

REVISIÓN

Leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*): una revisión de su valor nutricional, actividades biológicas, tratamiento térmico y productos alimenticios derivados

DOI: 10.17533/udea.penh.v25n2a06

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Vol. 25 N.º 2, julio-diciembre de 2023, pp. 177-192.

Artículo recibido: 12 de marzo de 2023

Aprobado: 30 de abril de 2024

Elizabeth Nivia Zeña Chiara^{1*}; Angie Valery Huamanchay Meza²; Alfonso David Balladares Quintana³; Luz Fabiola Guadalupe-Sifuentes de Posadas⁴; Gladys Constanza Arias Arroyo⁵

Resumen

Antecedentes: la leche de cabra es una gran fuente de energía y nutrientes, sobre todo por sus aportes en calcio y fósforo, además de ser considerada una de las principales alternativas de la leche de vaca por su tolerancia y aceptabilidad. **Objetivo:** explorar los beneficios tanto nutricionales como funcionales de la leche de cabra y de sus productos alimenticios derivados y el efecto del tratamiento térmico. **Materiales y métodos:** se realizó una búsqueda preliminar de artículos en las bases de datos Google Scholar, Pubmed, Scopus, Taylor & Francis y Science Direct, luego se combinaron los términos “leche de cabra” con “valor nutricional”, “actividades biológicas”, “tratamiento térmico”, “proceso de elaboración” en una fórmula de búsqueda. **Resultados:** según los criterios de inclusión y exclusión, se obtuvieron 63 artículos, los cuales contribuyeron con la evidencia de los beneficios de la leche de cabra como alternativa de la leche de vaca, así como también los productos alimenticios que se pueden elaborar a partir de ella. **Conclusión:** la leche de cabra posee un alto valor nutricional, se resalta su mayor contenido en calcio y menor contenido de lactosa. Además, presenta una mayor digestibilidad, menor alergenicidad, favorece la absorción de nutrientes, genera una mayor biodisponibilidad de hierro y previene la anemia ferropénica.

Palabras clave: leche de cabra, valor nutricional, actividades biológicas, tratamiento térmico, derivados de leche de cabra.

- ^{1*} Autor de correspondencia. Estudiante de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, Lima, Perú. elizabeth.zena@unmsm.edu.pe
- Estudiante de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, Lima, Perú. angie.huamanchay@unmsm.edu.pe
- Estudiante de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, Lima, Perú. alfonso.balladares@unmsm.edu.pe
- Magíster en Investigación y Docencia Universitaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Lima, Perú. lguadalupes@unmsm.edu.pe
- PhD en Farmacia. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Lima, Perú. gariasa@unmsm.edu.pe

Cómo citar este artículo: Zeña Chiara EN, Huamanchay Meza AV, Balladares Quintana AD, Guadalupe-Sifuentes de Posadas LF, Arias Arroyo GC. Leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*): una revisión de su valor nutricional, actividades biológicas, tratamiento térmico y productos alimenticios derivados. *Perspect Nutr Humana*. 2023;25:177-92. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v25n2a06>

© 2023 Universidad de Antioquia. Publicado por Universidad de Antioquia, Colombia.



Goat's Milk (*Capra aegagrus hircus*): A Review of its Nutritional Value, Biological Activities, Heat Treatment and Derived Food Products

Abstract

Background: Goat milk is a great source of energy and nutrients, especially due to its calcium and phosphorus contributions, as well as being considered one of the main alternatives to cow's milk due to tolerance and acceptability. **Objective:** To explore the nutritional and functional benefits of goat's milk, as well as derived food products. Also, the effect of heat treatment. **Materials and Methods:** A preliminary search of articles was carried out in the databases Google Scholar, Pubmed, Scopus, Taylor & Francis and Science Direct, then the terms "goat milk" were combined with "nutritional value", "biological activities", "heat treatment", "manufacturing process" in a research formula. **Results:** Following the inclusion and exclusion criteria, 63 articles were obtained, which contributed with evidence of the benefits of goat's milk as an alternative to cow's milk, as well as the food products that can be made from it. **Conclusion:** Goat's milk has a high nutritional value, highlighting its higher calcium content and lower lactose content. In addition, it presents greater digestibility, less allergenicity, favors the absorption of nutrients, generating greater bioavailability of iron, and preventing iron deficiency anemia.

Keywords: Goat milk, nutritional value, biological activities, heat treatment, goat milk derivatives.

INTRODUCCIÓN

El ser humano consume leche de cabra desde la Antigüedad, consumo propiciado por la gran versatilidad de su uso (1). Uno de los aportes más importantes a la nutrición humana deviene de su contenido de calcio y fósforo (2). Es reconocida la utilidad de la cuajada de cabra en aquellas personas que adolecen desórdenes gastrointestinales (3). Es recomendada como sustituta de la leche de vaca en la nutrición de pacientes alérgicos a ella, pues más del 40 % de ellos son tolerantes a la leche de cabra (4). Sus glóbulos de grasa, más pequeños que los de la leche de vaca, facilitan su digestión (5).

Uno de los más importantes beneficios de la ingesta sustituta de leche de cabra a la salud humana está relacionado con evitar la presencia de alergias alimentarias por proteínas de leche de vaca (6,7). Se sabe que la prevalencia de estas reacciones varía según el país y la edad de las personas, aunque la ausencia de datos exactos

se pueda explicar por la dificultad de realizar los métodos de diagnóstico diferencial por la aparente ausencia de antígenos estandarizados (7) y el contenido de 18 diferentes proteínas en la leche de vaca en las que se han encontrado anticuerpos en experimentos con animales (8).

Algunas propiedades particulares de la leche de cabra le otorgan ventajas tecnológicas respecto a la de vaca, tales como un tamaño menor de glóbulos de grasa responsable de otorgar una textura más suave a productos derivados; menor cantidad de alfa1-caseína con una mayor capacidad de retención de agua y una menor viscosidad (9-13).

Por otro lado, la intensidad de su sabor, mayor a la de leche de vaca, puede restringir la aceptación de los productos derivados por los consumidores (14) y afecta su relevancia en la industria alimentaria, aunque debe reconocerse el poco apoyo publicitario y académico comparativo.

Sin embargo, aparejada al rápido crecimiento de la población humana, la demanda de leche y pro-

ductos derivados está aumentando en los países tropicales en desarrollo, esta puede satisfacerse incrementando la ganadería rumiante (15). Como productoras de leche, las cabras contribuyen significativamente a la nutrición humana en muchos países en desarrollo (16), por lo que una cabra es reconocida universalmente como “la vaca de los pobres” (17). Los países en desarrollo reúnen 775 millones de los 809 millones de cabras en el mundo, y el 86 % de ellas se ubica en países de bajos ingresos (18).

En resumen, se puede señalar que la leche de cabra tiene un potencial alimenticio cuya calidad no se ha reconocido. Este artículo se propone esclarecer el valor nutricional y explicar e incrementar el interés sobre los productos derivados que se pueden obtener a partir de ella.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujo una búsqueda preliminar de artículos sobre el tema de la leche de cabra tanto en inglés como en español en cinco bases de datos: Google Scholar (gs), Pubmed (pm), Scielo (sc), Taylor & Francis (tf), Science Direct (sd), como resultado se obtuvieron 498 033 artículos publicados hasta el 2023.

