Sanitas
Revista arbitrada de ciencias de la salud
Vol. 4(especial6), 99-105, 2026
DOI: https://doi.org/10.62574/sanitas.v4iespecial6.015

Aditivos naturales en la nutrición de rumiantes: efectos productivos y ambientales. Revisión sistemática

Natural additives in ruminant nutrition: productive and environmental effects. A systematic review

Dayana Lizbeth Arequipa-Vilca
dayanaav51@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0008-2453-1988

Ángel David Chávez-Erazo
angelce01@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0003-4439-4259

Juan Carlos Haro-Flores
juanhf88@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0002-0343-1773

Raúl González-Salas
ua.raulgonzalez@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0000-0003-1623-3709

RESUMEN

Objetivo: analizar la evidencia sobre el efecto de los aditivos naturales en la producción, la fermentación ruminal y la emisión de metano en rumiantes. **Método:** revisión sistemática según la declaración PRISMA 2020 de metaanálisis y ensayos controlados in vivo publicados entre 2000 y 2024 en PubMed, Scopus, Web of Science y SciELO. **Resultados:** se incluyeron ocho estudios. Las levaduras aumentaron el pH ruminal, el consumo y la producción de leche; una mezcla de aceites esenciales elevó la producción y redujo el metano tras más de cuatro semanas; los taninos y las saponinas disminuyeron el metano o los protozoos, pero redujeron la digestibilidad o la producción de leche; las enzimas fibrolíticas mejoraron el rendimiento según la dieta. **Conclusión:** los aditivos naturales son herramientas complementarias cuya eficacia depende de la dosis, la dieta y la especie animal.

Descriptores: rumiantes; aditivos alimentarios; alimentación animal. (Fuente, DeCS).

ABSTRACT

Objective: To analyse the evidence on the effect of natural additives on production, rumen fermentation and methane emissions in ruminants. **Method:** Systematic review following the PRISMA 2020 statement of meta-analyses and controlled in vivo trials published between 2000 and 2024 in PubMed, Scopus, Web of Science and SciELO. **Results:** Eight studies were included. Yeasts increased rumen pH, intake and milk yield; an essential oil blend increased milk yield and reduced methane after more than four weeks; tannins and saponins decreased methane or protozoa but reduced digestibility or milk yield; fibrolytic enzymes improved performance depending on the diet. **Conclusion:** Natural additives are complementary tools whose efficacy depends on dose, diet and animal species.

Descriptors: ruminants; food additives; animal feed. (Source, DeCS).

Recibido: 04/08/2026. Revisado: 12/08/2026. Aprobado: 15/09/2026. Publicado: 01/10/2026.
Original breve

INTRODUCCIÓN

La producción de rumiantes aporta carne y leche esenciales para la seguridad alimentaria, pero enfrenta el desafío de mejorar su eficiencia productiva y, al mismo tiempo, reducir su impacto ambiental. Una parte de la energía consumida por los rumiantes se pierde en forma de metano entérico, un gas de efecto invernadero generado por las arqueas metanogénicas del rumen. Beauchemin et al. señalaron que, tras cincuenta años de investigación, la mitigación del metano sigue siendo un objetivo prioritario y que su logro requiere estrategias aplicables en condiciones reales de producción (1).

Durante décadas, los antimicrobianos se emplearon como promotores del crecimiento para mejorar la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia. Sin embargo, la preocupación por la resistencia antimicrobiana y por los residuos en los alimentos condujo a su prohibición en la Unión Europea en 2006 y a restricciones crecientes en otros países, como describieron Cameron y McAllister en su revisión sobre el uso de antimicrobianos en la producción de carne bovina (2). Esta situación impulsó la búsqueda de alternativas naturales capaces de modular la fermentación ruminal sin generar resistencias.

Entre estas alternativas destacan los aceites esenciales, cuyos compuestos activos, como el timol, el carvacrol o el eugenol, poseen actividad antimicrobiana y pueden modificar el patrón de fermentación del rumen, aunque sus efectos dependen de la dosis y del tipo de dieta (3). Los taninos y las saponinas, metabolitos secundarios presentes en numerosas plantas, se han estudiado por su capacidad para disminuir la metanogénesis, ya sea por acción directa sobre los metanógenos o por la reducción de los protozoos ruminales; no obstante, a dosis elevadas pueden afectar la digestibilidad del alimento (4).

