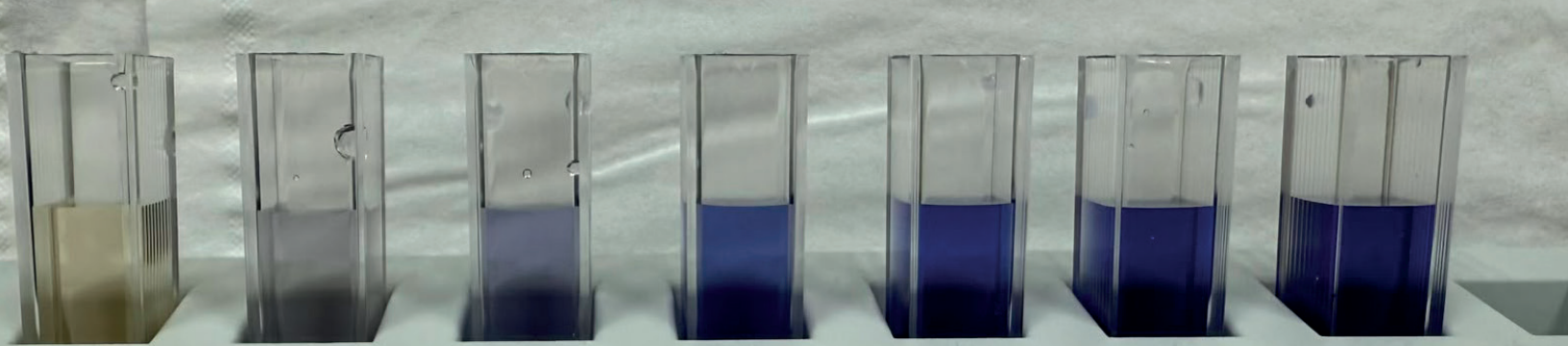




Evidencia sobre la capacidad antioxidante del kéfir elaborado con leche de cabra y leche de vaca: una revisión sistemática

Evidence on the antioxidant capacity of kefir made from goat milk and cow milk: a systematic review

Mariana Mendoza-Ponce¹, Gerardo Noé Rosales-Martínez¹, Jorge Alva-Pérez¹, Ivonne Ceballos-Olvera¹, Luz Yosahandy Peña-Avelino^{1*}

RESUMEN

El Kéfir es una bebida fermentada que contienen múltiples microorganismos. Ha sido recomendada por su potencial antioxidante y antimicrobiano. Se consultaron bases de datos PubMed, Web of Science, ScienceDirect y Taylor & Francis Online, sin restricción temporal de publicación. Los resultados mostraron una tendencia hacia una mayor actividad antioxidante en el kéfir elaborado con leche de cabra. En el ensayo ABTS, favoreció al kéfir caprino, aunque no de manera unánime. La evidencia para los ensayos FRAP y CFT fue más limitada y heterogénea. Las diferencias observadas pueden estar relacionadas con las características proteicas y lipídicas de la leche de cabra, así como con la generación de compuestos bioactivos durante la fermentación; sin embargo, la evidencia disponible no permite identificar con certeza los mecanismos responsables. La heterogeneidad metodológica entre los estudios, las diferencias en las unidades de reporte y la escasez de datos comparativos particularmente para CTF limitan la solidez de las conclusiones.

Palabras clave: capacidad antioxidante, fenoles, flavonoides, kéfir, revisión sistemática.

ABSTRACT

Kefir is a fermented beverage containing multiple microorganisms. It has been recommended for its antioxidant and antimicrobial potential. The following databases were searched: PubMed, Web of Science, ScienceDirect, and Taylor & Francis Online, with no time restrictions on publication dates. The results showed a trend toward higher antioxidant activity in kefir made from goat's milk. In the ABTS assay, goat's milk kefir performed better, although not unanimously. The evidence for the FRAP and CFT assays was more limited and heterogeneous. The observed differences may be related to the protein and lipid characteristics of goat's milk, as well as to the formation of bioactive compounds during fermentation; however, the available evidence does not allow for the certain identification of the mechanisms responsible. Methodological heterogeneity among the studies, differences in reporting units, and the scarcity of comparative data, particularly for CFT, limit the strength of the conclusions.

Keywords: antioxidant capacity, phenols, flavonoids, kefir, systematic review

*Autor para correspondencia: lypena@docentes.uat.edu.mx

Fecha de aceptación: 9 de julio de 2026

Fecha de recepción: 18 de junio de 2026

Fecha de publicación: 15 de julio de 2026

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

INTRODUCCIÓN

La leche es uno de los alimentos más completos, desde el punto de vista nutricional, porque aporta proteínas de alto valor biológico, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales esenciales que contribuyen al desarrollo y mantenimiento de la salud humana (Baniasadi et al., 2021). Además de su consumo directo, la leche constituye una de las principales materias primas para la elaboración de productos fermentados, como el kéfir, el cual se caracteriza por su compleja composición microbiana y sus múltiples propiedades funcionales (Bourrie et al., 2016; La Torre et al., 2024; Prado et al., 2015). El término kéfir proviene del vocablo turco kef, que significa "sabor agradable". Es una bebida fermentada de origen caucásico, elaborada de forma tradicional mediante la inoculación de gránulos de kéfir en la leche. Estos gránulos están constituidos por una mezcla simbiótica de bacterias ácido-lácticas, bacterias ácido-acéticas, levaduras y hongos miceliales, inmersos en una matriz extracelular de polisacáridos conocida como kefiran (Bourrie et al., 2016; Yilmaz-Ersan et al., 2016). El producto resultante presenta una consistencia cremosa, sabor ligeramente ácido y con bajo contenido alcohólico que contiene vitaminas del complejo B, minerales, aminoácidos esenciales y compuestos aromáticos característicos como: acetaldehído y diacetilo, que constituyen sus características sensoriales distintas.

La composición de la leche utilizada como sustrato influye de manera importante en las características fisicoquímicas, microbiológicas y funcionales del kéfir. En los últimos años, la leche de cabra ha despertado un interés creciente entre consumidores e investigadores, debido a determinadas características nutricionales y biofuncionales que la distinguen de la leche de vaca (Uzkuç et al., 2026; Yilmaz-Ersan et al., 2016). Entre las variaciones que destacan se encuentra la composición proteica, lipídica y de α S1-caseína que implica un menor potencial alergénico y una mayor proporción de ácidos grasos de cadena media y corta, como los ácidos caproico, caprílico y cáprico, los cuales podrían influir en la digestibilidad, metabolización y en las propiedades sensoriales de los productos derivados de la leche de cabra, en comparación con la leche de vaca (Clark & Mora García, 2017; Yilmaz-Ersan et al., 2016). Estos atributos han favorecido el interés en la elaboración de productos fermentados a base de leche de cabra, incluido el kéfir, como alternativa con potencial de valor funcional. En este sentido, estudios recientes han incorporado como matriz de entrega para compuestos antioxidantes de origen vegetal, lo que evidencia el creciente interés científico y tecnológico en este tipo de producto (Dessi et al., 2026).