Se filtraron los artículos utilizando la fórmula de búsqueda que incorpora los términos “leche de cabra” con “valor nutricional”, “actividades biológicas”, “tratamiento térmico”, “proceso de elaboración” en inglés y español y se obtuvieron 30 877 resultados; por último, se eliminaron aquellos que cumplían con los criterios excluyentes: a) estudios cuya publicación no se encontraba disponible; b) boletines, cartas al editor u opiniones de autor, y c) tesis, ensayos, monografías. El resultado fue de 63 artículos utilizados en la redacción de esta revisión (Figura 1).

RESULTADOS

Nutrientes de la leche de cabra

La composición de la leche de cabra presenta una gran similitud con la leche de vaca respecto a su contenido de sólidos totales, grasa, proteína, lactosa, etc. Estas se diferencian principalmente en los componentes individuales, como se detalla a continuación (2).

Proteínas

La leche de cabra contiene una gran cantidad de proteínas y produce un efecto beneficioso en la utilización nutritiva de proteína, efecto que evidenció un estudio en ratas con resección intestinal (19). Las proteínas presentes en la leche de cabra, en el estudio de Ambrosoli et al. (20), fueron la caseína y la lactoalbúmina, las cuales presentan diferencias en sus estructuras respecto a las presentes en leche bovina, por lo que tienen una importancia clínica en la reducción de respuestas alergénicas. Al respecto, Ye et al. (21) añadieron leche de cabra en fórmulas infantiles, lo que llevó a una digestión más rápida de proteínas en las fórmulas infantiles al formar flóculos más pequeños de proteínas agregadas.

Lípidos

El contenido de grasa de la leche de cabra (3,5 %) es menor que el de la leche de vaca (3,72 %) (22). Un estudio preclínico observó que una dieta con leche de cabra modifica el perfil lipídico al reducir la concentración de los triglicéridos y colesterol (23).

Otro estudio reveló que los lípidos obtenidos de la ingesta de leche de cabra son significativamente más sencillos de utilizar a nivel gástrico. Además, los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL, positivos para el fraccionamiento del colesterol) fueron mayores al consumir leche de cabra en comparación con la de vaca.

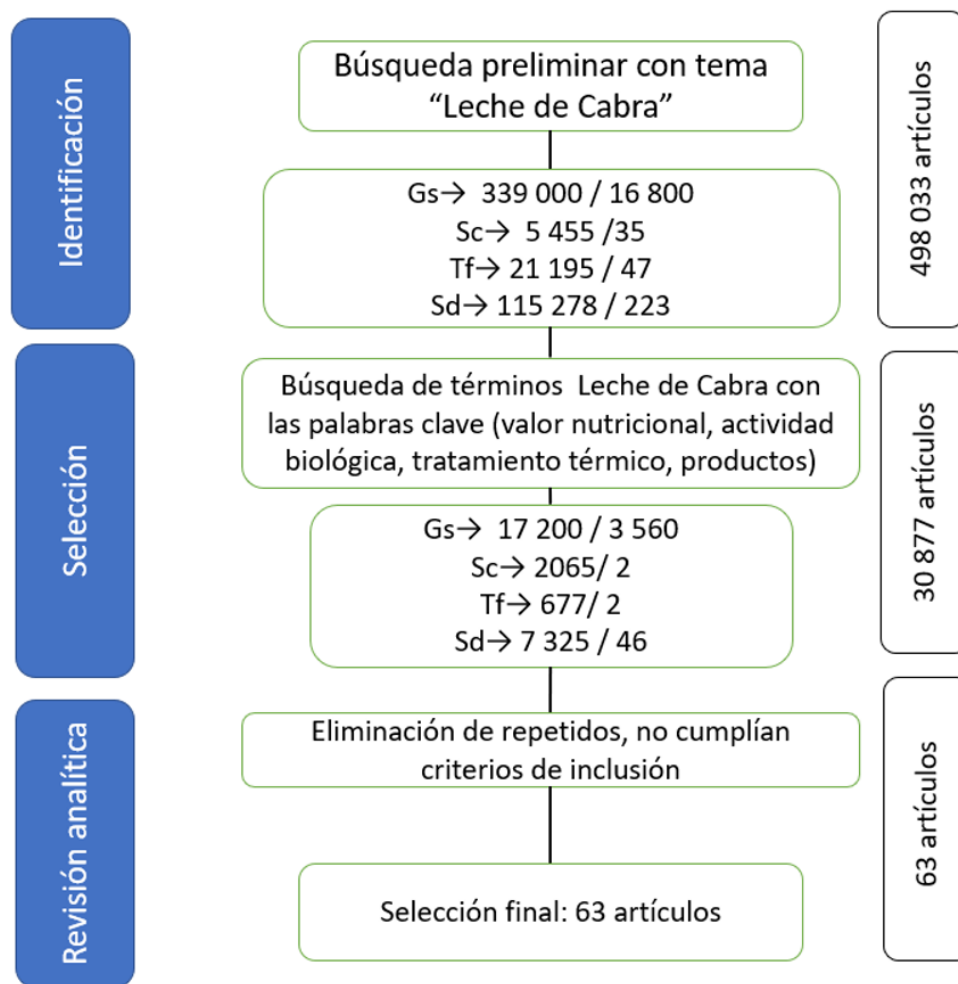


Figura 1. Flujograma del proceso de revisión.

Los niveles de transaminasas glutámico-oxalacética (GOT) y glutamato-piruvato transaminasa (GPT) (indicadores de compromiso hepático) fueron menores en la dieta con leche de cabra en comparación con la leche de vaca y aceite de oliva (24).

Lactosa

El menor contenido de lactosa en comparación con la leche de vaca la hace más digerible (26). La lactosa se sintetiza a partir de glucosa y galactosa en la glándula mamaria, en la que la proteína de

la leche α -lactoalbúmina favorece la absorción intestinal de calcio, magnesio, fósforo y la utilización de la vitamina D (21).

Vitaminas

En comparación con la leche de vaca, la concentración de folato [13,5 $\mu\text{g/L}$] y vitamina B12 [231 ng/L] confirma que la leche de cabra es extremadamente pobre en estas dos vitaminas; en la leche de vaca los valores de folatos oscilan entre 52-347 $\mu\text{g/L}$ y 684-21,576 ng/L para la vitamina B12 (25).

Minerales

La leche de distintas especies posee distintos patrones minerales; la leche de cabra tiene mayor contenido de potasio, calcio, cloro, fósforo, selenio, zinc y cobre en comparación con la leche de vaca. Destaca el aporte superior de calcio y selenio, aproximadamente 13 % más que la leche de vaca (26).

Por otro lado, en el estudio de Alférez et al. (27) se estudiaron los efectos de la inclusión dietética de leche liofilizada de cabra y vaca sobre la utilización de zinc y selenio; se concluye que el consumo de la dieta con leche de cabra produce una mayor biodisponibilidad de zinc y selenio y un mayor depósito de zinc en órganos clave, con respecto a la dieta estándar y a la dieta con leche de vaca (27).

