero de marca comercial Star Nuts; los sabores fueron escogidos con base en los que presentan mayor consumo y producción (Statista, 2019).

4.2.1.3 Azúcar

Se utilizó azúcar refinado de caña marca “Doña María” adquirido en supermercados locales.

4.2.1.4. Preservantes

El preservante utilizado fue benzoato de sodio, de la casa comercial IQS.

4.2.1.5 Material de empaque

Se utilizó un material de empaque para el producto que corresponde a botellas plásticas semiopacas de PET, desarrolladas y distribuidas por ENVASA, hechas en Costa Rica, con una capacidad para 500 ml.

Todas las botellas se lavaron con agua y jabón y posteriormente se desinfectaron utilizando ácido peracético 100 ppm (Marshall, 2006) antes de cada utilización.

4.3. Métodos de análisis

4.3.1. Tratamiento de materia prima y formulación

La leche fresca de cabra fue transportada a los lugares de procesamiento utilizando lecheras (previamente sanitizadas) para favorecer su adecuada

preservación, mientras que la leche de vaca se adquirió ya pasteurizada, homogeneizada y estandarizada (2% grasa, marca comercial Dos pinos). Ambas leches se recibieron a 4°C; la leche de cabra fue descremada a 37°C con una descremadora marca Alfa Laval modelo 29AE, y estandarizada manualmente hasta un 2% m/m de grasa (porcentaje recomendado según la formulación utilizada) adicionando crema láctea caprina. Siguiendo, se realizó un mezclado a 35°C de los ingredientes (leches de cabra y vaca, colorantes, saborizantes, azúcar y preservantes) utilizando un emulsificador marca Silverson modelo AXR. Por último, se pasteurizó el producto a 65°C por 30 minutos (Smith & Sherman, 2011) en una marmita de 40 L marca Groen. Se empacó en botellas de PET y se realizó rápidamente un enfriamiento hasta 4°C (ya que a temperaturas mayores se pueden potenciar oxidación de la leche (Haenlein, 2004), para esto, se utilizó una tina con agua y hielo (cada botella se enfrió inmediatamente después de ser llenada con el producto) y después se ubicó el producto en cámara de refrigeración para mantenerlo a esta temperatura. El diagrama de flujo de proceso se muestra a continuación:

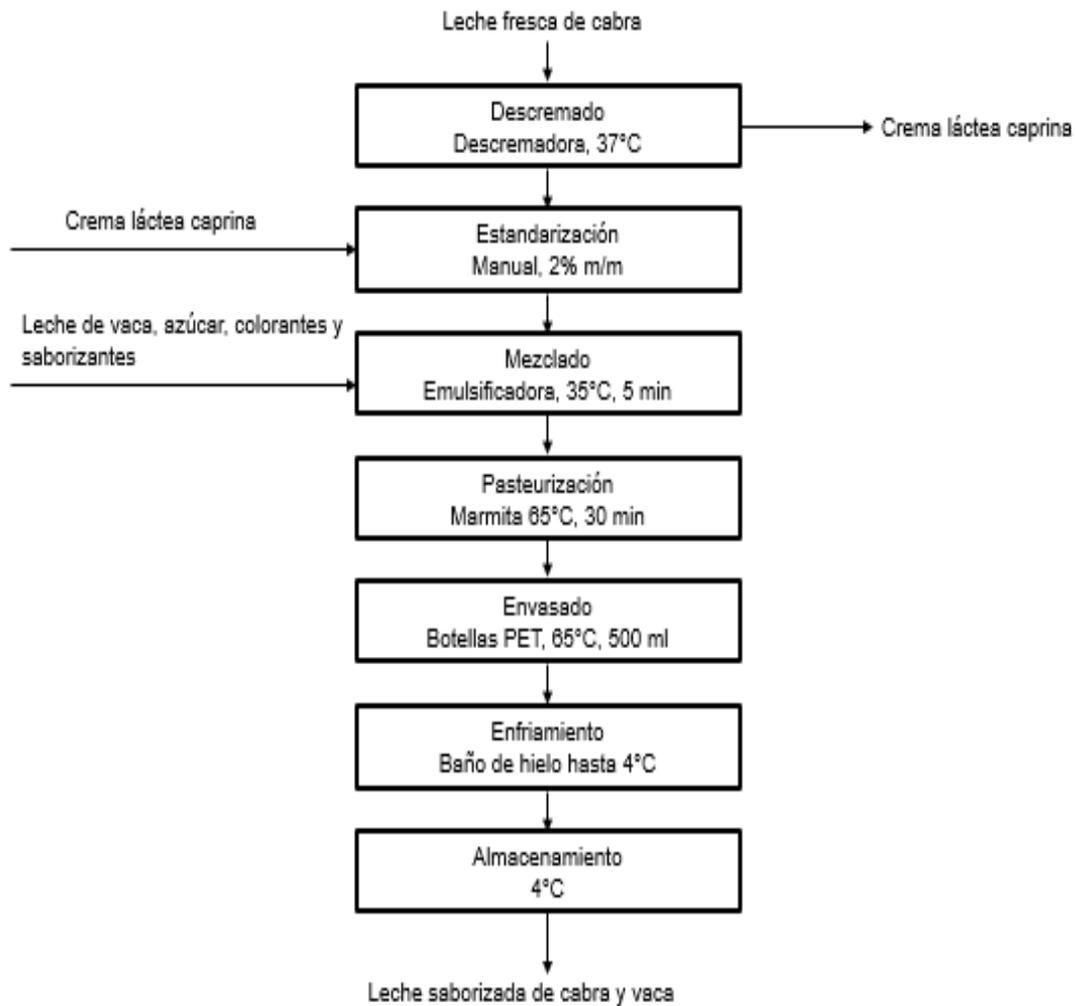


Figura 4.3.1.1. Diagrama de flujo para la elaboración de leches saborizadas a partir de leche de vaca y cabra (Adaptado de: Hui, 2006; Silversen, s.f).

En los Cuadros 4.3.1.1 y 4.3.1.2 que se muestran a continuación, se indican las formulaciones que se utilizaron para la realización de las leches de cabra y vaca saborizadas.

Cuadro 4.3.1.1. Formulación utilizada en la elaboración de leches saborizadas de vainilla y fresa.

Materia prima	Porcentaje en la formulación (%)
Mezcla de leche de cabra y leche de vaca	93
Azúcar	5,4
Colorante (rojo o amarillo)	0,6
Saborizante (fresa o vainilla)	0,9
Benzoato de sodio	0,1

Cuadro 4.3.1.2. Formulación utilizada en la elaboración de leche saborizada de chocolate.

Materia prima	Porcentaje en la formulación (%)
Leche de cabra y leche de vaca*	93
Azúcar	4,4
Cacao en polvo	2,5
Preservante	0,1

Adaptado de Silverson, s.f.

*Mezcla de leche de cabra y de vaca conforman el 93% de la formulación, pero la composición de esta mezcla varía en función de la proporción de leche analizada.

4.3.2. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Los análisis fisicoquímicos se realizaron 7 días después de elaboradas las leches saborizadas, este tiempo corresponde a la mitad de la vida útil de la leche de cabra pasteurizada y empacada en PET y corresponde también al tiempo máximo que tarda la leche de cabra en anaqueles (A. Chacón, consulta personal, 17 de diciembre de 2018).

4.3.2.1. Análisis fisicoquímicos de las leches frescas

Se realizaron a la leche fresca de cabra, análisis de cantidad de proteína, grasa, sólidos totales, lactosa y agua, los cuales se determinaron con un MilkoScan™ FT2 marca Foss.

4.3.2.2. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de leches saborizadas

A) Evaluación de pH

Para la medición de pH se siguió el método 981,12 de la A.O.A.C (1998), el cual consiste en medir el potencial eléctrico entre electrodos referencia y de vidrio con un pHmetro marca Metrohm (modelo: 827pH lab, Suiza) calibrado con soluciones estándar de buffer de fosfatos de pH 4 y 7.

B) Evaluación de color

Para la medición de color, se siguió el procedimiento descrito para la utilización del colorímetro Color Flex EZ (HunterLab, s.f) para la determinación de los parámetros de coordenadas cromáticas de rojo y verde, coordenadas cromáticas de amarillo y azul e intensidad de luminosidad, (a^* , b^* , y L^* respectivamente) del producto. Se trabajó con un ángulo de apertura de 10° y tipo de luz D65, previamente se realizó una calibración del equipo según lo indicado por Hunterlab, (2013), la cual consiste en realizar una medición del estándar negro y posteriormente del estándar verde.

C) Viscosidad

Se midió la viscosidad de las muestras de leche saborizada mediante la utilización de un viscosímetro de Ostwald según el método 947,07 de la A.O.A.C (1998). Este consiste en dejar fluir la muestra a una temperatura de 30°C a través de un capilar por una distancia establecida, y determinar el tiempo que tarda el fluido en recorrer esa distancia. Este procedimiento se realiza también para agua (fluido de referencia) y mediante la siguiente fórmula se determina la viscosidad de la leche saborizada:

$$\mu_{\text{leche saborizada}} = \frac{t_{\text{leche saborizada}} \cdot \rho_{\text{leche saborizada}}}{t_{\text{agua}} \cdot \rho_{\text{agua}}} \cdot \mu_{\text{agua}} \quad (1)$$

Donde:

μ = Viscosidad a 30°C

t = Tiempo medido en segundos (s)

ρ = Densidad a 30°C

D) Acidez titulable

Se determinó la acidez total o acidez titulable de las leches saborizadas, según lo indicado por Kirk *et al.* (1999), se utilizó una disolución estandarizada de hidróxido de sodio 0,0500 mol/L como valorante y se expresó el resultado como porcentaje de ácido láctico (ATECAL). La valoración realizada fue potenciométrica, debido a que el color propio de las leches saborizadas dificulta observar el punto final mediante el uso de indicadores como fenolftaleína.

E) Análisis microbiológicos

Para garantizar la correcta aplicación de la pasteurización del mismo, se realizó un recuento total aerobio, este fue realizado por el Laboratorio de microbiología de Aguas y Alimentos de la Facultad de microbiología de la Universidad de Costa Rica (anexo A5), financiado por la Estación Experimental Alfredo Volio Mata y se realizó a la leche de cabra posterior a la operación de pasteurización de la misma.

4.3.3. Diseño experimental para análisis fisicoquímicos

Para evaluar el efecto de distintas proporciones de leche de cabra y vaca en las propiedades fisicoquímicas de las leches saborizadas, se utilizó un diseño irrestricto aleatorio con 15 tratamientos. Estos corresponden a cinco porcentajes de leche de vaca y cabra en la mezcla de leches, (100% y 0%, 75% y 25%, 50% y 50%, 25% y 75% y 0% y 100% respectivamente), los cuales se definieron por ser

equidistantes y por haber sido utilizado en estudios anteriores, y tres sabores de las leches saborizadas (fresa, chocolate y vainilla). Se realizaron tres repeticiones correspondientes a diferentes lotes de leches saborizadas y tres réplicas de todas las determinaciones de las variables respuesta correspondientes a los análisis fisicoquímicos. Se reportan los valores promedio y su desviación estándar.