Por otra parte, los microorganismos administrados directamente en la dieta, en particular las levaduras vivas de Saccharomyces cerevisiae y las bacterias ácido lácticas, se utilizan para estabilizar el ambiente ruminal, mejorar la digestión de la fibra y favorecer la salud de los animales jóvenes. Ban y Guan advirtieron, sin embargo, que la eficacia de estos productos no es constante entre ensayos y depende de la cepa, la dosis, la dieta y el estado de salud del animal (5). A ello se suman las enzimas fibrolíticas exógenas, que buscan aumentar la degradación de la pared celular vegetal.

Sin embargo, la evidencia se encuentra dispersa y sus resultados no siempre coinciden. El objetivo de esta revisión fue analizar la evidencia sobre el efecto de los aditivos naturales en la producción, la fermentación ruminal y la emisión de metano en rumiantes.

MÉTODO

Se realizó una revisión sistemática siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020 (6). La búsqueda se efectuó en PubMed, Scopus, Web of Science y SciELO, con combinaciones de los términos aditivos naturales, rumiantes, levaduras, probióticos,

aceites esenciales, taninos, saponinas, enzimas fibrolíticas, fermentación ruminal y metano, en español e inglés.

Se incluyeron metaanálisis y ensayos controlados in vivo publicados entre 2000 y 2024 en revistas con revisión por pares, que evaluaran el efecto de aditivos de origen vegetal o microbiano en bovinos, ovinos o caprinos y que reportaran resultados sobre producción, consumo, parámetros de fermentación ruminal, digestibilidad o emisión de metano. Se excluyeron tesis, capítulos de libros, actas de congresos, literatura gris, estudios realizados exclusivamente in vitro y artículos publicados en revistas sin revisión por pares o con prácticas editoriales cuestionables. Se revisaron los títulos, los resúmenes y los textos completos, y se extrajeron el tipo de aditivo, el diseño, el número de estudios o animales y los principales hallazgos. Debido a la heterogeneidad de los aditivos, las especies y las variables evaluadas, los resultados se sintetizaron de forma narrativa, agrupados por tipo de aditivo.

RESULTADOS

Se incluyeron ocho estudios publicados entre 2009 y 2024: siete metaanálisis y un ensayo controlado en vacas lecheras en pastoreo. Dos estudios evaluaron levaduras, dos aceites esenciales, dos taninos, uno saponinas y uno enzimas fibrolíticas. La mayoría de los trabajos se centró en el ganado lechero. La Tabla 1 resume sus características:

Tabla 1. *Características de los estudios incluidos en la revisión.*

Estudio	Aditivo	Diseño y alcance	Hallazgos principales
Desnoyers et al., 2009 (7)	Levadura viva (Saccharomyces cerevisiae)	Metaanálisis de 157 experimentos en rumiantes	Aumento del pH ruminal, de los AGV y del consumo; mayor producción de leche; respuesta modulada por la dieta
Poppy et al., 2012 (8)	Cultivo de levadura	Metaanálisis de 36 estudios en vacas lecheras	Aumento de 1,18 kg/d de leche y de 1,65 kg/d de leche corregida por energía
Khiaosa-ard y Zebeli, 2013 (9)	Aceites esenciales y sus compuestos	Metaanálisis de 34 experimentos	Dosis bajas modifican la fermentación con potencial antimetanogénico; dosis altas no mejoran el rendimiento
Belanche et al., 2020 (10)	Mezcla de aceites esenciales (1 g/vaca/d)	Metaanálisis de 23 estudios in vivo en vacas lecheras	Tras más de cuatro semanas: leche +3,6 %, eficiencia +4,4 % y metano −8,8 %
Jayanegara et al., 2012 (11)	Taninos	Metaanálisis de 30 experimentos in vivo e in vitro	El metano disminuye al aumentar el nivel de taninos; menor digestibilidad de la materia orgánica y la fibra

Estudio	Aditivo	Diseño y alcance	Hallazgos principales
Grainger et al., 2009 (12)	Taninos condensados de Acacia mearnsii	Ensayo controlado en vacas lecheras en pastoreo	Metano −14 a −29 % y menor excreción urinaria de nitrógeno; descenso de la producción de leche
Yanza et al., 2024 (13)	Extractos de saponinas	Metaanálisis de 26 estudios in vivo	Menos protozoos y mayor digestibilidad de la materia seca; descenso lineal de la producción de leche
Tirado-González et al., 2018 (14)	Enzimas fibrolíticas exógenas	Metaanálisis de 74 artículos	Celulasas y xilanasas mejoraron la leche y la ganancia de peso según el tipo de dieta

Fuente: elaboración propia (2026). AGV: ácidos grasos volátiles.