Actividades biológicas

Absorción intestinal de nutrientes

El síndrome de malabsorción es el conjunto de síntomas y signos cuyo origen se da por el déficit nutricional causado por la inadecuada absorción intestinal de nutrientes (28). Lopez-Aliaga et al. (19) evidenciaron en ratas con tres distintos tipos de dieta que los mayores niveles de proteína, así como su digestión, correspondían a la leche de cabra en comparación con el estándar (sin leche) y con la leche de vaca. Además, la dieta con leche de cabra supuso una mejor alternativa en aquellas ratas con resección intestinal. De igual manera, los niveles de Mg en huesos fueron mayores en las ratas que recibieron la dieta con leche de cabra (19). Barrionuevo et al. (29) compararon la absorción del hierro y cobre obtenido a partir de distintas dietas con dos tipos de leche (cabra y vaca) en ratas. La leche de cabra resultó ser significativamente ($p < 0,25$) mejor absorbible que la leche de vaca.

Alergenicidad

La alergia alimentaria es una reacción adversa, producto de una respuesta inflamatoria que ocurre de manera reproducible tras el consumo de un alimento. La reacción inmunitaria puede ser mediada por IgE, no mediada por IgE o mixta, por ello la proteína de leche de vaca es la principal causa de alergia alimentaria en lactantes y niños pequeños (30).

La leche de cabra posee menor alergenidad que la leche de vaca al evaluarse en ratones sensibilizados gástricamente. Lara-Villoslada et al. (31) señalaron que esto puede deberse a los altos niveles de IgG1 e histamina evidenciados en vacas y a los incrementos IL-4 que produce en los consumidores.

Firer et al. (32) compararon la hipoalergenidad de la leche de cabra como alimento en contraste con la leche de vaca; al analizar casos, demostraron que el consumo de leche de vaca causa reacciones alérgicas sobre todo en niños, tales como úlcera gástrica, eccemas, asma, dolor abdominal, etc. Además, señalaron que aquellos niños que presentaron reacciones alérgicas producto de alergia al consumo de leche de vaca mostraron gran tolerancia al consumir leche de cabra.

Anemia ferropénica

El Ca y el Fe compiten en la absorción al utilizar el mismo transportador de membrana, el transportador de metales divalentes DMT1. Así, los alimentos ricos en Ca, como la leche, interfieren en la absorción de Fe, y su alto consumo puede desencadenar una anemia ferropénica. Sin embargo, a diferencia de la leche de vaca, la leche de cabra, incluso enriquecida con Ca, favoreció la recuperación de las reservas corporales de Fe en ratas anémicas (33). Se sugiere

Leche de cabra: una revisión bibliográfica

que esto puede ser debido a los altos niveles de vitamina A que permiten la movilización del Fe hacia su almacenamiento y uso para formar hemoglobina (29).

Según Alférez et al. (34), la mayor utilización nutritiva del Fe con la leche de cabra puede estar relacionada con el contenido proteico. La caseína de la leche de cabra es más soluble que la caseína de la leche de vaca, y además tiene mayor proporción de otras proteínas solubles (B- lactoglobulina, d- lactoalbúmina y albúmina sérica), este hecho junto con su origen animal conduce a una mayor absorción de estas proteínas, por lo tanto, favorece la biodisponibilidad del Fe.

En el estudio preclínico de Serrano-Reina et al. (35), se recomienda el consumo durante 30 días de dietas elaboradas a base de leche de cabra en el tratamiento de la anemia ferropénica, ya que presenta una mayor eficacia de regeneración de la hemoglobina en contraste con la leche de vaca.

Tratamiento térmico

Bajo idénticas condiciones de tratamiento térmico, la leche de cabra presenta una precipitación de proteínas mayor que la observada en leche de vaca; esto indica que posee una menor estabilidad coloidal (22,36).

El pH tiene un efecto significativo en la estabilidad térmica y muestra niveles menores de resistencia al tratamiento térmico a pH de 7,7. En el tratamiento térmico a pH de (6,9-7,3), mostró una mayor estabilidad de emulsión y capacidad de retención de aceite. Las condiciones ácidas ofrecieron una mejor capacidad de formación y estabilidad de espuma; además, una mayor capacidad de retención de agua de las proteínas (37).

Hovjecki et al. (38) demostraron que el tamaño (253 nm) de las micelas de la leche de cabra no se modificaba al ser tratadas a 72 °C. A temperaturas más altas, el tamaño de las micelas experimentaba un crecimiento significativo y alcanzaron 360 nm y 321 nm luego de un tratamiento a 85 °C por 3 min y 95 °C por 5 min, respectivamente.

El tamaño de las micelas se incrementa durante el proceso de tratamiento térmico por múltiples factores; en primer lugar, puede ser por una formación inicial de agregados de proteínas de suero y micelas, lo que incrementa la voluminosidad por la precipitación de fosfatos (39,40). Anema y Li (41) reportaron que gran parte de las variaciones en el tamaño de las micelas de caseína se deben a su asociación con las proteínas desnaturalizadas presentes en el suero de leche. Sin embargo, al prevenir la desnaturalización de las proteínas del suero de leche trabajando a pH de 6,9, se comprobó que primero ocurriría la disociación de la caseína de las micelas antes de su unión a las proteínas de suero desnaturalizadas (42).

También se evidenciaron problemas de termoestabilidad debido a concentraciones más altas de Ca²⁺, esto es más probable que se encuentre para el tratamiento UHT que para esterilización en contenedor (43). Al respecto, el uso de sales estabilizadoras como hidrógeno fosfato disódico y citrato trisódico aumentan la estabilidad térmica y el pH, pero redujeron la concentración de Ca²⁺ (43).

En el uso de citrato de sodio se demostró que había una mejora en la estabilidad térmica y que en comparación con la leche de vaca esta era significativamente mejor ($p < 0,05$) a una concentración de 0,04 mol/L, efecto que aumentó muy significativamente en concentraciones de 0,06 y 0,08 mol/L (44).

Productos derivados de leche de cabra

Leche pasteurizada de cabra

El proceso de pasteurización consiste en calentar un líquido a una temperatura que elimina los microorganismos patógenos para prolongar la vida útil del producto (45). Se ha demostrado que la leche fresca de cabra correctamente pasteurizada se puede almacenar por un periodo de hasta seis semanas sin perder su sabor (46). Por lo tanto, se han realizado estudios de diversos métodos de pasteurización de la leche de cabra. Por ejemplo, en el estudio de Thompson y Thompson (47) se utilizó un método de pasteurización casera de leche de cabra en horno microondas a 65 °C durante 30 min y se demostró que el tratamiento en horno microondas era un pasteurizador eficaz al reducir la contaminación microbiana (47). En otro estudio, la leche de cabra fue procesada térmicamente bajo diferentes condiciones de tiempo-temperatura; la pasteurización flash realizada a 76°C durante 16 segundos fue el mejor proceso para preservar la calidad de la leche y presentó una mayor vida útil y retención de nutrientes (menor pérdida de tiamina, riboflavina y vitamina C) (48). Por otro lado, el proceso de pasteurización a 65 °C durante 30 min y la radiación ultravioleta de la leche de cabra causan pérdida de vitamina C. La pasteurización no tiene ningún efecto sobre la vitamina B2; la luz ultravioleta disminuye la cantidad de vitamina A, E y B2 (49).