4.3.4. Análisis sensorial

4.3.4.1 Metodología análisis sensorial

Se efectuó una evaluación de agrado general tanto para las muestras elaboradas con distintas proporciones de leche de cabra y vaca 7 días después de producidas (mitad de la vida útil de la leche de cabra) (A. Chacón, comunicación personal, 17 de diciembre de 2018) como para 3 muestras comerciales de leches saborizadas (Fresco Leche de fresa, vainilla y chocolate), en esta prueba cada panelista asignó un valor a la muestra entre 1 y 10 según su agrado general hacia la misma. Para esto se utilizó una escala híbrida lineal de 10 centímetros (Villanueva & Da Silva, 2009). La cantidad de panelistas fueron 112 personas para mantener una variabilidad intermedia entre los panelistas (Hough et al., 2006).

4.3.4.2 Diseño experimental para análisis sensorial

Se realizó un diseño irrestricto aleatorio donde se presentaron los 15 tratamientos que correspondieron a las 5 proporciones de leche de cabra y de vaca y a los 3 sabores de las leches; también se evaluaron 3 muestras comerciales de leche saborizada (Fresco Leche) de sabores fresa, vainilla y chocolate, para el panel de agrado general no se realizaron repeticiones, es decir, cada panelista evaluó un total de 18 muestras.

4.3.5. Análisis de datos

Los resultados tanto de los análisis fisicoquímicos como de agrado general fueron evaluados con un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de confianza del 95% para determinar si existe significancia de los efectos simples. En caso de existir diferencia significativa se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey HSD (análisis fisicoquímicos) y Fisher LSD (análisis sensorial) ($\alpha=0,05$). Para esto se empleó el programa XLSTAT.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 5.1 se puede observar que para todos los análisis fisicoquímicos realizados se obtuvo diferencia significativa entre las muestras ($p < 0,05$), por esto, en los cuadros posteriores se muestran los resultados de comparación de medias para cada parámetro fisicoquímico evaluado.

Cuadro 5.1 Análisis de varianza para el factor Muestras de parámetros fisicoquímicos

Parámetro fisicoquímico	GL	Pr > F
pH	14	< 0,0001
Viscosidad	14	< 0,0001
Color (L*)	14	< 0,0001
Color (a*)	14	< 0,0001
Color (b*)	14	< 0,0001
ATECAL	14	< 0,0001

GL= Grados de libertad.

5.1 Acidez titulable y pH

En los Cuadros 5.1.1 y 5.1.2, se presentan los resultados obtenidos en la determinación de la acidez total de las leches saborizadas, así como el pH de las mismas. Se muestra que en los sabores de fresa y vainilla con excepción de la proporción de 75% y 25% para vainilla, al aumentar la proporción de leche de cabra, se presentó una disminución en el pH de la leche saborizada. En el caso de las leches sabor fresa se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la mayoría de proporciones de leche de cabra. Mientras que en las leches sabor vainilla no se observa esta tendencia, ya que las proporciones con 25%, 75% y 100% de leche de cabra no presentaron diferencias significativas según la comparación de medias Tukey HSD realizada.

Por otro lado, en las leches sabor chocolate las proporciones de 0/100 y 25/75 de leche de cabra/ leche de vaca, no presentaron diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$) en cuanto al pH. Seguido, se da un aumento significativo ($p < 0,05$) a partir de la proporción de 50/50, sin embargo, es importante señalar que entre las

últimas tres proporciones con mayor contenido porcentual de leche de cabra no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$).

Cuadro 5.1.1. Valores promedio de pH de leches de distinto sabor y diferentes proporciones de leche de cabra y vaca y resultados de la prueba de medias Tukey HSD.

Sabor de la leche	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	pH de la muestra
Fresa	0/100	6,55 ^g ±0,01
	25/75	6,54 ^{fg} ±0,01
	50/50	6,530 ^f ±0,01
	75/25	6,509 ^{de} ±0,01
	100/0	6,438 ^c ±0,01
Vainilla	0/100	6,527 ^{ef} ±0,01
	25/75	6,508 ^d ±0,01
	50/50	6,502 ^d ±0,01
	75/25	6,537 ^{fg} ±0,01
	100/0	6,492 ^d ±0,01
Chocolate	0/100	6,249 ^a ±0,01
	25/75	6,249 ^a ±0,01
	50/50	6,279 ^b ±0,01
	75/25	6,286 ^b ±0,01
	100/0	6,287 ^b ±0,01

Nota: Resultados reportados con las mismas letras significan que no hay diferencia significativa entre los mismos ($P > 0,05$).

En el caso de la acidez total (Cuadro 5.1.2) también se da una tendencia similar al pH ya que, en los sabores de fresa y vainilla, al aumentar la proporción de leche de cabra, se da un aumento en la acidez total. En el caso de las leches sabor chocolate no se da esta tendencia ya que las leches con menor y mayor proporción de leche caprina presentaron los mayores valores de acidez total. Es importante mencionar que la acidez aumenta de mayor forma que el pH al aumentar la

proporción de leche de cabra en las leches saborizadas de fresa y vainilla, esto se debe principalmente a que la acidez total cuantifica también los ácidos débiles, mientras que el pH solo cuantifica la fracción de estos que se encuentra disociada (Barreiro & Sandoval, 2006).

Cuadro 5.1.2. Valores promedio de acidez total expresada como ácido láctico (ATECAL) de leches de distinto sabor y diferentes proporciones de leche de cabra y vaca y resultados de la prueba de medias Tukey HSD.

Sabor de la leche	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	ATECAL
Fresa	0/100	0,0973 ^j ± 0,0010
	25/75	0,1007 ⁱ ± 0,0001
	50/50	0,1008 ⁱ ± 0,0001
	75/25	0,1160 ^e ± 0,0004
	100/0	0,1288 ^d ± 0,0009
Vainilla	0/100	0,1111 ^h ± 0,0020
	25/75	0,1199 ^e ± 0,0010
	50/50	0,1304 ^c ± 0,0019
	75/25	0,1367 ^b ± 0,0019
	100/0	0,1458 ^a ± 0,0008
Chocolate	0/100	0,1309 ^c ± 0,0017
	25/75	0,1140 ^g ± 0,002
	50/50	0,1145 ^g ± 0,0004
	75/25	0,1160 ^f ± 0,0011
	100/0	0,1231 ^d ± 0,0016

Nota: Resultados reportados con las mismas letras significan que no hay diferencia significativa entre los mismos ($\alpha=0,05$).

Los resultados de acidez y pH obtenidos para las leches saborizadas elaboradas, concuerdan con los que presentan las leches saborizadas comerciales

y leche cruda (Entre 0,100 y 0,140 de ATECAL y entre 6,50 y 6,80 para pH) (Hurtado, 2004). Una posible causa de que las leches sabor chocolate presentaran valores más altos de acidez, es debido a su composición, específicamente una mayor cantidad de ácidos grasos de cadena corta que serían determinados en la valoración con NaOH, en el estudio realizado por Mueller (s.f) se obtuvieron resultados similares cuando se compararon distintos parámetros de leche con y sin adición de chocolate.

5.2 Viscosidad

En el Cuadro 5.2.1 se puede observar que no se dio una tendencia en la viscosidad al aumentar la proporción de leche de cabra para los sabores de fresa y vainilla, muestra de esto, es que en estos sabores las dos proporciones más bajas de leche de cabra y la más alta, presentaron las viscosidades más elevadas. Por otro lado, en las leches sabor chocolate, al aumentar la proporción de leche de cabra, sí se produjo un aumento en la viscosidad y este sabor de leche fue el que presentó las viscosidades más elevadas de los tres sabores estudiados.

Cuadro 5.2.1. Valores promedio de viscosidad de prototipos de leche de distinto sabor y diferentes proporciones de leche de cabra y vaca y resultado de la prueba de medias Tukey HSD.

Sabor de la leche	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	Viscosidad (Pa*S)
Fresa	0/100	0,00169 ^{de} ±0,00001
	25/75	0,00170 ^{de} ±0,00003
	50/50	0,00161 ^{abc} ±0,00005
	75/25	0,00161 ^{bc} ±0,00006
	100/0	0,00167 ^{cd} ±0,00002
Vainilla	0/100	0,00169 ^{de} ±0,00006
	25/75	0,00165 ^{cd} ±0,00002
	50/50	0,00154 ^a ±0,00001

Cuadro 5.2.1. Continuación.

Sabor de la leche	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	Viscosidad (Pa*S)
Vainilla	75/25	0,00157 ^{ab} ±0,00002
	100/0	0,00175 ^e ±0,00003
Chocolate	0/100	0,00280 ^f ±0,00002
	25/75	0,00284 ^f ±0,00002
	50/50	0,00292 ^g ±0,00003
	75/25	0,00302 ^h ±0,00002
	100/0	0,00306 ^h ±0,00002

Nota: Resultados reportados con las mismas letras significan que no hay diferencia significativa entre los mismos ($\alpha=0,05$).

Un factor importante que pudo influir en las diferencias de viscosidad entre las leches saborizadas, es el hecho de que la leche de vaca fue adquirida homogeneizada, mientras que la leche de cabra se utilizó fresca y no se homogeneizó. Mercan *et al* (2018) mencionan que, al homogeneizar la leche, esta tiende a aumentar su viscosidad, esto explicaría en parte porque en algunos casos las leches saborizadas con mayores proporciones de leche de vaca presentan una mayor viscosidad. Para una mejor comprensión de este efecto, se recomienda realizar la determinación de la viscosidad partiendo de leche de cabra también homogeneizada.

Los resultados obtenidos para la viscosidad de las leches son adecuados, ya que como explica Clark *et al.* (2009), los consumidores en su mayoría esperan y prefieren que las leches sabor chocolate presenten viscosidades mayores que la leche regular y leches de otros sabores ya que esto se suele asociar con que la leche tiene un mayor contenido de chocolate.

Según los resultados antes expuestos se puede concluir que la sustitución parcial de leche vaca por leche de cabra en leches saborizadas no significa una variación importante de la viscosidad en la misma, lo cual podría indicar que en un

panel sensorial esta característica no es la que va a determinar diferencias entre las leches.