El kéfir ha sido ampliamente reconocido por los beneficios sobre la salud, entre ellos: la modulación del sistema inmunológico, mejora en la salud digestiva, efectos antimicrobianos, antitumorales, antihipertensivos y antioxidantes (Prado et al., 2015; Yilmaz-Ersan et al., 2016). El mercado global del kéfir ha experimentado un crecimiento sostenido, con una valoración estimada entre 1,260,000 y 2,850,000 millones de dólares, con una tasa de crecimiento anual de 6.4% hasta el 2030 impulsada por la creciente demanda de alimentos probióticos y funcionales (Dessi et al., 2026). En este contexto, se ha impulsado la investigación orientada a comprender los compuestos y mecanismos responsables de su capacidad antioxidante. Entre los factores propuestos se encuentran los péptidos bioactivos liberados durante la fermentación, compuestos fenólicos, determinados aminoácidos con actividad reductora como tirosina, cisteína o triptófano y antioxidantes no enzimáticos como vitaminas A, C y E (Yilmaz-Ersan et al., 2018).

El estrés oxidativo es el resultado de un desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) y la capacidad de los sistemas antioxidantes endógenos que son utilizadas para

neutralizarlas. Este fenómeno se ha asociado con la patogénesis de enfermedades crónicas como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y los trastornos neurodegenerativos. Las ERO pueden provocar la oxidación de lípidos de membrana, proteínas y ácido desoxirribonucleico (ADN), así como la modificación de lipoproteínas de baja densidad (Baniyadi et al., 2021; Yilmaz-Ersan et al., 2018). Para contrarrestar estos efectos los organismos aerobios disponen de sistemas antioxidantes enzimáticos, superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa y mecanismos no enzimáticos. Los antioxidantes sintéticos han sido cuestionados por toxicidad y efectos carcinogénicos, debido a ello, existe un interés creciente por fuentes naturales de antioxidantes y los productos lácteos fermentados son una alternativa prometedora.

La actividad antioxidante del kéfir está determinada por múltiples factores, entre los que destacan: el tipo de leche utilizada como sustrato, tipo y composición del cultivo iniciador, gránulos de kéfir o cultivo comercial estandarizado, las condiciones de fermentación y almacenamiento. Algunos estudios han reportado que los gránulos de kéfir, debido a su diversidad microbiana, pueden estar asociados con valores superiores de actividad antioxidante que los cultivos comerciales, tanto por la actividad neutralizadora de radicales libres como por el contenido fenólico total. Dichos parámetros pueden modificarse durante el almacenamiento en refrigeración (Ozcan et al., 2019; Yilmaz-Ersan et al., 2018). Dado que la composición proteica, lipídica y mineral difiere entre la leche de cabra y la de vaca, se considera que el kéfir elaborado a partir de ambas matrices puede presentar diferencias en su potencial antioxidante. No obstante, la evidencia comparativa directa entre ambas matrices continúa siendo limitada y no ha sido sistematizada.

El kéfir ha sido ampliamente estudiado por sus propiedades funcionales y antioxidantes, sin embargo, la mayor parte de la evidencia disponible se ha centrado en el kéfir elaborado con leche de vaca. Aunque algunos estudios han evaluado las propiedades antioxidantes del kéfir de leche de cabra, sus resultados no han sido integrados ni comparados sistemáticamente con los del kéfir de leche de vaca, lo que deja una brecha de conocimiento que limita la comprensión de las posibles diferencias entre ambos tipos de kéfir y de los factores que podrían influir en su capacidad antioxidante. Hasta donde se tiene conocimiento, no existen revisiones sistemáticas previas que hayan comparado de forma integral la capacidad antioxidante del kéfir elaborado con leche de cabra y de vaca, lo que justifica la presente revisión. Por lo tanto, el objetivo de la presente revisión sistemática fue comparar la capacidad antioxidante evaluada mediante los ensayos 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH), ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS) y Poder Antioxidante Reductor del Hierro (FRAP), el contenido fenólico total (CFT) y el contenido total de flavonoides (CTF) del kéfir elaborado a partir de leche de cabra vs. a leche de vaca.

DESARROLLO DEL TEMA

Materiales y métodos

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

La pregunta de investigación se formuló siguiendo el esquema PICOS (Wang et al., 2024), donde la población (P) correspondió a productos de kéfir elaborados mediante fermentación láctica, la intervención (I) fue el uso de leche de cabra, la comparación (C) fue el uso de leche de vaca, los desenlaces (O) incluyeron la capacidad antioxidante determinada mediante los ensayos DPPH, ABTS y FRAP, así como el contenido fenólico total (CFT) y el contenido total de flavonoides (CTF), y el tipo de estudio (S) correspondió a estudios experimentales originales.

La búsqueda bibliográfica se realizó entre enero y marzo de 2025 en las bases de datos Web of Science, Taylor & Francis Online, ScienceDirect y PubMed, sin restricción temporal de publicación. La estrategia de búsqueda combinó términos relacionados con "kefir", "goat milk", "cow milk", "antioxidant activity", "DPPH", "ABTS", "FRAP", "total phenolic content" y "total flavonoid content", utilizando los operadores booleanos AND y OR. Las ecuaciones de búsqueda completas para cada base de datos se presentan en la Tabla 1.

■ Tabla 1. Ecuación de búsqueda para las bases de datos.