Helado

Un producto lácteo potencialmente consumible. Se han realizado estudios en los que se ha elaborado helado a partir de leche de cabra utilizando diversas estrategias. Por ejemplo, en el estudio de da Silva et al. (50) se evaluó la aceptación sensorial y viabilidad probiótica de *Bifidobacterium animalis subsp. Lactis* BLC1 del helado de leche de cabra y reportó una buena puntuación sensorial y una

viabilidad probiótica satisfactoria (6-7 log UFC g). Por otro lado, para incrementar la aceptación sensorial del helado de leche de cabra, se puede optar por incorporar frutas o cultivos probióticos, esta estrategia fue aplicada en un estudio en el que se seleccionaron bacterias acidolácticas autóctonas (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus* y *Pediococcus acidilactici*) de queso de cabra para la elaboración de helado simbiótico de leche de cabra con la inclusión del fruto del umbu (*Spondias tuberosa*). Se obtuvo como resultado que la combinación de cultivos probióticos y fruta umbu favorece sensorialmente al helado simbiótico de leche de cabra (51).

Mantequilla

Se puede hacer una variedad de mantequillas con leche de cabra, pero, a diferencia de la leche de vaca, la leche de cabra carece de aglutinas, lo que reduce la posibilidad de obtener mantequilla de buena calidad (52). Aun así, se pueden encontrar estudios realizados sobre mantequilla de leche de cabra, algunos se citan a continuación.

La evaluación de la estabilidad de almacenamiento de la “mantequilla dulce de leche de cabra” en recipientes de plástico cerrados a temperatura de refrigeración (4 °C) durante 21 días presenta disminución de la ligereza de la crema de mantequilla con el tiempo de almacenamiento, disminución significativa de la dureza de la mantequilla, incremento con el tiempo de la pegajosidad e incremento progresivo con el tiempo de la acidez (53).

Respecto a la evaluación de mantequilla de vaca y cabra, la de vaca tiene mayor aceptación de los panelistas que la de la mantequilla de cabra (54). La mantequilla de cabra contiene más cantidad de glóbulos de grasa de tamaño pequeño que conducen a una mantequilla más blanda con una dureza de 0,3 kg/cm² que la mantequilla de vaca con una dureza de más de 1,0 kg/cm² (54). Por otro

lado, la mantequilla de cabra se derrite más rápido que la mantequilla de vaca, ya que untar la mantequilla de vaca toma 6 minutos y 1,5 minutos la mantequilla de cabra (54).

Queso

El queso es un alimento concentrado que contiene todos los sólidos de la leche. La coagulación de la leche, ya sea por el cuajo (una enzima) o por los ácidos (zumo de lima), da lugar a un componente semisólido que puede almacenarse durante algunos días (52). El contenido de grasa de la leche de cabra se asocia con una gran mejora en el rendimiento del queso debido a la mayor recuperación de todos los nutrientes de la leche en la cuajada (55). Por otro lado, el incremento del contenido de proteína de la leche de cabra afecta la recuperación de grasa, sólidos totales y energía en la cuajada (55). El incremento de grasa y proteína en la leche de cabra tiene un efecto sobre el rendimiento de la producción del queso, no solo por la mayor cantidad de nutrientes disponibles, sino también por la mejora en la eficiencia de la recuperación de los nutrientes en la cuajada (55).

Para la industria láctea, la definición de una buena leche para queso depende de la variedad que se pretende producir (56). Sin embargo, para los quesos coagulados con cuajo y ácido, la coagulación es un paso esencial y los parámetros de coagulación son una necesidad (56). Además, la leche debe contribuir al sabor y textura deseados del queso; por lo tanto, en los últimos años se han enfocado en la mejora del sabor de la leche de cabra, con especial énfasis en el sabor rancio y en los parámetros de coagulación (56).

Se produce una amplia variedad de quesos de cabra en todo el mundo, y muchos factores diferentes influyen en su maduración. Las técnicas de fabricación incluyen amplias variaciones en la cantidad y especies de organismos utilizados en

el cultivo, los procedimientos de incubación y las técnicas de formación o prensado. Las variaciones en el tiempo y las condiciones de envejecimiento juegan el papel más importante en la determinación del sabor, el cuerpo y la textura del queso (57). Por ende, se han realizado diversos trabajos de investigación para producir diversos tipos de queso a partir de la leche de cabra, estos se resumen en la Tabla 1.

Yogur

La leche de cabra se usa para hacer yogur debido a su composición y muchos beneficios para la salud. (58). Además, el yogur elaborado con leche de cabra tiene una menor rugosidad, viscosidad y capacidad de retención de agua en comparación con el yogur elaborado con leche de vaca (11). Sin embargo, debido a su sabor, el yogur de leche de cabra es mucho menos aceptable que el yogur de leche de vaca (59). Esto es atribuido a los ácidos grasos libres de cadena corta presentes en la leche de cabra, especialmente C6:0 (caproico) y C8:0 (caprílico) (60). Existen diversos estudios en los que se han probado diferentes estrategias tecnológicas que ayudan a mejorar estos aspectos sensoriales (Tabla 2).

En un estudio, se evaluaron las características sensoriales de yogures bebibles elaborados con leche de cabra de diferentes razas y elaborados con cultivos normales y probióticos; se obtuvo como resultado que los yogures bebibles elaborados a partir de la raza turca Saanen tenían un sabor más caprino que los elaborados a partir de las razas turca de pelo y cabra maltesa. Además, las intensidades de los sabores caprino, cremoso y cocido en los productos elaborados con cultivos de yogur regulares fueron más altas que las de los yogures bebibles con cultivos probióticos (59).

Tabla 1. Resumen de los estudios de investigación sobre el queso de leche de cabra, con énfasis en los tipos de queso y las condiciones de procesamiento

Tipo de queso	Condiciones de procesamiento	Autor, año, referencia
Queso fresco	<ul style="list-style-type: none"> • Leche pasteurizada (72 °C, 15 s) • Leche tratada con HP "presión hidrostática" (500 MPa, 15 min, 20 °C). 	Trujillo et al. (1999) (66)
Queso Cheddar	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento de 31-39 °C durante 30min • Cultivo iniciador mesófilo (R-704, Chr. Hansen Inc., Hørsholm, Dinamarca) • Cuajo de concentración única (Chr. Hansen Inc.) 	Siddique y Park (2019) (67)
Queso Colby	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento a 39 °C durante 30min • Cultivo iniciador mesófilo (una bolsa de MAO11, Texel, Grupo Rhone-Poulenc, Saint-Romain, Francia). • Cuajo (Renina de doble potencia Chemostar, Rhodia Inc., Madison, WI, EE. UU.) • NaCl al 3,0 % (p/p de cuajada) 	Olson et al. (2007) (68)
Queso Ricotta	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento a 65° durante 30 min • Ácido acético • Probióticos: <i>L. acidophilus</i> (La-05; Chr. Hansen SA, Valinhos, São Paulo) y <i>B. lactis</i> (Bb-12; Chr. Hansen SA, Valinhos, São Paulo) 	Meira et al. (2015) (69)
Queso Chevrotin	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento a 35° durante 40 min • Probiótico: <i>Bifidobacterium lactis</i> (Christian Hansen – EE. UU.) • Inulina (2,5 %) 	Augusta et al. (2017) (70)
Queso Chevre	<ul style="list-style-type: none"> • Leche entera de cabra pasteurizada (76 °C durante 16 s) y luego enfriado a 22 °C. • Cultivo iniciador de bacterias lácticas mesófilas EZAL® (Rhone-Poulenc) • Cuajo Marzyme® (Marschall Laboratories) 	Guo et al. (2004) (71)
Queso Coalho	<ul style="list-style-type: none"> • Leche de cabra refrigerada y pasteurizada (65 °C por 30 min) • Calentamiento a 36 °C durante 40 min • Acidificación directa con ácido láctico • Cloruro de calcio • Agente coagulante: Quimosina (Chr. Hansen Brasil®, Valinhos, Minas Gerais, Brasil) 	Bezerra et al. (2017) (72)

Kéfir

El kéfir es una bebida láctea viscosa y ligeramente carbonatada que contiene pequeñas cantidades de alcohol (61). Se elabora mediante una simbiosis de bacterias del ácido láctico y levaduras encerradas en una matriz de exopolisacáridos y proteínas. Como resultado, el producto fermentado tiene un sabor agrio y un cierto contenido de alcohol (alrededor del 0,5 %) (62). Los granos de kéfir, como iniciador para la producción de kéfir, son una asociación simbiótica de una variedad de bacterias y hongos, tales como bacterias del ácido láctico, bacterias del ácido acético, levaduras y mohos, etc. Se ha encontrado una microbiota diversa a partir de granos

de kéfir; el género predominante es *Lactobacillus* y otros poco abundantes, como *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Acetobacter*, etc. (63).