5.3. Color

En el Cuadro 5.3.1 se muestra que para las leches de los tres sabores utilizados y en los tres parámetros de color evaluados (L^* , a^* y b^*), no se da ninguna tendencia al aumentar la proporción de leche de cabra y no hay diferencias significativas ($P > 0,05$) entre la mayoría de resultados para un mismo sabor. Este comportamiento no concuerda con lo esperado teóricamente, ya que al aumentar la proporción de leche de cabra se esperaría también un aumento en el parámetro L^* (luminosidad, donde 0 representa color negro y 100 blanco), ya que, en especies caprinas, los carotenoides se transforman en mayor medida en retinol que en las bovinas debido a la acción cinco veces mayor de la enzima 15,15' dioxigenasa que cataliza esta reacción (Mora & Shimada, 2001).

Los resultados obtenidos también difieren de los reportados por Álvarez (2012) en donde la leche de cabra entera, descremada y deslactosada obtuvo mayores valores del parámetro L^* que la de vaca; la principal causa de lo anterior podrían ser los colorantes (para las leches sabor fresa y vainilla) y el cacao en polvo (para las leches sabor chocolate), ya que estos componentes podrían enmascarar las diferencias de color esperadas entre leche de cabra y leche de vaca.

Cuadro 5.3.1. Parámetros de color L^* , a^* y b^* de leches de diferentes sabores con distintas proporciones de leche de cabra y de vaca, así como comparación de medias Tukey HSD.

Sabor de leche	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	L^*	a^*	b^*
Fresa	0/100	60,5 ^d ±0,9	33,7 ^e ±2,9	-3,5 ^{ab} ±0,2
	25/75	65,2 ^e ±0,3	28,0 ^d ±0,5	-2,3 ^c ±0,4
	50/50	60,7 ^d ±0,1	32,4 ^e ±0,2	-3,9 ^a ±0,2
	75/25	63,4 ^e ±0,2	29,6 ^d ±0,5	-2,8 ^{bc} ±0,4
	100/0	58,3 ^c ±2,5	36,09 ^f ±2,8	-2,9 ^{bc} ±0,2
Vainilla	0/100	83,2 ^f ±0,5	-7,9 ^B ±0,5	46,7 ^g ±0,9
	25/75	83,9 ^f ±0,4	-9,4 ^{ab} ±0,6	41,7 ^f ±0,7

Cuadro 5.3.1. Continuación.

Sabor de leche	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	L*	a*	b*
Vainilla	50/50	82,9 ^f ±0,6	-10,2 ^a ±0,8	41,4 ^f ±0,9
	75/25	82,5 ^f ±0,1	-10,3 ^a ±0,1	42,2 ^f ±0,2
	100/0	82,86 ^f ±0,5	-9,7 ^{ab} ±0,9	49,9 ^h ±0,9
Chocolate	0/100	32,8 ^a ±1,2	9,2 ^c ±0,3	12,9 ^d ±0,2
	25/75	32,7 ^a ±1,2	9,0 ^c ±0,4	13,0 ^d ±0,2
	50/50	35,6 ^b ±0,7	8,9 ^c ±0,4	15,4 ^e ±0,4
	75/25	33,2 ^a ±2,1	9,8 ^c ±0,5	15,2 ^e ±0,2
	100/0	33,4 ^a ±1,6	9,8 ^c ±0,3	15,4 ^e ±0,2

Nota: Resultados reportados con las mismas letras significan que no hay diferencia significativa entre los mismos ($\alpha=0,05$).

En el caso de los parámetros a* y b* no se observó ninguna tendencia, y la mayoría de resultados no presentaron diferencias significativas ($P>0,05$) entre sí. Al no encontrarse diferencias significativas para la mayoría de leches saborizadas en los tres parámetros de color evaluados podría significar que los consumidores de estos productos probablemente tampoco percibirían un cambio en este aspecto al aumentar las proporciones de leche de cabra. Además de esto, según estudios realizados, se ha determinado que el color no es uno de los aspectos sensoriales más importantes para los consumidores de este producto como sí lo son la consistencia y el sabor (Chizoti *et al.*, 2018).

5.4 Análisis sensorial

En el Cuadro 5.4.1, se presentan los resultados obtenidos para el panel sensorial realizado, donde se evaluaron un total de 36 muestras por 110 panelistas. En 18 de las muestras los panelistas no conocían la composición de las leches saborizadas, para las restantes 18 muestras se les brindó a los panelistas la información que se muestra en los anexos (Anexo B, Cuadro B1).

Se presentan los resultados del análisis de Clusterización Aglomerativa Jerárquica (CAJ), en el cual se clasificaron los panelistas en tres conglomerados,

siendo el conglomerado 2 el mayoritario, con un 48,1% de los panelistas y el conglomerado 1 el minoritario con un 15,5% (Figura 5.4.1 y Cuadro 5.4.1).

Cuadro 5.4.1. Composición porcentual de los conglomerados respecto al total de panelistas.

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

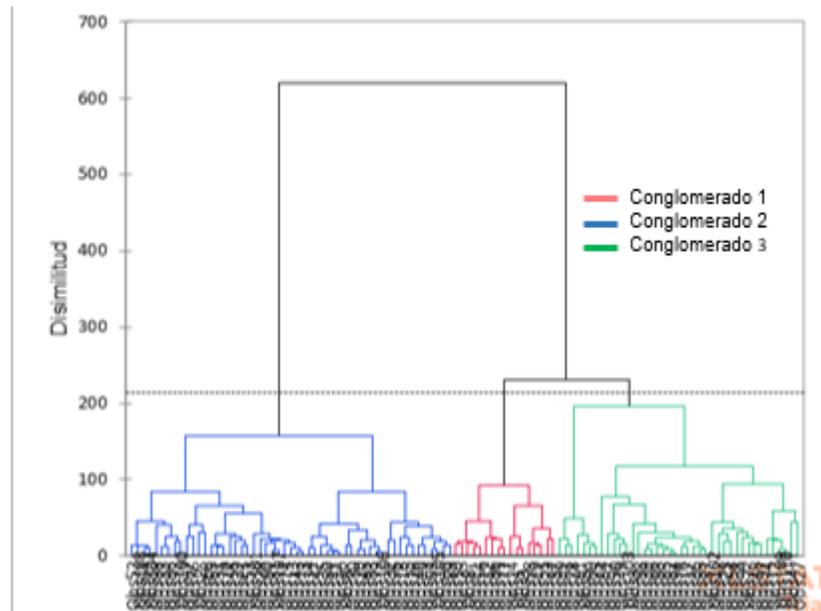


Figura 5.4.1. Dendrograma de conglomerados de panel sensorial realizado a 110 panelistas.

El análisis de varianza (ANOVA) señala que para los tres conglomerados los factores juez, muestra e información presentaron un efecto significativo en el agrado general de las muestras ($p < 0,05$), por otro lado, la interacción juez*información también tuvo efecto significativo para los tres conglomerados, y la interacción juez*muestra para dos de ellos. Por último, la interacción muestra*información no fue significativa para ninguno de los conglomerados (Cuadro 5.4.2).

En el caso de la interacción juez*información esta significa que la información afectó de forma distinta el agrado de algunos jueces, por lo cual en algunos casos el saber que las leches saborizadas contenían leche de cabra aumentó el agrado y en otras pudo disminuirlo o no afectarlo. La interacción juez*muestra significa que en los conglomerados 1 y 3 los panelistas evaluaron de forma distinta las muestras, es decir, no se mantuvo el orden de preferencia hacia las mismas, por otro lado, en el conglomerado 2 al no tener un efecto significativo ($p < 0,05$) este si se mantuvo.

Por último, la interacción muestra*información indica que la información no cambió el orden de preferencia en agrado hacia las muestras, es decir, este se mantuvo antes y después de que a los jueces se les brindará la composición de las muestras.

Cuadro 5.4.2. Análisis de varianza (ANOVA) para la variable agrado general y probabilidad asociada para los 3 conglomerados.

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

Los resultados de agrado general de las muestras para los tres conglomerados de panelistas, así como los resultados de comparación de medias de Fisher LSD se muestran en los cuadros 5.4.3 y 5.4.4. Se puede observar que para el sabor chocolate no se da una tendencia en el agrado de las muestras al aumentar la proporción de leche de cabra en las mismas; la proporción que tuvo mayor agrado fue 50/50 seguida por 0/100 (es decir, solamente leche de vaca), sin

que haya diferencias significativas entre ninguna de las muestras con sabor a chocolate ($p > 0,05$); por otra parte, en el sabor fresa la muestra con mayor agrado fue 0/100 seguida por 25/75 que solo presentó diferencias significativas contra 100/0 (solo leche de cabra), por último, para el sabor vainilla el mayor agrado lo tuvo la proporción de 25/75 que solamente presentó diferencias contra la bebida 100/0 (solo leche de cabra). Para todos los sabores el menor agrado general lo presentaron las proporciones de 100/0 (solamente leche de cabra), mientras que los frescoleches siempre tuvieron el agrado general más alto.

Cuadro 5.4.3 Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable información para el conglomerado 1 (n =17).

Información	Agrado general
Con información	4.068 ^a
Sin información	3.658 ^b

Cuadro 5.4.4 Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable muestra para el conglomerado 1 (n =17).

Sabor	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	Agrado general
Chocolate	0/100	1,68 ^{ij}
	25/75	1,45 ^j
	50/50	1,76 ^{ij}
	75/25	1,28 ^j
	100/0	1,51 ^j
	F.L	6,38 ^b
Fresa	0/100	5,43 ^{bc}
	25/75	5,16 ^{cd}
	50/50	4,61 ^{cde}
	75/25	4,12 ^{def}
	100/0	3,31 ^{fgh}
	F.L	7,90 ^a

Cuadro 5.4.4 Continuación.

Sabor	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	Agrado general
Vainilla	0/100	4,03 ^{efg}
	25/75	4,09 ^{efg}
	50/50	3,42 ^{fgh}
	75/25	3,06 ^{gh}
	100/0	2,68 ^{hi}
	F.L	7,66 ^a

F. L= Frescoleche

Tomando en cuenta que la bebida saborizada prototipo con solo leche de vaca recibió valoraciones de agrado menores a las mismas bebidas comerciales (frescoleches), se debe mencionar que la formulación afectó más que el hecho que las bebidas tuvieran o no leche de cabra. Esto se observa cuando se encuentra que no hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre la bebida prototipo con solo leche de vaca y la bebida prototipo con solo leche cabra, para el sabor a chocolate, y no hubo diferencia entre la bebida prototipo y la bebida 50/50 para los sabores a fresa y vainilla.

Para este conglomerado el sabor chocolate obtuvo el agrado más bajo y de manera general el sabor fresa presentó el mayor agrado. Los resultados con información y sin información fueron significativamente diferentes presentando las muestras con información un agrado mayor. De manera general, este conglomerado otorgó los menores valores de agrado general a las distintas muestras evaluadas, sin embargo, es importante resaltar que este conglomerado fue el que agrupaba una menor cantidad de panelistas ($n = 17$).