Acrónimo	Términos y referencias
Población (P)	("Kefir" OR "fermented milk" OR "probiotic drink" OR "kefir grains" OR "Cultured milk products") AND
Intervención (I)	("goat milk" OR "caprine milk" OR "capra hircus milk" OR "goats" OR "milk") AND
Comparación (C)	("cow milk" OR "bovine milk" OR "bos taurus milk" OR "bos indicus milk" OR "dairy milk") OR "Cattle" OR "Milk" AND
Outcome (O,) resultado	("antioxidant capacity" OR "DPPH" OR "ABTS" OR "FRAP" OR "CUPRAC" OR "flavonoids" OR "total phenolic content") NOT
Diseño de estudio	Review o meta-analysis

Registro y protocolo

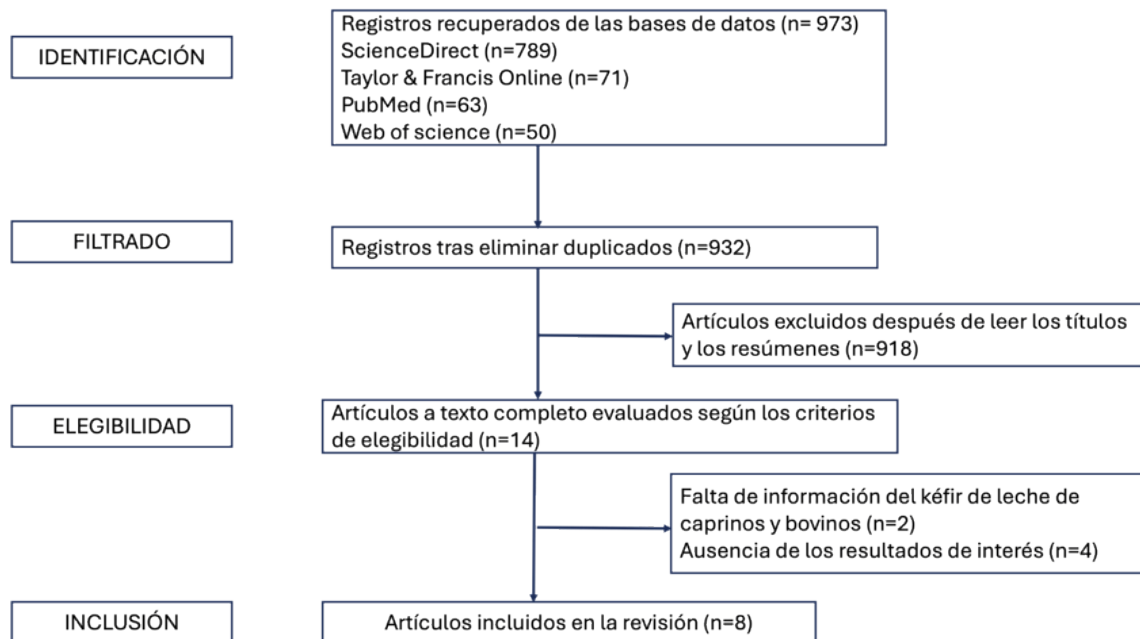
La presente revisión sistemática se desarrolló siguiendo las directrices de la declaración Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020). No se realizó registro prospectivo del protocolo en bases de datos como PROSPERO, ni en otro repositorio público, previo a la ejecución de la revisión, por lo que no fue posible disponer de un registro externo verificable de los métodos planificados antes de la ejecución del estudio, esto se reconoce explícitamente como una limitación metodológica.

Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión y exclusión se definieron a priori basados en la pregunta PICOS y se aplicaron de manera consistente durante todo el proceso de selección. Se incluyeron estudios experimentales originales que evaluaran la actividad antioxidante de kéfir elaborado a partir de leche de cabra, leche de vaca, o ambas, que reportaran al menos uno de los siguientes criterios de evaluación: capacidad antioxidante determinada mediante los ensayos DPPH, ABTS o FRAP, CFT o CTF; y que presentaran datos cuantitativos suficientes para la comparación entre grupos o tipos de leche. Se excluyeron (1) artículos de revisión, revisiones sistemáticas y metaanálisis sobre kéfir y actividad antioxidante; (2) estudios que no utilizaron leche de cabra ni leche de vaca como sustrato de fermentación; (3) investigaciones que no reportaron ninguno de los desenlaces antioxidantes definidos, o que carecieran de datos cuantificables de actividad antioxidante; (4) estudios en los que el kéfir fuera utilizado exclusivamente como vehículo para la adición de ingredientes externos, como extractos vegetales u otros suplementos, sin reportar la actividad antioxidante basal del kéfir; y (5) estudios con datos insuficientes o inaccesibles para su análisis.

Proceso de selección de estudios y extracción de datos

El proceso de selección de estudios fue realizado de forma independiente por dos revisores (autor y coautor del presente artículo), utilizando la plataforma Rayyan (Ouzzani et al., 2016) como herramienta de apoyo para la gestión, organización y verificación de los registros recuperados. En la primera fase, se llevó a cabo la revisión de títulos y resúmenes de todos los registros identificados y recuperados, aplicando los criterios de elegibilidad previamente definidos. Los registros que no cumplían con los criterios, o que fueron considerados irrelevantes para la pregunta de investigación, fueron eliminados. En la segunda fase, los artículos que superaron el primer filtro fueron recuperados en texto completo y evaluados de manera independiente y exhaustiva por ambos revisores para determinar su inclusión final. Las discrepancias surgidas durante el proceso de selección entre revisores se resolvieron mediante discusión y consenso. El procedimiento completo de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de estudios se presenta en el diagrama de flujo PRISMA (Figura 1).



■ Figura 1. Diagrama de flujo con el proceso de selección de artículos para la revisión sistemática.

La extracción de datos se realizó de forma estandarizada utilizando una tabla diseñada específicamente para este fin. Con el fin de garantizar la consistencia y precisión de la información recopilada, los datos extraídos fueron revisados y verificados por ambos revisores. Para cada estudio incluido se registraron las siguientes variables: autor(es) y año de publicación, país de origen, tipo de leche utilizada (cabra, vaca u otras), encaste o raza del animal cuando fue reportado, proceso de la leche (cruda, pasteurizada o descremada), tipo de cultivo iniciador (gránulos de kéfir o cultivo comercial), condiciones de fermentación (temperatura y tiempo), condiciones de almacenamiento cuando fueron reportadas y los valores cuantitativos de los desenlaces antioxidantes: DPPH, ABTS, FRAP, CFT y CTF, con sus respectivas unidades de medida.

Evaluación del riesgo de sesgo

La evaluación formal del riesgo de sesgo o de calidad metodológica de los estudios incluidos no fue realizada en la presente revisión. Esta decisión se fundamenta en la ausencia de herramientas estandarizadas y específicamente validadas para la evaluación de estudios experimentales *in vitro* enfocados en alimentos funcionales, lo que limita la aplicación directa de los instrumentos

comúnmente utilizados en revisiones sistemáticas de estudios clínicos y preclínicos (Tran et al., 2021). Dado que las herramientas existentes, como SYRCLE, fueron diseñadas para otro tipo de estudios (modelos animales), se optó por no aplicar una adaptación sin validar, con el fin de evitar introducir sesgos adicionales derivados del uso de un instrumento no verificado. No obstante, se reconoce que la ausencia de esta evaluación constituye una limitación metodológica de la presente revisión, ya que posibles diferencias en el diseño experimental, las condiciones de fermentación, los métodos analíticos empleados y la forma de reportar los resultados podrían influir en la calidad y comparabilidad de la evidencia disponible, estos deben interpretarse considerando esta limitación. Para futuras actualizaciones de esta revisión, se recomienda el desarrollo de una lista de verificación *ad hoc* o la adaptación validada de la herramienta SYRCLE (Hooijmans et al., 2014), siguiendo la práctica documentada en revisiones sistemáticas de estudios similares, con el fin de evaluar la calidad metodológica y el riesgo de sesgo en estudios *in vitro* de alimentos funcionales.