La forma tradicional de producir kéfir es utilizando leche, esta se vierte en un recipiente limpio adecuado con la adición de granos de kéfir y el contenido se deja reposar a temperatura ambiente durante aproximadamente 24 horas; luego, la leche cultivada se filtra para separar y recuperar los granos de leche del kéfir líquido (61). En comparación con el kéfir de leche de vaca, el kéfir de leche de cabra tiene menor aceptación por parte de los consumidores, mayor cantidad de acetaldehído y menor viscosidad (64).

Leche de cabra: una revisión bibliográfica

Tabla 2. Resumen de los estudios que evalúan diferentes estrategias para mejorar el aspecto sensorial del yogur de cabra

Estrategia utilizada	Evaluación sensorial	Autor, año, referencia
<ul style="list-style-type: none"> • Adición de miel de abeja • Adición de probiótico <i>Lactobacillus acidophilus</i> 	Las puntuaciones de aceptabilidad general del yogur de cabra que contenía miel de abeja fueron mayores ($p \leq 0,05$) que las del yogur de cabra sin miel añadida.	Machado et al. (2017) (73)
Incorporación de jugo de frutas	Los puntajes registrados para cuerpo, textura, sabor y aceptabilidad general demostraron que la adición de jugo de fruta influyó positivamente en las características sensoriales en general.	Senaka et al. (2012) (74)
Adición de probiótico <i>Limosilactobacillus mucosae</i> CNPC007	La formulación con <i>L. mucosae</i> añadida mostró puntajes de aceptación sensorial más altos para color, sabor, textura y aceptabilidad general.	De morais et al. (2022) (75)
Adición de pulpa de cupuassu (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	La adición de pulpa de cupuassu mejoró algunos atributos sensoriales del yogur de leche de cabra, como el aroma y el sabor del cupuassu, el color amarillo, la consistencia y la viscosidad, lo que influyó positivamente en la aceptación del producto	Costa et al. (2017) (76)
Adición de mermelada de xique-xique (<i>Pilosocereus gounellei</i>)	Los consumidores asignaron puntuaciones en el rango de 2,51 a 3,37 en una escala de 5 puntos, lo que sugiere que pensaban que el color, el aroma, la consistencia, la textura, el dulzor, el sabor y la acidez de los productos estaban cerca del ideal.	Bezerril et al. (2021) (77)
Adición de jugo de azufaifa (<i>Ziziphus azufaifo cv. Ruoqianghongzao</i>)	La adición de pulpa de azufaifo debilitó en gran medida el sabor a cabra y mejoró la aceptación sensorial, también aumentó la actividad antioxidante del yogur de leche de cabra.	Feng et al. (2019) (78)
Adición de preparado de uva Isabel (<i>Vitis labrusca L.</i>)	La adición de 20 g por 100 mL de preparado de uva Isabel afectó positivamente el color, la viscosidad y la aceptación sensorial de las formulaciones de yogur.	Silva et al. (2017) (12)
Adición de probiótico: <i>Leuconostoc lactis</i>	La adición de <i>L. lactis</i> al cultivo iniciador de la leche de cabra da como resultado notas aromáticas menos agresivas y de mayor aceptación.	De Santis et al. (2019) (79)
Adición de Caseinato de sodio (NaCn)	Los panelistas prefirieron el yogur con NaCn debido a su color, apariencia brillante, cuerpo y textura más cremosa.	Gursel et al. (2016) (80)

Aunque la literatura acerca del kéfir de leche de cabra es escasa, se encontró un estudio que exploró la formación de compuestos volátiles durante la producción de kéfir a partir de leche de cabra con alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA). El contenido de PUFA tuvo un efecto significativo en el perfil de aroma de los kéfirs resultantes, ya que un aumento en el contenido de PUFA resultó en la pérdida del aroma del suero en los kéfirs de leche de cabra (65).

Se ha estudiado la diversidad microbiana en los granos de kéfir, ya que estos son responsables de

la producción de kéfir de leche de cabra con una composición de péptidos única y un perfil volátil; para ello se usó una técnica de secuenciación de alto rendimiento para analizar la diversidad bacteriana y fúngica de tres granos de kéfir diferentes que se originaron en China, Europa, Alemania y Estados Unidos. El análisis de agrupamiento indica que el contenido de diferentes géneros de *Lactobacillus* en diferentes granos de kéfir estaba altamente asociado con la capacidad proteolítica en el kéfir de leche de cabra y los contenidos de compuestos volátiles en el kéfir de leche de cabra también se correlacionaron con las bacterias y

hongos en los granos de kéfir (especialmente para *Lactobacillus spp.* y *Saccharomyces spp.*) (63).

Por último, un trabajo realizó el análisis proteómico más completo del kéfir de leche de cabra hasta la fecha. Se evaluó el perfil de la composición peptídica del kéfir de leche de cabra en tres tiempos de fermentación diferentes utilizando un enfoque de peptidómica, para estudiar los cambios en las concentraciones peptídicas y los patrones de digestión de proteínas a lo largo del tiempo de fermentación. Se identificaron 2328 péptidos únicos correspondientes a 22 anotaciones de proteínas, de los cuales se identificaron 11 péptidos que coincidían exactamente con las secuencias con actividad biológica en las bases de datos, casi todos ellos pertenecientes a caseínas (62).

CONCLUSIÓN

En conclusión, se realizó una revisión acerca de los nutrientes que presenta la leche de cabra y se comprobó que posee un alto valor nutricional. Se resalta su mayor contenido de calcio y menor contenido de lactosa en comparación con la leche de vaca. Asimismo, la leche de cabra presenta una mayor digestibilidad, menor alergenicidad, capacidad de absorción del magnesio y mayor biodisponibilidad de hierro; esto es útil en la prevención de la anemia ferropénica. Los lípidos de leche de cabra disminuyen la concentración de triglicéridos plasmáticos y reduce los niveles de colesterol.

Sin embargo, es fundamental el desarrollo de más investigaciones que permitan entender la relación entre la composición de la leche de cabra y sus actividades biológicas, ya que los estudios citados fueron preclínicos.