En los cuadros 5.4.5 y 5.4.6, se presentan los resultados para el segundo conglomerado de panelistas ($n = 53$). Al igual que el conglomerado 1, en el conglomerado 2 no se observa ninguna tendencia en el agrado de las muestras al aumentar la proporción de leche de cabra en el sabor chocolate, esto se evidencia al observar que las proporciones de 0/100 y 100/0 no presentaron diferencias significativas entre ellas, para este sabor la proporción de 25/75 presentó el mayor agrado general y presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) con el frescoleche. En

el caso del sabor fresa la proporción de 0/100 presentó el mayor agrado general el cual tampoco exhibió diferencias significativas al aumentar la proporción de leche de cabra excepto cuando se alcanzó el 100% de leche de cabra, es importante destacar que todas las proporciones de leche de presentaron diferencias significativas con la bebida comercial.

Por último, el sabor vainilla presentó el mayor agrado general en las proporciones de 0/100 y 25/75 las cuales tuvieron un agrado significativamente diferente al presentado por el frescoleche. Los prototipos sabor vainilla presentaron un menor agrado conforme aumentó el porcentaje de leche de cabra. Para todos los sabores evaluados, las muestras de frescoleche obtuvieron el mayor agrado, siendo el frescoleche de chocolate el menos gustado, y presentando diferencias significativas ($p < 0,05$) con el sabor fresa y vainilla.

Cuadro 5.4.5. Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable información para el conglomerado 2 (n=53).

Información	Agrado general
Con información	6,90 ^a
Sin información	6,27 ^b

Cuadro 5.4.6 Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable muestra para el conglomerado 2 (n=53).

Sabor	Proporción leche de cabra/ leche de vaca	Agrado general
Chocolate	0/100	5,04 ^{hi}
	25/75	5,58 ^{gh}
	50/50	5,03 ^{hi}
	75/25	5,10 ^{hi}
	100/0	4,81 ⁱ
	F.L	7,26 ^{bc}
Fresa	0/100	7,44 ^b
	25/75	7,26 ^{bc}
	50/50	7,22 ^{bc}
	75/25	7,21 ^{bc}
	100/0	6,46 ^{de}
	F.L	8,95 ^a

Cuadro 5.4.6 Continuación.

Sabor	Proporción leche de cabra/ leche de vaca	Agrado general
Vainilla	0/100	6,94 ^{bcd}
	25/75	6,93 ^{bcd}
	50/50	6,81 ^{cde}
	75/25	6,22 ^{ef}
	100/0	5,76 ^{fg}
	F.L	8,51 ^a

F. L= Frescoleche.

Se puede observar que para este conglomerado el sabor más gustado también fue fresa y el menos gustado chocolate. Al brindar información a los panelistas acerca de la composición de las muestras, se obtuvo un agrado significativamente mayor ($p < 0,05$). Siendo este de manera general, el mayor entre los tres conglomerados evaluados. Por último, es importante destacar que las muestras que contenían únicamente leche de vaca, presentaron valores de agrado general cercanos a las muestras comerciales para los tres sabores de leche evaluados.

En los cuadros 5.4.7 y 5.4.8, se presentan los resultados para el tercer conglomerado de panelistas ($n = 40$). Al igual que en los resultados anteriores, no se observa ninguna tendencia en el agrado al aumentar la proporción de leche de cabra, sin embargo, se puede observar que al igual que en el conglomerado 2, todas las bebidas prototipo con diferentes proporciones de leche de cabra fueron significativamente diferentes a los frescolechés para los tres sabores evaluados. El sabor chocolate fue el sabor que presentó el menor agrado.

Cuadro 5.4.7 Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable información para el conglomerado 3 ($n = 40$).

Información	Agrado general
Con información	5.365 ^a
Sin información	4.627 ^b

Cuadro 5.4.8 Comparación de medias Fisher LSD de agrado general para variable muestra para el conglomerado 3 (n= 40).

Sabor	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	Agrado
Chocolate	0/100	4.32 ^{hi}
	25/75	4.68 ^{gh}
	50/50	4.49 ^{hi}
	75/25	4.51 ^{hi}
	100/0	4.12 ⁱ
	F.L	5.48 ^{bc}
Fresa	0/100	5.52 ^b
	25/75	5.73 ^{bc}
	50/50	5.28 ^{bc}
	75/25	4.80 ^{bc}
	100/0	4.31 ^{de}
	F.L	6.52 ^a
Vainilla	0/100	4.86 ^{bcd}
	25/75	5.14 ^{bcd}
	50/50	5.09 ^{cde}
	75/25	4.73 ^{ef}
	100/0	4.09 ^{fg}
	F.L	6.26 ^a

F.L = Frescoleche

El sabor más gustado también fue fresa, sin embargo, muchas muestras evaluadas no presentaron diferencias significativas entre ellas, por lo cual esta preferencia de sabor no es tan evidente. Para el sabor vainilla, se encuentra que el agrado no presenta diferencias significativas para todas las proporciones de leche de cabra hasta 75/25, posteriormente, este disminuye. Se obtuvo un agrado mayor en las muestras al brindarle información a los panelistas; este comportamiento en los tres conglomerados es contrario a lo esperado ya que según un estudio realizado por Chacón et al. (2008) en muchas ocasiones se tiene expectativa de que la leche

de cabra presente características como mal sabor y olor, por lo cual al conocer los panelistas la composición de las leches saborizadas pudo llevarlos a juzgarlas por estas concepciones, sin embargo, una de las posibles razones que explicarían los resultados es que los panelistas fueron en su mayoría estudiantes del área agroalimentaria, por lo cual quizás al conocer que las leches saborizadas contenían una leche alternativa esto los hizo apreciar en mayor medida el producto y por ende esto se vio reflejado en un mayor agrado general.

Las muestras comerciales (Frescoleche), presentaron un mayor agrado general, esto pudo ser debido a que es un producto con el que los panelistas se sienten más familiarizados, lo que pudo producir que lo consideraran como un estándar del sabor que debería presentar una leche saborizada y contrastaran estas muestras con las elaboradas en este estudio. Estas diferencias fueron más evidentes en el conglomerado 1, por su parte en los conglomerados 2 y 3 la formulación no afectó los valores de agrado de manera tan importante ya que la formulación con 100% de leche de vaca fue la segunda muestra de mayor agrado significativamente diferente al frescoleche para todos los sabores. Sin embargo, si se deseara anular este efecto de comparación contra muestras de leche saborizada comerciales, se podría realizar un panel sensorial únicamente con las muestras elaboradas con distintas proporciones de leche de vaca y cabra. Ya que, el proceso de producción de las leches saborizadas comerciales hace difícil alcanzar un producto similar o igual para pequeños productores.

Es importante mencionar que las leches sabor chocolate, además de presentar el menor agrado general, también presentaron el mayor costo de producción entre todos los sabores, ya que la utilización del cacao en polvo aumenta los costos respecto a los sabores de vainilla y fresa. También, al finalizar el panel sensorial, de manera informal una importante cantidad de panelistas mencionaron que las leches sabor chocolate, tanto comerciales como las elaboradas en este estudio presentaban separación de fases, además de la presencia de sabores “diferentes”. Se podría pensar que esta es una de las razones por las cuales este

sabor presentó el menor agrado general, por lo cual, al solucionar esta situación, el agrado general de las leches de este sabor podría aumentar.

Al tomar en cuenta los resultados de los análisis fisicoquímicos y sensoriales realizados, se decidió que la bebida sabor fresa con una proporción de leche de cabra/vaca 50/50 fue el producto más adecuado, esto debido a que no presentó diferencias significativas en su agrado respecto a las otras proporciones con mayor agrado ($p < 0,05$) para el conglomerado mayoritario (conglomerado 2). Además, esta proporción permite una mayor inclusión de leche de cabra, y como se ha mencionado anteriormente, una combinación de ambas leches (de cabra y vaca) puede derivar en un producto con una mayor calidad nutricional que si se utilizaran únicamente cada una en proporciones de 0/100 y 100/0, debido a que se complementan en este aspecto, ya que en algunos nutrientes en donde una de las leches presenta deficiencias la otra presenta cantidades importantes del mismo. Ejemplo de esto son vitaminas y minerales (Chacón, 2005). Además de esto, la proporción de 50/50 sabor fresa también presentó parámetros fisicoquímicos que caben dentro de lo esperado para este tipo de producto.

5.5 Ficha técnica de la leche de cabra y vaca (Proporción leche de cabra/vaca 50/50) saborizada de fresa.

Nota: Para elaborar el producto planteado en esta ficha técnica, se deben seguir todas las etapas e indicaciones mencionadas en este documento.

5.5.1 Introducción

Las leches saborizadas son una forma de consumo alternativo a la leche pura, que brinda beneficios nutricionales similares a esta. Aunque usualmente, se ha asociado este producto al público meta de personas de menor edad, en la actualidad se están desarrollando productos listos para el consumo para personas de mayor edad. Otras tendencias como reducción de azúcar y grasa, aumento de contenido proteico, vitaminas y minerales han marcado el rumbo de la innovación para este producto (Tetrapak®, s.f).

5.5.2 Descripción del producto

Bebida láctea semidescremada (2% m/m de grasa) sabor fresa (RTCA 67.04.54:10, 2012), elaborada con mezcla de leches de cabra y vaca (50% y 50% respectivamente), pasteurizadas y homogeneizadas.

5.5.3 Materia prima, aditivos y proveedores

Se utilizan las siguientes materias primas:

- Leche de cabra fresca, no pasteurizada ni homogeneizada, libre de antibióticos y de enfermedades infectocontagiosas.
- Leche comercial, pasteurizada y homogeneizada 2% grasa.
- Otros ingredientes y aditivos que se detallan en el Cuadro 5.5.3.1

Cuadro 5.5.3.1. Información de ingredientes y aditivos utilizados en la elaboración de leche de cabra y vaca sabor fresa.

Ingrediente o aditivo	Casa comercial	Teléfono	Características	Uso
Azúcar	Doña María	2284-6000	Refinada y granulada	Endulzante
Benzoato de sodio	Química Masías	4100-2200	En polvo	Preservante
Saborizante de fresa	ASTEK	2293-6102	Líquido	Brinda sabor fresa a la leche
Colorante rojo	ASTEK	2293-6102	Líquido	Brinda color característico a la bebida

Se detallan además a continuación, proveedores alternativos para los ingredientes y aditivos mencionados anteriormente:

Cuadro 5.5.3.2. Proveedores alternativos para los ingredientes y aditivos necesarios en la elaboración de leche de cabra y vaca sabor fresa.

Ingrediente o aditivo	Casa comercial	Teléfono
Benzoato de sodio	Espycó	2292 4141
Saborizante de fresa	Red Star Costa Rica	2279 5863
Colorante rojo		

5.5.4 Equipos necesarios y proveedores

A continuación, se detallan los equipos necesarios para la elaboración del producto:

Cuadro 5.5.4.1 Equipos necesarios para la elaboración del producto, así como los proveedores de los mismos.