Síntesis de resultados

Debido a la heterogeneidad metodológica entre los estudios incluidos, en cuanto a las condiciones de fermentación, el tipo de cultivo iniciador, las unidades de reporte de los desenlaces y las especies animales, no fue posible realizar un metaanálisis cuantitativo. Por lo tanto, los resultados se sintetizaron de forma cualitativa y narrativa, organizados por tipo de desenlace antioxidante (DPPH, ABTS, FRAP, CFT y CTF) y por tipo de leche utilizada. Las diferencias entre estudios se analizaron considerando las variables metodológicas para explicar la variabilidad observada.

Resultados

Selección de estudios

La búsqueda bibliográfica, en las cuatro bases de datos consultadas, arrojó un total de 973 registros: 789 procedentes de ScienceDirect, 71 de Taylor & Francis Online, 63 de PubMed y 50 de Web of Science. Tras la eliminación de 41 registros duplicados, quedaron 932 registros para el cribado. Mediante la revisión de títulos y resúmenes, según los criterios de elegibilidad, se excluyeron 918 registros por no cumplir con los criterios de inclusión. Los 14 registros restantes fueron recuperados en texto completo y evaluados de manera exhaustiva por dos revisores independientes (por autor y coautor del artículo). Tras la lectura completa, se excluyeron 2 estudios por falta de información de kéfir de leche caprina y bovina, posteriormente se eliminaron 4 registros por ausencia de resultados de interés. El total de estudios incluidos en la síntesis cualitativa final fue de 8. El proceso completo de selección se muestra en la Figura 1.

Características de los estudios incluidos

Los 8 estudios incluidos fueron publicados entre 2015 y 2024, provenientes de cinco países: Turquía (n = 4), Irán (n = 1), México (n = 1), China (n = 1) e Italia (n = 1). Todos los estudios utilizaron gránulos de kéfir como cultivo iniciador en condiciones artesanales de fermentación. Los tiempos de fermentación oscilaron entre 20 y 24 horas, a temperaturas que oscilaron entre 24 y 25 °C, con excepción de un estudio (La Torre et al., 2024) que reportó fermentación a temperatura ambiente. Cabe señalar que, de los 8 estudios incluidos, 6 realizaron comparaciones directas entre kéfir de leche de cabra y de leche de vaca dentro del mismo diseño experimental (Altamirano-Carranza et al., 2022; Baniyadi et al., 2021; La Torre et al., 2024; Satir & Guzel-Seydim, 2015), además de Yilmaz-Ersan et al. (2016) y Shi et al. (2018) para cabra exclusivamente. Los estudios de Yilmaz-Ersan et al. (2018) y Yirmibeşoğlu & Tefon Öztürk (2020) no incluyeron leche de cabra en su diseño original comparando en su lugar kéfir de vaca con kéfir de oveja y de burra, respectivamente, por lo que sus datos de leche de vaca se incorporan a esta síntesis únicamente como evidencia descriptiva.

independiente, sin que constituyan una comparación directa cabra-vaca. La leche fue sometida a pasteurización, en la mayoría de los estudios, aunque dos trabajos utilizaron leche entera sin especificar tratamiento térmico. Uno empleó leche descremada en polvo reconstituida. En casi ningún estudio se reportó el encaste racial del animal, excepto en Satir y Guzel-Seydim (2015), quienes trabajaron con razas Hair y Saanen para leche de cabra y Holstein para leche de vaca. Las características detalladas de los estudios se muestran en la Tabla 2.

■ Tabla 2. Características metodológicas de los estudios incluidos en la revisión sistemática: tipo de leche, raza, proceso de la leche y método de fermentación.

País	Tipo de Leche cabra /vaca	Encaste racial	Proceso Leche cruda/ pasteurizada o/ descremada de cabra.	Método de Fermentación	Referencia
Turquía	Cabra	Hair y Saanen	Pasteurización	Granos de Kefir	Satir & Guzel-Seydim (2015)
Turquía	Vaca	Holstein	Pasteurización	Granos de Kefir	Satir & Guzel-Seydim (2015)
Turquía	Cabra	SD	Pasteurización	Granos de Kefir	Yilmaz-Ersan et al. (2016)
Turquía	Vaca	SD	Pasteurización	Granos de Kefir	Yilmaz-Ersan et al. (2018)
Turquía	Vaca	SD	Pasteurización	Granos de Kefir	Yirmibeşoğlu et al. (2020)
China	Cabra	SD	Descremada, reconstruida y pasteurizada	Granos de Kefir (K1, K2, K3, K4 y K5)	Shi et al. (2018)
Irán	Vaca	SD	Pasteurización	Granos de Kefir	Baniasadi et al. (2021)
Irán	Cabra	SD	Pasteurización	Granos de Kefir	Baniasadi et al. (2021)
México	Cabra	SD	Descremada en polvo, reconstituida (10% p/v) y pasteurizada	Granos de Kefir	Altamirano-Carranza et al. (2022)
México	Vaca	SD	Descremada (1% grasa) y tratada con UHT	Granos de Kefir	Altamirano-Carranza et al. (2022)
Italia	Vaca	SD	Leche entera	Granos de Kefir	La Torre et al. (2024)
Italia	Cabra	SD	Leche entera	Granos de Kefir	La Torre et al. (2024)

SD=Sin datos.