Debido a que la leche de cabra posee una estabilidad térmica menor que la leche de vaca, se deben controlar factores como la temperatura, que en

cuanto menor sea esta más estable será la leche; el pH, que en condiciones ácidas mantiene mejor estabilidad de emulsión, capacidad de formación de espuma y retención de agua, y el uso de aditivos como hidrógeno fosfato disódico y citrato trisódico, que aumentan la estabilidad térmica.

Por último, se puntualiza que las principales dificultades que debe enfrentar la elaboración de productos derivados de la leche de cabra son la deficiencia de aglutinina (crucial en la elaboración de mantequilla) y, sobre todo, la aceptación de los productos por parte del consumidor debido al sabor característico a “cabra”. Aunque existen estrategias para superar estas dificultades, como las que se citan en este artículo, la literatura aún es escasa y se requiere de una investigación más extensa para mejorar la calidad organoléptica y sensorial de estos productos; es evidente el potencial nutricional de la leche de cabra y poder brindarle a la población una alternativa segura y saludable de productos elaborados a partir de ella.

AGRADECIMIENTOS

Extendemos nuestro agradecimiento a Williams Espinoza Gutiérrez por su apoyo durante la realización del trabajo y a las docentes de la Facultad Gloria Marina Marín Vallejos, Luz Rocío Alguar Bernalola y Ángela Díaz García por su continua presencia y apoyo en el proceso.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

FINANCIACIÓN

Este trabajo no ha recibido ningún tipo de financiación para su ejecución.

Referencias

1. Ahmed H, Saleh S, Mohamed E, Khalid A. Goat milk: compositional, technological, nutritional, and therapeutic aspects: A review. *J Dairy Foods Home Sci.* 2022;41(4):367-76. <https://doi.org/10.18805/ajdr.DRF-261>
2. Amigo L, Fontecha J. Milk: Goat Milk. *Encycl Dairy Sci Second Ed.* 2011;484-93. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00313-7>
3. Park YW. Goat Milk: Goat Milk-Chemistry and Nutrition. *Handb Milk Non-Bovine Mamm.* 2008;(119):34-58. <https://doi.org/10.1002/9780470999738.ch3>
4. Park YW. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Rumin Res.* 1994;14(2):151-9. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(94\)90105-8](https://doi.org/10.1016/0921-4488(94)90105-8)
5. Attaie R, Richter RL. Size distribution of fat globules in goat milk. *J Dairy Sci.* 2000;83(5):940-4. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74957-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74957-5)
6. Hochwallner H, Schulmeister U, Swoboda I, Spitzauer S, Valenta R. Cow's milk allergy: From allergens to new forms of diagnosis, therapy and prevention. *Methods.* 2014;66(1):22-33. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2013.08.005>
7. Venter C, Arshad SH. Epidemiology of Food Allergy. *Pediatr Clin North Am.* 2011;58(2):327-49. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2011.02.011>
8. Hanson L, Mansson I. Immune Electrophoretic Studies of Bovine Milk and Milk Products. *Acta Pædiatrica.* 1961;50(5):484-90. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.1961.tb08203.x>
9. Eissa EA, Ahmed M, Yagoub A, Babiker EE. Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of yoghurt produced from goat milk. *Livest Res Rural Dev.* 2010;22(8):10. Disponible en: <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd22/8/eiss22137.htm>
10. Kondyli E, Svarnas C, Samelis J, Katsiari MC. Chemical composition and microbiological quality of ewe and goat milk of native Greek breeds. *Small Rumin Res.* 2012;103(2-3):194-9. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.043>
11. Küçükçetin A, Demir M, Aşci A, Çomak EM. Graininess and roughness of stirred yoghurt made with goat's, cow's or a mixture of goat's and cow's milk. *Small Rumin Res.* 2011;96(2-3):173-7. <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2010.12.003>
12. Silva FA, De Oliveira MEG, De Figueirêdo RMF, Sampaio KB, De Souza EL, De Oliveira CEV, et al. The effect of Isabel grape addition on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of probiotic goat milk yogurt. *Food Funct.* 2017;8(6):2121-32. <https://doi.org/10.1039/C6FO01795A>
13. Gomes JLL, Duarte AM, Batista ASM, de Figueiredo RMF, de Sousa EP, de Souza EL, et al. Physicochemical and sensory properties of fermented dairy beverages made with goat's milk, cow's milk and a mixture of the two milks. *LWT - Food Sci Technol.* 2013;54(1):18-24. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.04.022>
14. Ronningen K. Causes of Variation in the Flavour Intensity of Goat Milk. Vol. 15, *Acta Agriculturae Scandinavica.* 1965. 301-42 pp. <https://doi.org/10.1080/00015126509433125>
15. Morand-Fehr P, Boutonnet JP, Devendra C, Dubeuf JP, Haenlein GFW, Holst P, et al. Strategy for goat farming in the 21st century. *Small Rumin Res.* 2004;51(2):175-83. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.013>
16. Devendra C. Goats: Challenges for increased productivity and improved livelihoods. *Outlook Agric.* 1999;28(4):215-26. <https://doi.org/10.1177/003072709902800404>
17. Iqbal A, Khan BB, Tariq M, Mirza MA. Goat-a Potential Dairy Animal : Present and Future Prospects. *Pakistan J agriculture Sci.* 2008;45(2):227-30. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PK2009000399>

18. Kumar S, Rama Rao CA, Kareemulla K, Venkateswarlu B. Role of goats in Livelihood security of rural poor in the less favoured environments. *Indian J Agric Econ.* 2010;65(4):760-81. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/862157578>
19. Lopez-Aliaga I, Alferez MJM, Barrionuevo M, Nestares T, Sampelayo MRS, Campos MS. Study of nutritive utilization of protein and magnesium in rats with resection of the distal small intestine. Beneficial effect of goat milk. *J Dairy Sci.* 2003;86(9):2958-66. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73893-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73893-4)
20. Ambrosoli R, di Stasio L, Mazzocco P. Content of α s1-Casein and Coagulation Properties in Goat Milk. *J Dairy Sci.* 1988;71(1):24-8. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79520-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79520-X)
21. Ye A, Cui J, Carpenter E, Prosser C, Singh H. Dynamic in vitro gastric digestion of infant formulae made with goat milk and cow milk: Influence of protein composition. *Int Dairy J.* 2019;97(2019):76-85. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.06.002>
22. Miloradovic Z, Kljajevic N, Jovanovic S, Vucic T, MacEj O. The effect of heat treatment and skimming on precipitate formation in caprine and bovine milks. *J Dairy Res.* 2015;82(1):22-8. <https://doi.org/10.1017/S0022029914000636>
23. López-Aliaga I, Alférez MJM, Nestares MT, Ros PB, Barrionuevo M, Campos MS. Goat milk feeding causes an increase in biliary secretion of cholesterol and a decrease in plasma cholesterol levels in rats. *J Dairy Sci.* 2005;88(3):1024-30. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72770-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72770-3)
24. Alférez M, Barrionuevo M, López-Aliaga I, Sanz-Sampelayo M, Lisboa F, Robles J, et al. Digestive utilization of goat and cow milk fat in malabsorption syndrome. *J Dairy Res.* 2001;68(3):451-61. Disponible en: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0022029901004903/type/journal_article
25. Laurent C, Caillat H, Girard CL, Ferlay A, Laverroux S, Jost J, et al. Impacts of production conditions on goat milk vitamin, carotenoid contents and colour indices. *Animal.* 2023;17(1). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100683>
26. Rodríguez Rodríguez EM, Alaejos MS, Romero CD. Mineral content in goats' milks. *J Food Qual.* 2002;25(4):343-58. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2002.tb01030.x>
27. Alférez MJM, López Aliaga I, Barrionuevo M, Campos MS. Effect of dietary inclusion of goat milk on the bioavailability of zinc and selenium in rats. *J Dairy Res.* 2003;70(2). <https://doi.org/10.1017/S0022029903006058>
28. Pérez Fernández MT, Temiño López-Jurado R, Fernández Gil M, Calvo Moya M. Intestinal malabsorption syndrome (1). *Medicine (Baltimore).* 2008;10(4):197-206. [https://doi.org/10.1016/s0211-3449\(08\)72899-6](https://doi.org/10.1016/s0211-3449(08)72899-6)
29. Barrionuevo M, Alferez MJM, Lopez-Aliaga I, Sanz-Sampelayo MR, Campos MS. Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. *J Dairy Sci.* 2002;85(3):657-64. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74120-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74120-9)
30. Pascual-Pérez A, Méndez A, Segarra Ó, Espin B, Jiménez S, Bousoño C, et al. Manejo de la alergia a proteína de leche de vaca por los gastroenterólogos españoles. *An Pediatría.* 2018;89(4):222-9. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2017.10.015>
31. Lara-Villoslada F, Olivares M, Jiménez J, Boza J, Xaus J. Goat milk is less immunogenic than cow milk in a murine model of atopy. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2004;39(4):354-60. <https://doi.org/10.1097/00005176-200410000-00010>
32. Firer MA, Hosking CS, Hill DJ. Effect of antigen load on development of milk antibodies in infants allergic to milk. *Br Med J (Clin Res Ed).* 1981;283(6293):693-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6793128/>
33. Nestares T, Barrionuevo M, Díaz-Castro J, López-Aliaga I, Alférez MJM, Campos MS. Calcium-enriched goats' milk aids recovery of iron status better than calcium-enriched cows' milk, in rats with nutritional ferropenic anaemia. *J Dairy Res.* 2008;75(2):153-9. <https://doi.org/10.1017/S0022029908003178>