Equipo	Proveedor	Contacto
Equipo vario para análisis	SCANCO	2215 3555
Descremadora	Alfa Laval	https://www.alfalaval.es/
Marmita	Cobybsa	2268 9797
Emulsificador	Silverson	https://www.silverson.com/

5.5.5 Formulación

Cuadro 5.5.5.1. Formulación base de la leche saborizada de fresa a partir de leche de cabra y leche de vaca.

Materia prima	Porcentaje en la formulación (%)
Leche de cabra	46,5
Leche de vaca	46,5
Azúcar	5,4
Colorante rojo	0,6
Saborizante de fresa	0,9
Benzoato de sodio	0,1

5.5.6 Especificaciones del proceso

En la Figura 5.5.6.1 se presenta el proceso de elaboración de leche sabor fresa. Este se detalla a continuación:

Descremado: Esta operación se realiza únicamente para la leche de cabra y se reduce el porcentaje de grasa hasta aproximadamente un 1,2%.

Estandarización: En esta operación, se mezcla la leche de cabra descremada con la grasa obtenida en la etapa anterior, hasta alcanzar un porcentaje de 2% de grasa en la leche.

Mezclado: A la leche de cabra estandarizada se le añade la leche de vaca, saborizante de fresa, azúcar y colorante rojo y se mezclan por cinco minutos utilizando una emulsificadora marca Silverson, modelo AXR.

Pasteurización: Después de mezclado el producto, este se calienta en una marmita, hasta alcanzar una temperatura de 65°C que se mantiene por 30 minutos.

Empaque y enfriamiento: Al transcurrir el tiempo de pasteurización, la leche se envasa a 65°C en botellas de PET de 500 ml, posteriormente, se debe enfriar rápidamente. Para esto, las botellas con el producto se colocan en una tina con hielo y agua hasta que la leche alcance una temperatura de 4°C.

Almacenamiento: Por último, después de enfriado, el producto se almacena a una temperatura de 4°C para su posterior consumo.

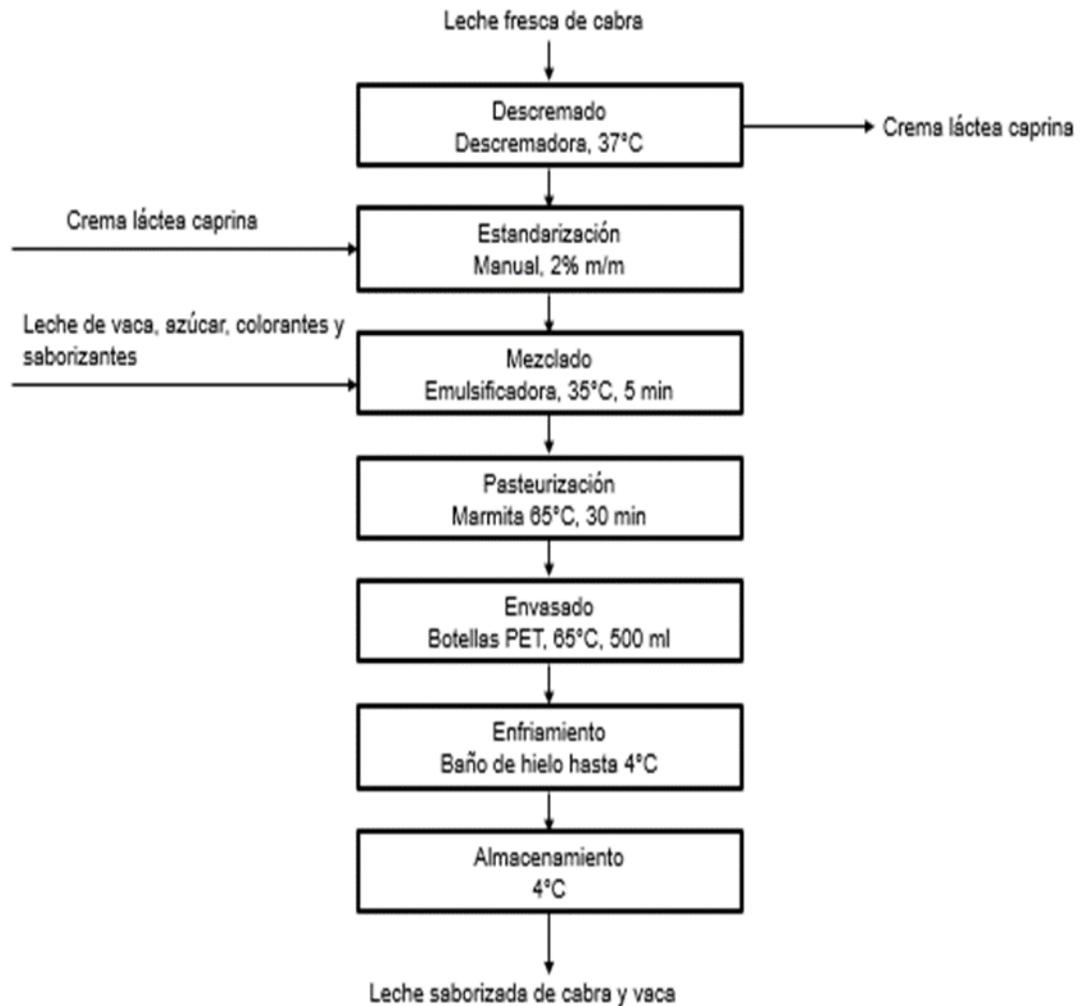


Figura 5.5.6.1 Diagrama de flujo para la elaboración de leche de cabra y vaca sabor fresca.

5.5.7 Puntos de control del proceso

Durante el proceso de elaboración de leches saborizadas se deben controlar ciertos puntos específicos del mismo, los cuales permiten la obtención de un producto de calidad.

- **Pasteurización:** El control de esta etapa es indispensable ya que garantiza la inocuidad de la leche utilizada, es por esto que el control de la temperatura y tiempo de proceso es de suma importancia, ya que la combinación adecuada de estos dos parámetros es la que asegura un

tratamiento térmico eficaz en inactivar microorganismos patógenos (Richardson, 2004).

- **Mezclado:** Un mezclado adecuado permite que no se dé una precipitación de los componentes sólidos de la leche saborizada como el azúcar, además de que le brinda más estabilidad a la emulsión al utilizar una emulsificadora para mezclar.

- **Enfriamiento y almacenamiento:** Se debe garantizar que el enfriamiento sea lo más rápido posible, se recomienda un tiempo entre 2 y 4 horas (Hawthorn & Rolfe, 2016), posteriormente, el producto se debe mantener siempre a temperatura de refrigeración (cerca de 4°C), ya que, debido al tratamiento térmico aplicado, el almacenamiento a temperaturas superiores puede causar la proliferación de microorganismos que sobrevivieron a la pasteurización (Meghwal *et al.*, 2017).

5.5.8 Puntos críticos para asegurar la inocuidad del producto

En el siguiente cuadro, se establece el punto crítico de control en el proceso de elaboración de leche saborizada, se define la operación de pasteurización como PCC, ya que existen datos científicos, así como leyes en distintos países, que establecen que, si esta operación no se realizara, o se realizara de forma inadecuada (combinación de tiempo y temperatura insuficientes) la probabilidad y severidad de un problema de inocuidad en el producto es alta, además, la pasteurización es la única operación en el proceso que controla este peligro microbiológico (sobrevivencia de *E. coli*, *Salmonella* sp, *Mycobacterium tuberculosis* y *Coxiella burnetti*) (FDA, 2017; Newslow, 2001; Martínez & Rosenberger, 2013)

Cuadro 5.5.8.1. Definición de los puntos críticos de control (PCC) en el proceso de elaboración de leche de cabra y vaca sabor fresca.

Descripción del PCC	Limites Críticos	Monitoreo	Corrección	Verificación
Pasteurización	Temperatura: 65 °C	Se mide la temperatura de proceso cada 5 minutos	En caso de que no se alcance el tiempo y temperatura indicados se debe pasteurizar nuevamente la leche	Revisión de registros de temperatura y tiempo de pasteurización
	Tiempo: 30 min	Se utiliza un cronómetro		

5.5.9 Rendimiento

La leche saborizada es un producto que presenta un alto rendimiento, siendo el descremado la única operación en que se dan pérdidas debido a que se reduce el porcentaje de grasa de la leche de cabra, provocando así que el porcentaje total del rendimiento del proceso sea de aproximadamente 97%.

5.5.10 Empaque recomendado

Para producción a nivel industrial de leches saborizadas, el empaque recomendado es TetraPak® aplicando envasado aséptico, ya que esto, acoplado a un tratamiento térmico UAT garantiza la preservación del producto a temperatura ambiente por largo tiempo, sin embargo, para los productores de leche de cabra, botellas de PET semi-opaco serían la mejor alternativa ya que presentan un costo mucho menor y protegen al producto de la luz.

Los proveedores de envases plásticos en Costa Rica se presentan en el Cuadro 5.5.10.1

Cuadro 5.5.10.1. Posibles proveedores de empaques plásticos para el producto.

Casa Comercial	Contacto (número telefónico o correo electrónico)
Plásticos Martínez	4404 5500
Plásticos modernos	2293 4010
SC Plásticos	2224 7092
INGRUP	2265 6500

5.5.11 Análisis recomendado

Para el producto final, se recomiendan los siguientes análisis:

pH: Es una prueba de calidad de suma importancia ya que se relaciona con la aceptación del consumidor, además de que brinda información de si el producto ha sufrido alteraciones por crecimiento de bacterias. El análisis se realiza a 20 mL de muestra y el valor debe encontrarse en un rango desde 6,51 hasta 6,55

Viscosidad: Esta característica se relaciona estrechamente con la aceptación sensorial del producto, ya que viscosidades muy bajas o elevadas pueden desagradar al consumidor y Se determina utilizando un viscosímetro de Ostwald y el valor debe encontrarse en un rango entre 0,00153 y 0,00167 Pa*s

Recuento de coliformes totales y total aerobio: Estas pruebas microbiológicas permiten determinar si se están cumpliendo los parámetros establecidos para el producto, además de verificar que la pasteurización este siendo eficaz. Se debe obtener un recuento <10 UFC/mL (RTCA 67.04.50:08, 2009)

6. CONCLUSIONES

El producto que presentó los mejores resultados tanto fisicoquímicos como sensoriales fue la leche de fresa con una proporción de leche de cabra/leche de vaca de 50% y 50%.

El sabor fresa presentó el mayor agrado en todos los conglomerados y en las condiciones “con” y “sin información”.

Al brindarle a los panelistas información acerca de la composición de las leches saborizadas, el agrado general de las muestras aumentó.