Actividad antioxidante: ensayo ABTS

El ensayo ABTS (Tabla 3) fue de los estudios incluidos, el desenlace antioxidante más reportado. Los valores obtenidos presentaron alta variabilidad, atribuible a las diferencias en las unidades de expresión de resultados, tiempo de fermentación y tipo de leche utilizada. En cuanto a la comparación entre leche de cabra y de vaca, tres estudios que realizaron comparación directa reportaron valores más altos para el kéfir caprino, mientras que uno reportó la tendencia opuesta. Altamirano-Carranza et al. (2022) encontraron valores de ABTS de $37.6 \pm 3.6\%$ para kéfir de cabra frente a $32.1 \pm 0.5\%$ para kéfir de vaca. Satir y Guzel-Seydim (2015) reportaron valores de $10.68 \mu\text{M}$ y $7.55 \mu\text{M}$ (TEAC) para kéfires de leche de cabra de las razas Hair y Saanen, respectivamente, frente a $5.46 \mu\text{M}$ para el kéfir de vaca (Holstein), documentando diferencias entre especies y razas. La Torre et al. (2024) reportaron valores de 74.1 ± 0.6 (vaca) y 76.2 ± 0.5 (cabra), ambos en leche entera y bajo las mismas condiciones de fermentación, con ligera ventaja para el kéfir caprino. En contraste, Baniasadi et al. (2021) encontraron que, entre las cuatro especies evaluadas (oveja, camello, vaca y cabra), el kéfir de vaca presentó una capacidad de captación de ABTS superior a la del kéfir de

cabra, con el siguiente orden general: oveja > camello > vaca > cabra.

Los estudios de Yilmaz-Ersan et al. (2016) y Yilmaz-Ersan et al. (2018) no permiten una comparación directa cabra-vaca: el primero evaluó únicamente kéfir de leche de cabra (ABTS = 10.96 mg TE/100 mL a las 20 h de fermentación), mientras que el segundo comparó kéfir de leche de vaca y de oveja sin incluir leche de cabra (ABTS = 11.05 mg TE/100 mL para vaca con cultivo de gránulos, día 1 de almacenamiento). Por lo tanto, el valor de vaca de este último estudio se incorpora a la síntesis únicamente como evidencia descriptiva independiente.

■ Tabla 3. Resultados de la capacidad antioxidante DPPH, ABTS, FRAP, CFT y CTF del kéfir de leche de cabra y vaca en los estudios incluidos.

Tiempo (h)	Temp (°C)	CTF (Fenoles)	DPPH (%)	ABTS	FRAP	CTF Flavonoides	Resultado (I vs C)	Referencia
20	24	516.03-1,359.32 mg GAE L	SD	10.68 μ M y 7.55 μ M	SD	SD	Cabra > Vaca (leche sin fermentar)	Satir & Guzel-Seydim (2015)
20	24	266.62 mg GAE L	SD	5.46 μ M	SD	SD	Cabra > Vaca (leche sin fermentar)	Satir & Guzel-Seydim (2015)
20	25	65.48 mg GAE/g	3.24	10.96%	4.29-8.04 mg ET/100 mL	SD	SD	Yilmaz-Ersan et al. (2016)
24	25	64.18 y 80.89 mg GAE/100 mL	6.25	11.05 mg ET/100 mL	7.19 mg ET/100 mL	SD	SD	Yilmaz-Ersan et al. (2018)
24	25	785.54 $\pm$ 3.93 μ g/mL GAE	6818.75 $\pm$ 277.17 μ M/mL AAE	SD	SD	808.33 $\pm$ 39.18 μ g/mL EQ	SD	Yirmibeşoğlu et al. (2020)
22	25	SD	28.67 $\pm$ 0.31	SD	SD	SD	K1 > K2, K3, K4 y K5	Shi et al. (2018)
20	25	65.00-73.15 mg GAE/100 mL	4.15 $\pm$ 0.17 a 5.28 $\pm$ 0.21	12-24 mg TE/100 mL	7.5-9.5 μ M Fe+2/mL	SD	Vaca > Cabra	Baniasadi et al. (2021)
20	25	58.31-73.50 mg GAE/100 mL	4.48 $\pm$ 0.21 a 5.44 $\pm$ 0.20	12-24 mg TE/100 mL	9.5 μ M Fe+2/mL	SD	Vaca > Cabra	Baniasadi et al. (2021)
0,4 y 8	25	SD	SD	37.6 $\pm$ 3.6%	SD	SD	Cabra > Vaca	Altamirano-Carranza et al. (2022)
0,4 y 8	25	SD	SD	32.1 $\pm$ 0.5%	SD	SD	Cabra > Vaca	Altamirano-Carranza et al. (2022)
24	Temp. Ambiente	204.0 $\pm$ 4.5 μ g GAE/mL	SD	74.1 $\pm$ 0.6 μ g/mL DMSO	112.5 $\pm$ 3.0 μ M/mL	SD	Cabra > Vaca	La Torre et al. (2024)

Tiempo (h)	Temp (°C)	CTF (Fenoles)	DPPH (%)	ABTS	FRAP	CTF Flavonoides	Resultado (I vs C)	Referencia
24	Temp. Ambiente	172.5 ± 2.0 µg GAE/mL	SD	76.2 ± 0.5 µg/mL DMSO	108.64 ± 0.64 µM/mL	SD	Cabra > Vaca	La Torre et al. (2024)

SD = Sin datos, GAE = Ácido Gálico Equivalente, AAE = Ácido Ascórbico Equivalente, EQ = Equivalentes de quercetina, ET = Equivalentes de Trolox

Actividad antioxidante: ensayo DPPH

El ensayo DPPH (Tabla 3) fue reportado en un menor número de estudios en comparación con ABTS. Baniasadi et al. (2021) encontraron valores para kéfir de vaca de 4.15 ± 0.17 a $5.28 \pm 0.21\%$ y para kéfir de cabra de 4.48 ± 0.21 a $5.44 \pm 0.20\%$ durante el período de almacenamiento, con valores ligeramente superiores en el kéfir caprino y coincidencia entre los rangos reportados. Yilmaz-Ersan et al. (2016) obtuvieron un valor de 3.24% para kéfir de cabra a las 20 h de fermentación, mientras que Yilmaz-Ersan et al. (2018) reportaron un valor de 6.25% para kéfir de vaca elaborado con cultivo de gránulos; sin embargo, estos valores no son directamente comparables entre sí, dado que el segundo estudio no incluyó leche de cabra en su diseño original —comparó kéfir de leche de vaca con kéfir de leche de oveja—, por lo que su valor de vaca se incorpora únicamente como evidencia descriptiva independiente. Shi et al. (2018) evaluaron la actividad DPPH de kéfir de leche de cabra descremada elaborado con cinco cepas distintas de gránulos (K1 a K5); el grano K1 presentó el mayor valor ($28.67 \pm 0.31\%$), lo cual subraya la influencia de la composición microbiana del cultivo iniciador, independientemente del tipo de leche.