Leche de cabra: una revisión bibliográfica

34. Alférez MJM, López-Aliaga I, Nestares T, Díaz-Castro J, Barrionuevo M, Ros PB, et al. Dietary goat milk improves iron bioavailability in rats with induced ferroperenic anaemia in comparison with cow milk. *Int Dairy J.* 2006;16(7):813-21. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.08.001>
35. Serrano Reina J, Nestares Pleguezuelo T, Muñoz Alférez J, Díaz Castro J, López Aliaga I. Eficacia de regeneración de la hemoglobina en la recuperación de la anemia ferropénica nutricional con dietas elaboradas a base de leche de cabra. *Nutr Hosp.* 2015;32(4):1813-9. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.4.9501>
36. Pesic M, Barac M, Stanojevic S, Ristic N, Macej O, Vrvic M. Heat induced casein-whey protein interactions at natural pH of milk: A comparison between caprine and bovine milk. *Small Rumin Res.* 2012;108(1-3):77-86. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.06.013>
37. Li XY, Cheng M, Li J, Zhao X, Qin YS, Chen D, et al. Change in the structural and functional properties of goat milk protein due to pH and heat. *J Dairy Sci.* 2020;103(2):1337-51. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16862>
38. Hovjecki M, Miloradovic Z, Rac V, Pudja P, Miocinovic J. Influence of heat treatment of goat milk on casein micelle size, rheological and textural properties of acid gels and set type yoghurts. *J Texture Stud.* 2020;51(4):680-7. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12524>
39. Jeurnink TJ, De Kruif KG. Changes in Milk on Heating: Viscosity Measurements. *J Dairy Res.* 1993;60(2):139-50. <https://doi.org/10.1017/S0022029900027461>
40. Raynal K, Remeuf F. Effect of storage at 4 °C on the physicochemical and renneting properties of milk: A comparison of caprine, ovine and bovine milks. *J Dairy Res.* 2000;67(2):199-207. <https://doi.org/10.1017/S0022029900004143>
41. Anema SG, Li Y. Association of denatured whey proteins with casein micelles in heated reconstituted skim milk and its effect on casein micelle size. *J Dairy Res.* 2003;70(1):73-83. <https://doi.org/10.1017/S0022029902005903>
42. Anema SG. On heating milk, the dissociation of κ -casein from the casein micelles can precede interactions with the denatured whey proteins. *J Dairy Res.* 2008;75(4):415-21. <https://doi.org/10.1017/S0022029908003555>
43. Chen BY, Grandison AS, Lewis MJ. Comparison of heat stability of goat milk subjected to ultra-high temperature and in-container sterilization. *J Dairy Sci.* 2012;95(3):1057-63. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4367>
44. Wang C, Zhu Y, Wang J. Comparative study on the heat stability of goat milk and cow milk. *Indian J Anim Res.* 2016;50(4):610-3. <https://doi.org/10.18805/ijar.5961>
45. Martínez AM, Rosenberger MR. Modelado Numérico de Pasteurización artesanal de leche y jugos naturales. *Mecánica Comput.* 2013;32(1):2485-501. Disponible en: <http://www.cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/view/4499>
46. Guy EJ, Hicks KB, Flanagan JF. Effect of storage of raw and pasteurized goats' milk on flavor acceptability, psychotropic bacterial count, and content of organic acids. *J Food Prot.* 1985;48(2):122-9. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-48.2.122>
47. Thompson JS, Thompson A. In-home pasteurization of raw goat's milk by microwave treatment. *Int J Food Microbiol.* 1990;10(1):59-64. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(90\)90008-S](https://doi.org/10.1016/0168-1605(90)90008-S)
48. Lavigne C, Zee JA, Simard RE, Béliveau B. Effect of Processing and Storage Conditions on the Fate of Vitamins B1, B2, and C and on the Shelf - Life of Goat's Milk. *J Food Sci.* 1989;54(1):30-4. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb08560.x>
49. Guneser O, Karagul Yuceer Y. Effect of ultraviolet light on water- and fat-soluble vitamins in cow and goat milk. *J Dairy Sci.* 2012;95(11):6230-41. <https://doi.org/10.3168/JDS.2011-5300>
50. Silva PDL da, Bezerra M de F, Santos KMO dos, Correia RTP. Potentially probiotic ice cream from goat's milk: Characterization and cell viability during processing, storage and simulated gastrointestinal conditions. *LWT - Food Sci Technol.* 2015;62(1):452-7. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2014.02.055>