El sabor de leche menos gustado por los panelistas fue el de chocolate.

Para las leches sabor vainilla y fresa, al aumentar la proporción de leche de cabra en la formulación, se presentó una disminución en el pH y un aumento en la acidez, en el caso de las leches sabor chocolate, no se da ninguna tendencia definida para estos dos análisis.

Las leches sabor chocolate fueron las que presentaron las viscosidades más elevadas y al aumentar la proporción de leche de cabra en la formulación, se presentó también un aumento en la viscosidad.

El aumento en la proporción de leche de cabra en las leches saborizadas no generó diferencia significativa en los parámetros de color a^* y b^* , mientras que en el parámetro L^* generó una ligera disminución.

7. RECOMENDACIONES

Realizar paneles sensoriales con una mayor cantidad de personas y a grupos más representativos de los consumidores finales para obtener resultados con mayor exactitud.

Evaluar la interacción a nivel sensorial que pueda tener la utilización de leche de cabra en leches sabor chocolate.

En la formulación de las leches saborizadas de chocolate, evaluar la posibilidad de incluir estabilizantes para evitar la separación de fases en la bebida.

Evaluar el agrado sensorial de leches de otros sabores distintos para determinar si existen interacciones de estos con la leche de cabra.

Elaborar las leches saborizadas con leche de cabra y de vaca homogeneizada para anular el efecto que puede tener la homogeneización en la viscosidad de las mismas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. 1998. Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemistry. 15 ed. Arlington.
- ALAIS, C. 1985. Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. Editorial Reverte.
- ALITA. s.f. Goat Products. (En línea). Consultado el 5 de mayo de 2020. Disponible en: <http://goatalita.com/products/>.
- ALVAREZ, 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). Universidad de Costa Rica.
- ARANCETA, J & SERRA, LI. 2004. Leche, lácteos y salud. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España.
- ARGAMAN, N., HADAYA, O; GLASSER, T., MUKLADA, H., DVASH, L., MESILATY, R & LANDAU, S. 2015. 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.
- BARREIRO, J & SANDOVAL, A. 2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Editorial Equinoccio. Caracas, Venezuela.
- BATTRO, P. 2010. Quesos Artesanales. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- BELEWU, M; AIYEGBUSI, O. 2002. Comparison of the Mineral Content and Apparent Biological Value of Milk from Human, Cow and Goat. *The Journal of Food Technology in Africa* (7): 9-11.
- BOYAZOGLU, J., HATZIMINAOGLOU, I & MORAND- FEHR, P. 2005. The role of the goat in society: past, present and perspectives for the future. *Small Ruminant Research* 60 (1-2): 13-23.

- BURROWS, J., ESANOLA, V., AMUNÁTEGUI, R., GIACOMOZZI, J & BARRERA, D. 2016. Perspectivas de la producción e industria de la leche de cabra. ODEPA. Chile.
- CABALLERO, B; FINGLAS, P & TOLDRÁ, F. 2015. Encyclopedia of Food and Health. Editorial Elsevier. Oxford. Inglaterra.
- CAPRA. 2004. La composición de la leche de cabra y su papel en la alimentación humana (en línea). Consultado 16 noviembre de. 2019. Disponible en: <http://www.capraispana.com/la-leche-de-cabra-en-alimentacion-humana/>.
- 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.
- CHACÓN, A. 2006. Comparación de la titulación de la acidez de leche caprina y bovina con hidróxido de sodio y cal común saturada. *Agronomía Mesoamericana*. 17(1): 55-61.
- 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). 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.
- CHACÓN, A & MORA, D. 2017. Caracterización sectorial de la caprina cultura en Costa Rica. *Nutrición Tropical Animal*. (11) 2: 23- 60.
- 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.
- CHACÓN, A., PINEDA, M & 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.

- CHIZOTI, T; CRUZ, M; BENASSI, M & BRUGNARO, C. 2018. Sensory Analysis of Chocolate Milk for College Students. *Journal of Obesity and Overweight* (4): 2455- 2458.
- CLARK, S; COSTELLO, M; DRAKE, M & BODYFELT, F. 2009. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. 2 Ed. Springer Science & Business Media. Nueva York, Estados Unidos.
- CNPL. 2015. Consumo de productos lácteos. En línea. Recuperado el 10 de octubre de 2018 de: <http://proleche.com/consumo-de-productos-lacteos/>.
- DOSTALOYA, J. 1994. Goats milk. *Vyziva* 49 (2): 43-44.
- DUBEUF, J; MORAND- FEHR, P & RUBINO, R. 2004. Situation, changes and future of goat industry around the world. *Small Ruminant Research*. 51: 165-173.
- ELLNER, R. 2000. Preguntas y respuestas sobre la microbiología de la leche y los productos lácteos. Ediciones Díaz de Santos. España.
- FAO. 2001. *Codex Alimentarius: Leche y productos lácteos*. 2 Ed. Roma, Italia
- FAO. 2013. La leche en cifras. En línea. Recuperado el 9 de octubre de 2018 de: <http://www.fao.org/assets/infographics/FAO-Infographic-milk-facts-es.pdf>
- FAO. s.f. Pequeños Rumiantes. En línea. Recuperado el 5 de noviembre de 2019 de: <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/productiondairy-animals/productiondairy-animalssmall-ruminants/es/>
- FDA. 2017. Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance. En línea. Recuperado el 15 de agosto de 2020 de: <https://www.fda.gov/media/114169/download>
- GAGE, J. 1999. *Color and Meaning: Art, Science, and Symbolism*. University of California Press. California, Estados Unidos.
- HAENLEIN, G. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* (51): 151-163.
- HAWTHORN, J & ROLFE, J. *Low Temperature Biology of Foodstuffs: Recent Advances in Food Science*. Editorial Elsevier. Oxford. Inglaterra.

- HERNÁNDEZ, A. 2010. Tratado de nutrición: Nutrición humana en el estado de salud. 2 Ed. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España.
- HERNÁNDEZ, A; ALFARO, I & ARRIETA, R. 2003. Microbiología Industrial. Editorial UNED. San José, Costa Rica.
- 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. En línea. Recuperado el 7 de noviembre de 2019 de: https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/PRODUCTO_SNOTRADICIONALESDELECHECABRA.pdf.
- HIDALGO, I. 2017. Manual. Elaboración y conservación de alimentos (INAD011PO). Especialidades formativas. Editorial CEP. Madrid, España.
- 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): 522- 526.
- HOYO, P & HOYOS, J. 2014. Tratamientos previos de la leche. IC Editorial. Malaga, España.
- HUI, Y & CULBERSTON, J. 2006. Handbook of Food Science, Technology, and Engineering. 2 Ed. CRC Press. Florida, Estados Unidos.
- HUI, Y. 2006. Handbook of Food Science, Technology, and Engineering. CRC Press. Florida, Estados Unidos.
- HUNTERLAB, 2013. Color Flex EZ User's Manual. En línea. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de: <https://www.hunterlab.com/es/colorflex-ez-user-manual-es.pdf>.
- HUNTERLAB, s.f. Medición del color de comida. En línea. Recuperado el 11 de noviembre de 2019 de: <https://www.hunterlab.com/es/medici%C3%B3n-del-color-de-alimentos-espectrofot%C3%B3metro-para-alimentos.html>.

- HURTADO, M. 2014. Recepción y almacenamiento de la leche y otras materias primas. IC Editorial. Málaga. España.
- 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). Universidad de Costa Rica.
- KASHYAP, P & JINDAL, N. 2018. Role of electronic nose technology in food industry. En línea. Recuperado el 9 de noviembre de 2019 de: https://www.researchgate.net/publication/323958824_Role_of_electronic_nose_technology_in_food_industry.
- KIRK, R; SAWYER, R & EGAN, H. 1999. Composición y análisis de los alimentos de Pearson. Ed. Continental, Distrito federal, México.
- LAWLESS, H & HEYMANN, H. 2010. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. Springer Science & Business Media. Nueva York, Estados Unidos.
- LJUTOVAC, K; MASSOURAS, T & BARBOSA, M. 2004. Goat milk and heat treatments. South African Journal of Animal Science. (34): 173-176.
- MAREE, H. 1978. Goat milk and its use as hypo-allergenic infant food. Dairy Goat Journal (43):363-365.
- MARSHALL, R. 2006. Food Safety: A Practical and Case Study Approach. Springer Science & Business Media. Islandia.
- MARTINEZA, A & ROSENBERGER, M. 2013. Modelado numérico de pasteurización artesanal de leche y jugos naturales. Mecánica computacional. (32): 2485-2501.
- MEGHWAL, M; GOYAL, M & CHAVAN, R. Dairy Engineering: Advanced Technologies and Their Applications. CRC Press. Nueva Jersey, Estados Unidos.
- 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). 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.
- MORA, O & SHIMADA, A. 2001. Causas del color amarillo de la grasa de canales bovinos finalizados en pastoreo. *Veterinaria México* 32 (1): 63-71.
- MUELLER, W. s.f. Factors to be considered in selecting chocolate flavoured milk. En línea. Recuperado el 26 de junio de 2020 de: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(39\)92921-8/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(39)92921-8/pdf).
- NEERVEN, J, & SAVELKOUL, H. 2020. *Cow's Milk and Allergy*. Editorial MDPI. Basel. Suiza.
- NEWSLOW, D. 2020. *The ISO 9000 Quality System: Applications in Food and Technology*. Editorial John Wiley & Sons. Florida, Estados Unidos.
- PATEL, A; MOGHADAMD, S; FREEDMANE, M; HAZARIF, A; FANGG, M; ALLEN, E. 2018. The association of flavored milk consumption with milk and energy intake,
- QUIRÓS, M. 2016. Factibilidad técnica de la elaboración de un chocolate con leche de cabra y evaluación de sus características físico-químicas y sensoriales. (Tesis). Universidad de Costa Rica.
- RAMÍREZ, J. 2004. Características bioquímicas del músculo, calidad de la carne y de la grasa de los conejos seleccionados por la velocidad de crecimiento. Tesis Dr., Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Bellaterra. Barcelona.
- REINECCIUS, C. 2005. *Flavor Chemistry and Technology*. 2 Ed. CRC Press. Florida, Estados Unidos.
- RICHARDSON, C. 2004. Let's learn about dairy goats and goat's milk. Oklahoma Cooperative Extensión Service. Oklahoma State University.
- RICHARSON, P. 2004. *Improving the Thermal Processing of Foods*. CRC Press. Cambridge. Inglaterra.