Actividad antioxidante: ensayo FRAP

El ensayo FRAP (Tabla 3) fue reportado en cuatro estudios. Baniasadi et al. (2021) reportaron valores aproximados (leídos de representación gráfica, ya que el artículo original no presenta una tabla numérica para este desenlace) de $7.5 \mu\text{M Fe}^{+2}/\text{mL}$ para kéfir de vaca y $9.5 \mu\text{M Fe}^{+2}/\text{mL}$ para kéfir de cabra, con un poder reductor aparentemente mayor en el kéfir caprino. La Torre et al. (2024) reportaron un valor de $108.64 \pm 0.64 \mu\text{M/mL FeSO}_4$ para kéfir de cabra; el estudio no publicó un valor numérico exacto para kéfir de vaca, indicando únicamente que el poder reductor se duplicó respecto al valor basal tras la fermentación. Yilmaz-Ersan et al. (2016) reportaron un rango de FRAP de 4.29 a 8.04 mg TE/100 mL para kéfir de cabra a lo largo de 20 h de fermentación, mientras que Yilmaz-Ersan et al. (2018) reportaron un valor de 7.19 mg TE/100 mL para kéfir de vaca elaborado con cultivo de gránulos (día 1 de almacenamiento); no obstante, este último estudio no incluyó leche de cabra en su diseño original, comparó kéfir de leche de vaca con kéfir de leche de oveja, por lo que su valor del kéfir de vaca se incorpora a esta síntesis únicamente como evidencia descriptiva independiente.

Contenido fenólico total (CFT)

El CFT (Tabla 3) fue el parámetro con mayor heterogeneidad entre los estudios, tanto en valores como en unidades de reporte. Baniasadi et al. (2021) reportaron valores de 65.00 a 73.15 mg GAE/100 mL para kéfir bovino y de 58.31 a 73.50 mg GAE/100 mL para kéfir caprino; el estudio original presenta estos datos dentro de un ordenamiento general (oveja > vaca > camello > cabra) asociado a significancia estadística ($p < 0.05$), por lo que no puede descartarse una diferencia significativa entre ambas especies, aunque el texto no aísla explícitamente el contraste vaca-cabra. Satir y Guzel-Seydim (2015) encontraron los valores más elevados, expresados en mg GAE/L: el kéfir de leche de cabra varió de 516.03 a 1,359.32 mg GAE/L, con diferencias significativas entre

razas (Hair > Saanen, $p < 0.05$). Como referencia, la leche de vaca (Holstein) sin fermentar presentó un valor de 266.62 mg GAE/L; el estudio original no reporta un valor numérico explícito en texto para el kéfir de vaca fermentado, por lo que esta cifra debe interpretarse como una referencia basal y no como una comparación directa kéfir-kéfir. La Torre et al. (2024) reportaron los mayores incrementos porcentuales de CFT tras la fermentación en búfala, camello y oveja (46-54% respecto al valor basal); el estudio no proporciona en el texto un valor numérico específico para el kéfir de cabra o de vaca tras la fermentación.

Contenido total de flavonoides (CTF)

El CTF fue el desenlace con menor cobertura de los estudios incluidos. No compararon directamente kéfir de leche de cabra vs. kéfir de leche de vaca para datos de CTF. El único estudio que reportó este desenlace fue Yirmibeşoğlu y Tefon Öztürk (2020), quienes obtuvieron un valor de $808.33 \pm 39.18 \mu\text{g/mL}$ equivalentes de quercetina (QE) en kéfir de leche de vaca, aunque el comparador fue leche de burra y no leche de cabra. Por lo tanto, estos datos se reportan como referencia descriptiva del kéfir bovino y no permiten establecer una comparación directa con el kéfir caprino para este desenlace. La ausencia de estudios que reporten CTF, simultáneamente en kéfir de cabra y de vaca, constituye una limitación importante de la evidencia disponible e identifica una brecha de conocimiento relevante para futuras investigaciones.

Discusión

En cuatro de los estudios se realizó una comparación directa entre ambas matrices (Altamirano-Carranza et al., 2022; Baniyadi et al., 2021; La Torre et al., 2024; Satir & Guzel-Seydim, 2015), lo que otorga cierto grado de consistencia a los hallazgos, a pesar de la heterogeneidad metodológica identificada. Sin embargo, la magnitud de las diferencias observadas varía de forma considerable entre estudios, y en algunos casos los rangos de valores se traslapan entre ambos tipos de leche; más aún, uno de estos cuatro estudios (Baniyadi et al., 2021) mostró una tendencia en dirección opuesta en el ensayo ABTS, con valores superiores para el kéfir bovino. Esto impide afirmar de manera categórica la superioridad antioxidante del kéfir caprino frente al kéfir bovino en todos los contextos de producción.

Factores de composición

La tendencia hacia una mayor actividad antioxidante observada en algunos estudios de kéfir de leche de cabra podría explicarse, al menos parcialmente, por diferencias en la composición proteica y lipídica entre ambos tipos de leche. Se ha propuesto que aminoácidos aromáticos (tirosina, triptófano) y azufrados (cisteína) presentan reconocida actividad antirradical, mientras que aminoácidos básicos como la lisina contribuyen a la actividad quelante de metales (Ozcan et al., 2018; Yilmaz-Ersan et al., 2016); sin embargo, esta caracterización proviene de un estudio realizado en kéfir de leche de búfala, no de leche de cabra, por lo que su aplicabilidad al perfil de la leche caprina debe interpretarse con cautela. Durante la fermentación con gránulos de kéfir, la actividad proteolítica de los microorganismos hidroliza las proteínas lácteas principalmente caseínas y proteínas del suero, liberando oligopéptidos y aminoácidos libres con grupos funcionales antioxidantes expuestos. La actividad quelante de iones metálicos por parte de histidina y de los grupos amino y carboxilo de aminoácidos ácidos y básicos, junto con la capacidad donadora de hidrógeno de aminoácidos aromáticos y azufrados, constituyen mecanismos bioquímicos generales que podrían participar en este proceso. En este sentido, la tasa de proteólisis y la composición del perfil peptídico parecen ser determinantes en la actividad antioxidante final del producto, aunque no de forma exclusiva ni independiente del tipo de leche utilizada. Baniyadi et al. (2021) encontraron que el kéfir de

leche de oveja y de camella presentó mayor actividad antioxidante que el de cabra y vaca, y que, dentro de esta última comparación, el kéfir bovino superó al caprino en el ensayo ABTS. Los autores atribuyeron parte de esta variación al contenido proteico de la leche sustrato (oveja 5.41%, camello 3.12%, cabra 3.10%, vaca 3.4%); sin embargo, el hecho de que el camello, con menor contenido proteico que la vaca, presentara mayor actividad antioxidante sugiere que el contenido proteico total no es, por sí solo, un predictor suficiente, y que la composición cualitativa del perfil de aminoácidos y péptidos liberados durante la fermentación podría tener un peso comparable o mayor que la cantidad total de proteína. Este hallazgo, con la tendencia observada en otros estudios incluidos, subraya que la relación entre composición de la leche y capacidad antioxidante del kéfir no es uniforme entre especies ni generalizable a partir de un solo mecanismo.