51. de Oliveira APD, de Oliveira Almeida TJ, Santos TMB, Dias FS. Symbiotic goat milk ice cream with umbu fortified with autochthonous goat cheese lactic acid bacteria. *LWT*. 2021;141:110888. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110888>
52. Ohiokpehai O. Processed Food Products and Nutrient Composition of Goat Milk. *Pakistan J Nutr*. 2003;2(2):68-71. <https://doi.org/10.3923/pjn.2003.68.71>
53. Lee JH. Storage Stability of Sweet Cream Butter Prepared From Goat Milk. *J Nutr Heal Food Eng*. 2014;1(4). <https://doi.org/10.15406/jnhfe.2014.01.00021>
54. Murti TW, Pradana MWE, Nurasri AD, Arlinda M. Study of physic and organoleptic of butter developed using milk from cow and goat reared in Sleman Regency, Yogyakarta, Indonesia. *J Indones Trop Anim Agric*. 2020;45(4):338-47. <https://doi.org/10.14710/jitaa.45.4.338-347>
55. Pazzola M, Stocco G, Dettori ML, Bittante G, Vacca GM. Effect of goat milk composition on cheesemaking traits and daily cheese production. *J Dairy Sci*. 2019;102(5):3947-55. <https://doi.org/10.3168/JDS.2018-15397>
56. Skeie SB. Quality aspects of goat milk for cheese production in Norway: A review. *Small Rumin Res*. 2014;122(1-3):10-7. <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2014.07.012>
57. Ribeiro AC, Ribeiro SDA. Specialty products made from goat milk. *Small Rumin Res*. 2010;89(2-3):225-33. <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2009.12.048>
58. Verruck S, Dantas A, Prudencio ES. Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. *J Funct Foods*. 2019;52:243-57. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2018.11.017>
59. Uysal-Pala C, Karagul-Yuceer Y, Pala A, Savas T. Sensory proprieties of drinkable yogurt made from milk of different goat breeds. *J Sens Stud*. 2006;21(5):520-33. <https://doi.org/10.1111/J.1745-459X.2006.00077.X>
60. Ranadheera CS, Naumovski N, Ajlouni S. Non-bovine milk products as emerging probiotic carriers: recent developments and innovations. *Curr Opin Food Sci*. 2018;22:109-14. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2018.02.010>
61. Kedokteran J, Indonesia K, Setyowati H, Setyani W. Kefir: A new role as nutraceuticals. *JKKI J Kedokt dan Kesehat Indones*. 2016;7(5):200-9. <https://doi.org/10.20885/JKKI.VOL7.ISS5.ART5>
62. Izquierdo-González JJ, Amil-Ruiz F, Zazzu S, Sánchez-Lucas R, Fuentes-Almagro CA, Rodríguez-Ortega MJ. Proteomic analysis of goat milk kefir: Profiling the fermentation-time dependent protein digestion and identification of potential peptides with biological activity. *Food Chem*. 2019;295:456-65. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2019.05.178>
63. Wang H, Sun X, Song X, Guo M. Effects of kefir grains from different origins on proteolysis and volatile profile of goat milk kefir. *Food Chem*. 2021;339:128099. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128099>
64. Buran İ, Akal C, Ozturkoglu-Budak S, Yetisemiyen A. Rheological, sensorial and volatile profiles of synbiotic kefir produced from cow and goat milk containing varied probiotics in combination with fructooligosaccharide. *LWT*. 2021;148:111591. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.111591>
65. Cais-Sokolińska D, Wójtowski J, Pikul J, Danków R, Majcher M, Teichert J, et al. Formation of volatile compounds in kefir made of goat and sheep milk with high polyunsaturated fatty acid content. *J Dairy Sci*. 2015;98(10):6692-705. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9441>
66. Trujillo AJ, Royo C, Guamis B, Ferragut V. Influence of pressurization on goat milk and cheese composition and yield. *Milchwissenschaft*. 1999;54(4):197-9. https://doi.org/10.1007/978-3-642-60196-5_103/COVER

Leche de cabra: una revisión bibliográfica

67. Siddique A, Park YW. Effect of iron fortification on microstructural, textural, and sensory characteristics of caprine milk Cheddar cheeses under different storage treatments. *J Dairy Sci.* 2019;102(4):2890-902. <https://doi.org/10.3168/JDS.2018-15427>
68. Olson DW, Van Hekken DL, Tunick MH, Soryal KA, Zeng SS. Effects of aging on functional properties of caprine milk made into Cheddar- and Colby-like cheeses. *Small Rumin Res.* 2007;70(2-3):218-27. <https://doi.org/10.1016/J.SMALL-RUMRES.2006.03.007>
69. Meira QGS, Magnani M, de Medeiros Júnior FC, Queiroga R de CR do E, Madruga MS, Gullón B, et al. Effects of added *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* probiotics on the quality characteristics of goat ricotta and their survival under simulated gastrointestinal conditions. *Food Res Int.* 2015;76:828-38. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2015.08.002>
70. Augusta F, Beltrao S, Verônica C, De Moura R, Suely Madruga M, Beltrão De Andrade AE. Avaliação do perfil de ácidos graxos de queijo tipo Chevrotin simbiótico. *Rev do Inst Laticínios Cândido Tostes.* 2017;72(1):11-8. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.V72I1.538>
71. Guo M, Park YW, Dixon PH, Gilmore JA, Kindstedt PS. Relationship between the yield of cheese (Chevre) and chemical composition of goat milk. *Small Rumin Res.* 2004;52(1-2):103-7. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00247-5](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00247-5)
72. Bezerra TKA, Arcanjo NM de O, Araújo ARR de, Queiroz ALM de, Oliveira MEG de, Gomes AMP, et al. Volatile profile in goat coalho cheese supplemented with probiotic lactic acid bacteria. *LWT-Food Sci Technol.* 2017;76:209-15. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2016.03.041>
73. Machado TADG, de Oliveira MEG, Campos MIF, de Assis POA, de Souza EL, Madruga MS, et al. Impact of honey on quality characteristics of goat yogurt containing probiotic *Lactobacillus acidophilus*. *LWT.* 2017;80:221-9. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2017.02.013>
74. Senaka Ranadheera C, Evans CA, Adams MC, Baines SK. Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. *Food Chem.* 2012;135(3):1411-8. <https://doi.org/10.1016/J.FOOD-CHEM.2012.06.025>
75. de Morais JL, Garcia EF, Viera VB, Silva Pontes ED, de Araújo MGG, de Figueirêdo RMF, et al. Autochthonous adjunct culture of *Limosilactobacillus mucosae* CNPC007 improved the techno-functional, physicochemical, and sensory properties of goat milk Greek-style yogurt. *J Dairy Sci.* 2022;105(3):1889-99. <https://doi.org/10.3168/JDS.2021-21110>
76. Costa MP, Monteiro MLG, Frasco BS, Silva VLM, Rodrigues BL, Chiappini CCJ, et al. Consumer perception, health information, and instrumental parameters of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) goat milk yogurts. *J Dairy Sci.* 2017;100(1):157-68. <https://doi.org/10.3168/JDS.2016-11315>
77. Bezerril FF, Magnani M, Bertoldo Pacheco MT, de Fátima Vanderlei de Souza M, Feitosa Figueiredo RM, Lima M dos S, et al. *Pilosocereus gounellei* (xique-xique) jam is source of fibers and mineral and improves the nutritional value and the technological properties of goat milk yogurt. *LWT.* 2021;139:110512. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.110512>
78. Feng C, Wang B, Zhao A, Wei L, Shao Y, Wang Y, et al. Quality characteristics and antioxidant activities of goat milk yogurt with added jujube pulp. *Food Chem.* 2019;277:238-45. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.10.104>
79. De Santis D, Giacinti G, Chemello G, Frangipane MT. Improvement of the Sensory Characteristics of Goat Milk Yogurt. *J Food Sci.* 2019;84(8):2289-96. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14692>
80. Gursel A, Gursoy A, Anli EAK, Budak SO, Aydemir S, Durlu-Ozkaya F. Role of milk protein-based products in some quality attributes of goat milk yogurt. *J Dairy Sci.* 2016;99(4):2694-703. <https://doi.org/10.3168/JDS.2015-10393>