- RICHARDSON, T & FINLEY, J. 1986. Chemical changes in food during processing. Springer Science y Business Media. Nueva Jersey, Estados Unidos.
- ROBINSON, R. 2005. Dairy Microbiology Handbook: The Microbiology of Milk and Milk Products. Editorial John Wiley. Estados Unidos.
- RODDEN, D. 2004. Dairy goat composition. En línea. Recuperado el 2 de febrero de 2020 de: <http://drinc.ucdavis.edu/html/milkg/milkg-1.shtml>.
- 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). Universidad de Costa Rica.
- ROMERO, R & MESTRES, J. 2004. Productos lácteos. Tecnología. Universidad Politécnica de Cataluña. España.
- RTCA. 2009. Reglamento Técnico Centroamericano. RTCA 67.04.50:08. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos.
- RTCA. 2012. Reglamento Técnico Centroamericano. RTCA 67.04.54:10. Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios.
- SHIMAZAKI, K; KAWANO, N; URASHIMA, T; TAKASAWA, T. & FUKUI, Y. 1991. Comparison of amino acid and carbohydrate composition of bovine, goat and sheep lactoferrin. *Animal Science and Technology* 62 (7): 645-650.
- SILVERSON, s.f. Production of Flavored Milk Drinks. En línea. Recuperado el 2 de diciembre del 2019 de: <https://www.silverson.com/us/resource-library/application-reports/production-of-flavored-milk-drinks>
- SINGH, V.B.; SINGH, S.N. 1985. Amino-acid composition of casein of four Indian goat breeds during lactation. *Asian-Journal-of-Dairy-Research* 3(4): 187-192.
- SMITH, C & SHERMAN, D. 2011. Goat Medicine. Editorial John Wiley & Sons. Iowa, Estados Unidos.
- Society of Sensory Professionals. 2018. Quantitative Descriptive Analysis. En línea. Recuperado el 20 de octubre de:

<https://www.sensorysociety.org/knowledge/sspwiki/Pages/Quantitative%20Descriptive%20Analysis.aspx>.

STATISTA. 2019. U.S. retail sales growth of flavored milk 2018, by brand. En línea. Recuperado el 20 de septiembre de 2019 de: <https://www.statista.com/statistics/296166/us-retail-dollar-sales-of-flavored-milk-by-type/>

TAMINE, Y. 2009. Milk Processing and Quality Management. Editorial John Wiley & Sons. Oxford, Reino Unido.

TETRAPAK®. s.f. Flavoured milk – a growing demand. En línea. Recuperado el 7 de noviembre de 2019 de: <https://www.tetrapak.com/findbyfood/dairy/flavoured-milk>

USDA. 2019. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE; NUTRIENT DATA LABORATORY. USDA National Nutrient Database for Standard Reference (En línea). Consultado el de 16 noviembre de 2019 Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/80400535/DATA/sr21/sr21>

UK Farm. s.f. Fresh Goat milk chocolate. (En línea). Consultado el 5 de mayo de 2020. Disponible en: <https://ukfarm.com.my/product/fresh-goat-milk-chocolate/>

UNIVERSITY OF MARYLAND. 1992. Nacional Goat Handbook. En línea. Recuperado el 6 de noviembre de 2020 de: <http://www.inform.umd.edu/EdRes/topic/AgrEnv/ndd/goat>

VALLS, J; PRIETO, E & CASTRO, J.1999. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona, España.

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: 1-12.

9. Apéndices

Apéndice A: Análisis fisicoquímicos de leches saborizadas

Cuadro A1. Valores de acidez total expresada como ácido láctico, para leches de distintos sabores y distintas proporciones de leche de cabra y de vaca.

Proporción leche de cabra/leche de vaca (%)	Repetición	Réplica	ATECAL		
			Fresa	Vainilla	Chocolate
0/100	1	1	0,0964	0,1131	0,131
		2	0,0964	0,1101	0,1309
	2	1	0,0974	0,1137	0,1339
		2	0,0978	0,1084	0,1295
	3	1	0,0989	0,1101	0,1293
		2	0,097	0,1116	0,1307
25/75	1	1	0,1008	0,1195	0,1159
		2	0,1008	0,1196	0,116
	2	1	0,1008	0,1193	0,1146
		2	0,1008	0,1196	0,1145
	3	1	0,1007	0,1196	0,1116
		2	0,1007	0,1219	0,1116
50/50	1	1	0,1008	0,1334	0,1143
		2	0,1009	0,1282	0,1141
	2	1	0,1009	0,1293	0,1148
		2	0,1008	0,1315	0,1151
	3	1	0,1008	0,1294	0,1145
		2	0,1008	0,1308	0,1143
75/25	1	1	0,12	0,1354	0,1167
		2	0,1202	0,1372	0,117
	2	1	0,1206	0,1357	0,1148
		2	0,1206	0,1364	0,1145
	3	1	0,1209	0,1404	0,1164
		2	0,121	0,1354	0,1167
100/0	1	1	0,1237	0,1455	0,124
		2	0,1212	0,1467	0,124
	2	1	0,1228	0,1451	0,1212
		2	0,123	0,1446	0,1243
	3	1	0,1232	0,1461	0,1209
		2	0,1233	0,1467	0,1241

Cuadro A2. Viscosidad para leches de tres sabores y distintas proporciones de leche de cabra y vaca, determinadas con viscosímetro de Ostwald a 30°C.

Proporción leche de cabra/leche de vaca (%)	Repetición	Réplica	Viscosidad (Pa*s)		
			Fresa	Vainilla	Chocolate
0/100	1	1	0,00169	0,00172	0,00275
		2	0,00168	0,00169	0,00277
		3	0,00167	0,0017	0,00279
	2	1	0,00169	0,00168	0,00281
		2	0,0017	0,00167	0,00281
		3	0,00169	0,00171	0,0028
	3	1	0,00168	0,00169	0,00282
		2	0,00171	0,00168	0,00284
		3	0,0017	0,00167	0,00282
25/75	1	1	0,00169	0,00156	0,00281
		2	0,00168	0,00174	0,00284
		3	0,00169	0,00159	0,00285
	2	1	0,0017	0,00161	0,00287
		2	0,00174	0,00162	0,00286
		3	0,00169	0,00164	0,00285
	3	1	0,00168	0,00166	0,00284
		2	0,00169	0,00167	0,00283
		3	0,00171	0,00172	0,00281
50/50	1	1	0,00166	0,00156	0,00287
		2	0,00153	0,00153	0,00289
		3	0,00159	0,00153	0,00286
	2	1	0,00155	0,00153	0,00291
		2	0,00157	0,00155	0,00293
		3	0,0016	0,00156	0,00295
	3	1	0,00165	0,00151	0,00296
		2	0,00164	0,00153	0,00298
		3	0,00167	0,00155	0,00295
75/25	1	1	0,00169	0,00142	0,003
		2	0,00153	0,00173	0,003
		3	0,00154	0,00145	0,00303
	2	1	0,00157	0,00149	0,00298
		2	0,00155	0,00153	0,00303
		3	0,00164	0,00158	0,00302

Cuadro A2. Continuación.

Proporción leche de cabra/leche de vaca (%)	Repetición	Réplica	Viscosidad (Pa*s)		
			Fresa	Vainilla	Chocolate
75/25	3	1	0,00165	0,00161	0,00305
		2	0,00166	0,00166	0,00301
		3	0,00168	0,00168	0,00303
100/0	1	1	0,0017	0,00177	0,00303
		2	0,00165	0,00174	0,00304
		3	0,00166	0,00174	0,00302
	2	1	0,00165	0,00174	0,00305
		2	0,00163	0,00177	0,00308
		3	0,00167	0,00176	0,00308
	3	1	0,00166	0,00175	0,00306
		2	0,00169	0,00173	0,00307
		3	0,0017	0,00172	0,00309

Cuadro A3. Parámetros de color a*, b* y L* de leches de distintos sabores y distintas proporciones de leche de cabra y vaca.

Sabor	Repetición	Réplica	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	Parámetros de color			
				L*	a*	b*	
Fresa	1	1	0/100	59,89	35,64	-3,56	
		2		59,94	35,55	-3,50	
		3		59,92	35,58	-3,55	
	2	1		61,71	30,10	-3,47	
		2		61,74	30,03	-3,48	
		3		61,95	29,70	-3,13	
	3	1		60,02	35,49	-3,42	
		2		59,90	35,74	-3,66	
		3		59,87	35,79	-3,73	
	1	1	25/75	65,14	28,13	-2,45	
				2	65,24	27,94	-2,22
				3	65,15	28,15	-2,41
		2		1	65,88	26,78	-1,15
				2	65,03	28,41	-2,59
				3	65,05	28,37	-2,58

Cuadro A3. Continuación.

Sabor	Repetición	Réplica	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	Parámetros de color		
				L*	a*	b*
Fresa	3	1	25/75	65,24	27,95	-2,17
		2		65,11	28,22	-2,42
		3		65,04	28,31	-2,51
	1	1	50/50	60,79	32,21	-3,75
		2		60,84	32,07	-3,66
		3		60,63	32,60	-4,05
	2	1		60,80	32,20	-3,74
		2		60,63	32,50	-3,99
		3		60,82	32,15	-3,66
	3	1		60,59	32,55	-4,00
		2		60,51	32,74	-4,07
		3		60,58	32,57	-3,89
	1	1	75/25	63,36	29,72	-2,95
		2		63,33	29,74	-2,97
		3		63,38	29,65	-2,77
	2	1		63,87	28,67	-1,94
		2		63,24	29,83	-3,08
		3		63,19	29,97	-3,09
	3	1		63,73	28,94	-2,20
		2		63,16	30,01	-3,07
		3		63,22	29,88	-2,98
	1	1	100/0	54,98	39,87	-2,90
		2		54,88	40,10	-3,00
		3		55,12	39,54	-2,63
	2	1		59,61	34,22	-2,72
		2		59,69	33,96	-2,51
		3		59,68	33,87	-2,45
	3	1		60,33	34,56	-3,32
		2		60,42	34,29	-3,06
		3		60,34	34,36	-3,13
Vainilla	1	1	0/100	83,03	-8,03	46,57
		2		83,17	-8,20	46,81
		3		82,98	-7,89	46,42

Cuadro A3. Continuación.

Sabor	Repetición	Replica	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	Parámetros de color		
				L*	a*	b*
Vainilla	2	1	0/100	83,49	-8,04	45,22
		2		84,24	-8,99	46,50
		3		83,71	-8,25	45,65
	3	1		82,80	-7,28	47,75
		2		82,90	-7,41	47,91
		3		82,88	-7,28	47,82
	1	1	25/75	83,62	-8,98	41,05
		2		83,79	-9,09	41,34
		3		83,88	-9,28	41,55
	2	1		83,74	-9,14	41,32
		2		84,27	-9,89	42,21
		3		83,60	-8,94	41,12
	3	1		84,60	-10,46	42,84
		2		84,43	-10,13	42,55
		3		83,56	-8,79	41,04
	1	1	50/50	84,26	-12,48	43,96
		2		82,55	-9,87	41,05
		3		82,70	-10,14	41,27
	2	1		82,84	-10,40	41,50
		2		82,91	-10,43	41,60
		3		82,41	-9,70	40,70
	3	1		82,61	-10,11	41,11
		2		82,45	-9,79	40,77
		3		82,54	-9,96	40,91
	1	1	75/25	82,47	-10,29	42,06
		2		82,39	-10,16	41,97
		3		82,65	-10,54	42,39
	2	1		82,56	-10,40	42,31
		2		82,42	-10,18	42,04
		3		82,40	-10,23	41,98
	3	1		82,59	-10,49	42,40
		2		82,43	-10,31	42,17
		3		82,47	-10,34	42,25

Cuadro A3. Continuación.