Influencia del cultivo iniciador y condiciones de fermentación

Todos los estudios reportaron el uso de gránulos de kéfir como cultivo iniciador; sin embargo, Yilmaz-Ersan et al. (2018) evaluaron adicionalmente un cultivo comercial en paralelo y encontraron que el tipo de cultivo iniciador (gránulos vs. comercial) fue un parámetro significativo para la actividad antioxidante, junto con el tipo de leche, esto indica que este factor sí introduce variabilidad relevante entre los estudios incluidos, en lugar de limitarla. De manera consistente con esto, Shi et al. (2018) demostraron que, incluso dentro de un mismo tipo de leche de cabra descremada, la composición microbiana específica de los gránulos fue determinante en la actividad antioxidante final: los gránulos K1 produjeron valores de DPPH superiores a los obtenidos con K2, K3, K4 y K5. La diversidad microbiana de los gránulos naturales, que incluye múltiples cepas de bacterias ácido lácticas, ácido acéticas y levaduras, podría explicar una mayor actividad enzimática y un perfil de metabolitos secundarios más complejo en comparación con los cultivos comerciales estandarizados, aunque esta explicación debe tomarse como hipótesis general más que como hallazgo específico de los estudios incluidos.

Las investigaciones reportaron tiempos de fermentación de 20 a 24 horas y temperaturas de 24 a 25 °C, con excepción de La Torre et al. (2024), que fermentó a temperatura ambiente; estas condiciones relativamente similares aunque no completamente homogéneas favorecen en cierta medida la comparabilidad de los resultados. Yilmaz-Ersan et al. (2016) reportaron que, en el kéfir de cabra, los valores de ABTS, DPPH y FRAP alcanzaron su punto máximo entre las 8 y 12 horas de fermentación, y disminuyeron posteriormente hacia el final del período de incubación (20 h), sin observarse un aumento progresivo sostenido. Esto sugiere que el tiempo óptimo de fermentación para maximizar el potencial antioxidante podría situarse en una etapa intermedia del proceso, más que al final, lo cual constituye un hallazgo relevante para la estandarización de protocolos de producción.

El CFT en la fermentación y almacenamiento

La variabilidad en los valores de CFT fue amplia entre los estudios, desde 58.31 mg GAE/100 mL hasta 1,359.32 mg GAE/L valores expresados en unidades distintas y, por tanto, no directamente comparables entre sí, lo cual refleja diferencias metodológicas en la cuantificación, las unidades de reporte y los momentos de medición, más que necesariamente diferencias biológicas reales entre las muestras. Esta variabilidad es inherente a las revisiones en el área de alimentos funcionales y refuerza la necesidad de estandarización metodológica para futuras investigaciones. Yilmaz-Ersan et al. (2016) observaron una disminución significativa del contenido fenólico durante la fermentación del kéfir de cabra, atribuida a la degradación microbiana de estructuras fenólicas, posiblemente como estrategia de destoxificación antimicrobiana por parte de levaduras y bacterias.

En contraste, durante el almacenamiento refrigerado el CFT se incrementó, alcanzando su valor máximo en el día 14. Un patrón bifásico similar disminución durante la fermentación y aumento durante el almacenamiento, con actividad metabólica y enzimática continua de los microorganismos como posible explicación fue reportado por Ozcan et al. (2018) en kéfir de leche de búfala, lo que sugiere que este comportamiento podría no ser exclusivo del sustrato caprino. Este patrón constituye información relevante para el diseño de condiciones de producción y de vida de anaquel del producto.

Limitaciones de la revisión y la evidencia disponible

La principal limitación de esta revisión es la ausencia de evaluación formal del riesgo de sesgo de los estudios incluidos, lo cual impide ponderar la calidad metodológica relativa de cada estudio en la síntesis de resultados. Adicionalmente, la heterogeneidad en las unidades de medición de los desenlaces, especialmente ABTS y CFT, impidió la realización de un metaanálisis cuantitativo, reduciendo la síntesis a un nivel narrativo. Una limitación estructural adicional es que, de los ocho estudios incluidos, dos de ellos (Yilmaz-Ersan et al., 2018; Yirmibeşoğlu & Tefon Öztürk, 2020) no incluyeron leche de cabra en su diseño original comparando kéfir de leche de vaca con kéfir de leche de oveja y de burra, respectivamente, por lo que solo aportaron evidencia descriptiva independiente de kéfir bovino, sin permitir una comparación directa cabra-vaca. En algunos casos, además, los valores numéricos de ciertos desenlaces (por ejemplo, FRAP en Baniasadi et al., 2021) solo estaban disponibles en representación gráfica en las fuentes originales, esto limitó la precisión de su extracción para esta síntesis. La mayoría de los estudios incluidos provinieron de Asia (Turquía, Irán, China) y uno de Europa (Italia), con representación latinoamericana limitada a un solo estudio (México), lo que limita la comparación de resultados a sistemas de producción caprina con características raciales y de manejo similares a los de estas regiones. La ausencia de estudios que reporten CTF en comparaciones directas entre leche de cabra y de vaca constituye una brecha de conocimiento adicional que debe abordarse en investigaciones futuras. Finalmente, la búsqueda no incluyó literatura gris (conjunto de documentos que no son publicados en los canales editoriales convencionales, como revistas científicas o libros) (Green & Higgins, 2011) ni realizó rastreo de referencias en los artículos incluidos, esto pudo haber omitido estudios relevantes no indexados en las bases de datos consultadas.