Sabor	Repetición	Replica	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	Parámetros de color			
				L*	a*	b*	
Vainilla	1	1	100/0	83,15	-10,20	50,20	
		2		82,66	-9,52	49,46	
		3		82,44	-9,17	49,15	
	2	1		82,33	-8,85	48,73	
		2		84,10	-11,65	51,86	
		3		82,39	-9,09	49,13	
	3	1		82,63	-9,05	49,80	
		2		83,14	-9,86	50,78	
		3		82,87	-9,50	50,32	
Chocolate	1	1	0/100	31,57	9,48	12,62	
		2		32,12	8,75	13,25	
		3		31,21	9,48	13,04	
	2	1		32,32	9,42	12,98	
		2		32,63	9,34	13,05	
		3		33,01	9,40	12,85	
	3	1		33,56	9,47	12,49	
		2		34,00	9,22	12,74	
		3		34,81	8,59	13,07	
	1	1	25/75	31,25	8,64	13,02	
		2		31,61	8,65	13,26	
		3		31,59	9,09	12,70	
	2	1		32,02	8,97	12,95	
		2		32,43	9,08	12,90	
		3		32,88	9,18	12,73	
	3	1		33,55	8,64	12,97	
		2		34,30	7,91	13,59	
		3		34,42	8,68	12,76	
	1	1	50/50	34,40	9,73	14,85	
				2	35,06	8,79	15,78
				3	35,22	8,78	15,81
2		1		35,59	8,49	16,07	
		2		35,17	9,71	14,77	
		3		35,95	8,62	15,83	

Cuadro A3. Continuación.

Sabor	Repetición	Replica	Proporción leche de cabra/ leche de vaca (%)	Parámetros de color		
				L*	a*	b*
Chocolate	3	1	50/50	36,11	8,81	15,53
		2		36,52	8,59	15,85
		3		36,43	9,45	14,96
	1	1	75/25	29,63	10,48	14,63
		2		30,82	10,22	15,26
		3		31,54	10,22	15,43
	2	1		31,14	10,04	15,43
		2		32,70	10,09	15,32
		3		34,24	9,71	15,29
	3	1		35,50	9,41	15,27
		2		36,19	9,18	15,20
		3		37,07	8,99	15,06
	1	1	100/0	31,36	10,22	15,19
		2		31,73	10,19	15,42
		3		32,24	10,00	15,68
	2	1		32,64	9,85	15,98
		2		33,06	9,91	15,51
		3		33,57	9,83	15,36
	3	1		34,51	9,57	15,64
		2		35,23	9,45	15,35
		3		35,99	9,35	15,18

Cuadro A4. Valores de pH para leches de distintos sabores y distintas proporciones de leche de cabra y de vaca.

Proporción leche de cabra/leche de vaca (%)	Repetición	Réplica	pH		
			Fresa	Vainilla	Chocolate
0/100	1	1	6,55	6,53	6,25
		2	6,55	6,53	6,24
		3	6,56	6,52	6,25
	2	1	6,55	6,53	6,26
		2	6,56	6,52	6,25
		3	6,54	6,54	6,24
	3	1	6,53	6,52	6,25
		2	6,56	6,52	6,24
		3	6,55	6,53	6,26
25/75	1	1	6,53	6,51	6,24
		2	6,54	6,51	6,24
		3	6,55	6,50	6,25
	2	1	6,56	6,51	6,25
		2	6,53	6,52	6,26
		3	6,55	6,51	6,25
	3	1	6,53	6,50	6,24
		2	6,55	6,50	6,26
		3	6,54	6,51	6,25
50/50	1	1	6,53	6,50	6,27
		2	6,54	6,50	6,27
		3	6,52	6,51	6,28
	2	1	6,55	6,50	6,29
		2	6,55	6,49	6,28
		3	6,53	6,50	6,27
	3	1	6,52	6,51	6,28
		2	6,51	6,50	6,29
		3	6,52	6,51	6,28
75/25	1	1	6,50	6,55	6,28
		2	6,51	6,54	6,29
		3	6,51	6,53	6,29
	2	1	6,51	6,53	6,27
		2	6,52	6,54	6,28
		3	6,50	6,53	6,29

Cuadro A4. Continuación.

Proporción leche de cabra/leche de vaca (%)	Repetición	Réplica	pH		
			Fresa	Vainilla	Chocolate
75/25	3	1	6,52	6,55	6,30
		2	6,51	6,52	6,29
		3	6,50	6,54	6,28
100/0	1	1	6,43	6,51	6,29
		2	6,42	6,52	6,29
		3	6,43	6,53	6,30
	2	1	6,44	6,50	6,29
		2	6,43	6,49	6,28
		3	6,44	6,48	6,29
	3	1	6,45	6,47	6,27
		2	6,44	6,47	6,29
		3	6,46	6,46	6,28

Cuadro A5. Recuento total aerobio realizado posterior a pasteurizar la leche saborizada de chocolate 100% leche de cabra.

Muestra	Recuento total aerobio (UFC/ml)
Leche saborizada de chocolate	<10

Apéndice B: Análisis sensorial de leches saborizadas

Cuadro B1. Información presentada a los panelistas para posterior evaluación de agrado general de muestras.

Código de la muestra	Composición de la mezcla de leche utilizada en la leche saborizada
420	Fresco Leche Dos Pinos de vainilla (100% leche de vaca)
797	75 % leche de cabra, 25% leche de vaca
174	100% leche de vaca
961	100% leche de cabra
338	25 % leche de cabra, 75% leche de vaca
502	50 % leche de cabra, 50% leche de vaca
697	75 % leche de cabra, 25% leche de vaca
320	25 % leche de cabra, 75% leche de vaca
943	Fresco Leche Dos Pinos de Fresa (100% leche de vaca)
156	100% leche de cabra
779	50 % leche de cabra, 50% leche de vaca
402	100% leche de vaca
569	Fresco Leche Dos Pinos de chocolate (100% leche de vaca)
958	100 % leche de cabra
347	75 % leche de cabra, 25% leche de vaca
736	50 % leche de cabra, 50% leche de vaca
495	25% leche de cabra, 75% leche de vaca
884	100 % leche de vaca

 LABORATORIO ANÁLISIS SENSORIAL	R-S1-5-061	1 de 1
	Emisión N°: 1	
ACUERDO DE PARTICIPACIÓN EN PRUEBAS SENSORIALES CON CONSUMIDORES	Fecha de emisión: 19/05/2014	
	Emitido por: Sandra Calderón	

Antes de iniciar la degustación, se le solicita su consentimiento o disposición a participar en esta prueba sensorial mediante su firma. Con la cual usted confirma que se le ha indicado y descrito el tipo de alimento a evaluar, y que en caso de identificar algún tipo de problema o inconveniencia personal derivado de su consumo queda en usted la decisión de continuar o no con la degustación.

Nota: En esta prueba usted degustará varias muestras de leches saborizadas.

Contienen: Caseína, lactosa y colorantes artificiales

De acuerdo a su conveniencia complete la siguiente información.

Estoy de acuerdo <input type="checkbox"/> Estoy en desacuerdo <input type="checkbox"/> Nombre: _____ Fecha: _____ Cédula: _____ Firma: _____	Estoy de acuerdo <input type="checkbox"/> Estoy en desacuerdo <input type="checkbox"/> Nombre: _____ Fecha: _____ Cédula: _____ Firma: _____
Estoy de acuerdo <input type="checkbox"/> Estoy en desacuerdo <input type="checkbox"/> Nombre: _____ Fecha: _____ Cédula: _____ Firma: _____	Estoy de acuerdo <input type="checkbox"/> Estoy en desacuerdo <input type="checkbox"/> Nombre: _____ Fecha: _____ Cédula: _____ Firma: _____
Estoy de acuerdo <input type="checkbox"/> Estoy en desacuerdo <input type="checkbox"/> Nombre: _____ Fecha: _____ Cédula: _____ Firma: _____	Estoy de acuerdo <input type="checkbox"/> Estoy en desacuerdo <input type="checkbox"/> Nombre: _____ Fecha: _____ Cédula: _____ Firma: _____

Figura B1. Acuerdo de participación utilizado para los paneles sensoriales realizados.

Cuadro B2. Análisis de varianza de variable agrado en conglomerado 1 de panelistas (n= 17).

Factor	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
Juez	16	373,323	23,333	8,502	<0,0001
Muestra	17	2436,945	143,350	52,234	<0,0001
Información	1	25,777	25,777	9,393	0,002
Juez*Muestra	272	1517,102	5,578	2,032	<0,0001
Juez*Información	16	137,257	8,579	3,126	<0,0001
Muestra*Información	17	67,697	3,982	1,451	0,113

Cuadro B3. Análisis de varianza de variable agrado en conglomerado 2 de panelistas (n= 53).

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
Juez	52	1090,995	20,981	5,486	<0,0001
Muestra	17	2542,685	149,570	39,107	<0,0001
Información	1	185,922	185,922	48,612	<0,0001
Juez*Muestra	884	3731,044	4,221	1,104	0,072
Juez*Información	52	810,197	15,581	4,074	<0,0001
Muestra*Información	17	58,075	3,416	0,893	0,582

Cuadro B4. Análisis de varianza de variable agrado en conglomerado 3 de panelistas (n= 40).

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
Juez	39	604,818	15,508	4,180	<0,0001
Muestra	17	666,353	39,197	10,565	<0,0001
Información	1	195,880	195,880	52,797	<0,0001
Juez*Muestra	663	3484,419	5,256	1,417	<0,0001
Juez*Información	39	1661,857	42,612	11,485	<0,0001
Muestra*Información	17	60,613	3,565	0,961	0,501

GL= Grados de libertad.

Apéndice C: Análisis proximal de leche de cabra y vaca empleadas en la formulación de leches saborizadas.

Cuadro C1. Valores promedio de análisis proximal de leches de vaca y cabra utilizadas en la elaboración de leches saborizadas.

Tipo de leche	Porcentaje de proteína (%)	Porcentaje de grasa (%)	Porcentaje de carbohidratos (%)
Leche de cabra	4,2	6,2	5,1
Leche de vaca	4,0	2,0	5,4