Implicaciones para futuras investigaciones

Esta revisión identificó áreas y vacíos para futuras investigaciones. La necesidad más prioritaria es la realización de estudios que evalúen simultáneamente y bajo condiciones experimentales idénticas el kéfir de leche de cabra y de vaca, midiendo todos los desenlaces definidos en el PICOS (DPPH, ABTS, FRAP, CFT y CTF) con unidades de medición estandarizadas. Esta necesidad se sustenta directamente en un hallazgo de la presente revisión: de los 8 estudios incluidos, 2 no incorporaron leche de cabra en su diseño original, limitándose a comparar kéfir de vaca con el de otras especies (oveja y burra), esto redujo la evidencia con comparación directa cabra-vaca a solo la mitad de los estudios disponibles. Asimismo, se recomienda que los estudios primarios reporten con claridad la especie, raza y unidades de medición utilizadas, dado que la presente revisión identificó dificultades de extracción de datos asociadas a reportes ambiguos en algunas de las fuentes consultadas. La influencia de la raza del animal productor sobre la composición de la leche y la actividad antioxidante del kéfir resultante es, además, un factor poco explorado; Satir y Guzel-Seydim (2015) comenzaron a documentarlo para las razas Hair y Saanen, aunque se requieren más estudios sistemáticos al respecto. Finalmente, es recomendable realizar estudios *in vivo* que evalúen los compuestos antioxidantes del kéfir caprino en modelos animales, con el fin de

validar la relevancia fisiológica de las diferencias observadas *in vitro*.

CONCLUSIONES

Se identificó una tendencia sugerente, aunque no concluyente, hacia una mayor actividad antioxidante en el kéfir elaborado con leche de cabra en comparación con el de leche de vaca. Esta tendencia fue más consistente en el ensayo ABTS, mientras que la evidencia para FRAP y CFT resultó más limitada y heterogénea, sin permitir conclusiones firmes para estos desenlaces. Las diferencias observadas podrían estar relacionadas con la composición proteica y lipídica de la leche de cabra, que durante la fermentación favorecería la liberación de péptidos bioactivos y aminoácidos con propiedades antirradicales; sin embargo, dicha explicación debe interpretarse como hipotética. Para que futuras revisiones sistemáticas se pueda presentar una conclusión más sólida, se requieren estudios primarios que comparen kéfir de leche de cabra y de vaca dentro de un mismo diseño experimental, con rigor metodológico, mediciones estandarizadas y reporte claro de especie, unidades y condiciones de fermentación.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Todos los autores contribuyeron de igual manera en la concepción o diseño del trabajo, redacción, revisión crítica y final del manuscrito.

REFERENCIAS

- Altamirano-Carranza, A. S., Tejeda-Mansir, A., Noriega-Rodríguez, J. A., Del Toro Sánchez, C. L., & Rodríguez-Figuero, J. (2022). Effect of substrates on the kefir grain biomass production and antioxidant activity. *Biotechnia*, 24(1), 157-163. <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v24i1.1614>
- Baniasadi, M., Azizkhani, M., Saris, P. E. J., & Tooryan, F. (2021). Comparative antioxidant potential of kefir and yogurt of bovine and non-bovine origins. *Journal of Food Science and Technology*, 59(4), 1307-1316. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05139-9>
- Bourrie, B. C. T., Willing, B. P., & Cotter, P. D. (2016). The microbiota and health promoting characteristics of the fermented beverage kefir. *Frontiers in Microbiology*, 7, 647. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00647>
- Clark, S., & Mora García, M. B. (2017). A 100-year review: advances in goat milk research. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10026-10044. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13287>
- Dessi, D., Casula, L., Fais, G., Pittiu, A., Schlich, M., Sinico, C., Lai, F., & Sarais, G. (2026). Improving fermented milk antioxidant properties by functional enrichment with Vitis Vinifera leaf extract cv Monica loaded in nanovesicles. *Food Chemistry*, 503, 147786. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.147786>
- Green, S., & Higgins, J. P. T. (2011). Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. Cochrane Collaboration.
- Hooijmans, C. R., Rovers, M. M., de Vries, R. B., Leenaars, M., Ritskes-Hoitinga, M., & Langendam, M. W. (2014). SYRCLE's risk of bias tool for animal studies. *BMC Medical Research Methodology*, 14(1), 43. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-14-43>
- La Torre, C., Caputo, P., Cione, E., & Fazio, A. (2024). Comparing nutritional values and bioactivity of kefir from different types of animal milk. *Molecules*, 29(11). <https://doi.org/10.3390/>

molecules29112710

- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1), 210. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Ozcan, T., Sahin, S., Akpinar-Bayizit, A., & Yilmaz-Ersan, L. (2018). Assessment of antioxidant capacity by method comparison and amino acid characterization in buffalo milk kefir. *International Journal of Dairy Technology*, 72(1), 65-73. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12560>
- Prado, M. R., Blandón, L. M., Vandenberghe, L. P. S., Rodrigues, C., Castro, G. R., Thomaz-Soccol, V., & Soccol, C. R. (2015). Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1177. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01177>
- Satir, G., & Guzel-Seydim, Z. B. (2015). Influence of Kefir fermentation on the bioactive substances of different breed goat milks. *LWT—Food Science and Technology*, 63(2), 852-858. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.057>
- Shi, X., Chen, H., Li, Y., Huang, J., & He, Y. (2018). Effects of kefir grains on fermentation and bioactivity of goat milk. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 22(1), 43-50. <https://doi.org/10.2478/auft-2018-0005>
- Tran, L., Tam, D. N. H., Elshafay, A., Dang, T., Hirayama, K., & Huy, N. T. (2021). Quality assessment tools used in systematic reviews of in vitro studies: a systematic review. *BMC Medical Research Methodology*, 21(1), 101. <https://doi.org/10.1186/s12874-021-01295-w>
- Uzkuç, H., Sarıtaş, S., Çelebi Uzkuç, N. M., Karagül Yüceer, Y., & Esatbeyoglu, T. (2026). Comparison of in vitro antioxidant activities of kefir, yogurt, and cheese produced from goat milk. *Food Chemistry: X*, 33, 103394. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.103394>
- Wang, W., Zhang, X., Wei, H., Wang, S., Ye, Y., He, L., Zhang, K., Lu, Y., Zhang, Z., & Huang, Y. (2024). Effects of feeding systems on the growth performance, carcass characteristics, and meat quality in sheep: a meta-analysis. *Animals*, 14(18), 1-17. <https://doi.org/10.3390/ani14182738>
- Yilmaz-Ersan, L., Ozcan, T., Akpinar-Bayizit, A., & Sahin, S. (2016). The antioxidative capacity of kefir produced from goat milk. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 7(1), 22-26. <https://doi.org/10.7763/ijcea.2016.v7.535>
- Yilmaz-Ersan, L., Ozcan, T., Akpinar-Bayizit, A., & Sahin, S. (2018). Comparison of antioxidant capacity of cow and ewe milk kefirs. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3788-3798. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13871>
- Yirmibeşoğlu, S. S. S., & Tefon Öztürk, B. E. (2020). Comparing microbiological profiles, bioactivities, and physicochemical and sensory properties of donkey milk kefir and cow milk kefir. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 44(4), 774-781. <https://doi.org/10.3906/vet-2001-82>