Levaduras y probióticos

Las levaduras fueron el grupo de aditivos con evidencia más consistente. Desnoyers et al., a partir de 110 publicaciones y 157 experimentos, observaron que la suplementación con Saccharomyces cerevisiae aumentó el pH ruminal y la concentración de ácidos grasos volátiles, tendió a disminuir la concentración de ácido láctico y elevó el consumo de materia seca y la producción de leche; además, la magnitud de la respuesta dependió de la proporción de concentrado y del contenido de fibra de la dieta (7). En vacas lecheras, Poppy et al. encontraron que el cultivo de levadura incrementó la producción de leche en 1,18 kg/d y la leche corregida por energía en 1,65 kg/d, con un aumento del consumo al inicio de la lactancia y una ligera reducción en etapas posteriores (8).

Aceites esenciales

La respuesta a los aceites esenciales fue más variable. Khiaosa-ard y Zebeli, en un metaanálisis de 28 publicaciones, señalaron que las dosis bajas, inferiores a 0,75 g/kg de materia seca, modificaron la fermentación ruminal con un potencial efecto inhibidor del metano, más evidente en el ganado de carne, mientras que las dosis altas no mejoraron la fermentación ni el rendimiento; en vacas lecheras, el principal efecto fue un aumento del contenido de proteína de la leche (9). En cambio, Belanche et al., al evaluar una mezcla comercial de aceites esenciales en 23 estudios in vivo, observaron que, con tratamientos superiores a cuatro semanas, la producción de leche aumentó un 3,6 %, la eficiencia alimenticia un 4,4 % y la emisión diaria de metano disminuyó un 8,8 %; los ensayos más cortos mostraron resultados inconsistentes (10).

Taninos y saponinas

Los taninos redujeron de forma consistente la producción de metano. Jayanegara et al. describieron una disminución del metano al aumentar el nivel de taninos en la dieta, acompañada de una menor digestibilidad de la materia orgánica y de la fibra (11). En condiciones de pastoreo, Grainger et al. comprobaron que los taninos condensados de

Acacia mearnsii redujeron la emisión de metano entre un 14 % y un 29 % y disminuyeron la excreción urinaria de nitrógeno, aunque la producción de leche descendió, sobre todo con la dosis más alta, por lo que los autores consideraron que la concentración empleada fue excesiva (12). Respecto de las saponinas, Yanza et al. encontraron que su inclusión hasta 40 g/kg de materia seca no afectó el consumo, redujo la población de protozoos y aumentó la digestibilidad de la materia seca, pero se asoció con una disminución lineal de la producción de leche (13).

Enzimas fibrolíticas

Tirado-González et al. analizaron 74 artículos y observaron que las mezclas de celulasas y xilanasas aumentaron la producción y la composición de la leche en vacas alimentadas con dietas ricas en forraje de leguminosas, y mejoraron la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia en bovinos de carne con dietas bajas en concentrado. Los autores concluyeron que la respuesta depende de la combinación de enzimas adecuada para cada dieta (14).

DISCUSIÓN

Los estudios revisados indican que los aditivos naturales pueden mejorar la producción y la fermentación ruminal, pero con una consistencia muy diferente según el tipo de producto. Las levaduras mostraron los efectos más reproducibles sobre el pH ruminal, el consumo y la producción de leche (7,8), lo que concuerda con la función estabilizadora del ambiente ruminal descrita por Ban y Guan (5). Aun así, el beneficio medio fue moderado y dependió de la dieta.

En el caso de los aceites esenciales, la discrepancia entre los metaanálisis refleja la diversidad de compuestos y dosis evaluados. Calsamiglia et al. ya habían advertido que su actividad antimicrobiana no es selectiva y que, a dosis altas, puede inhibir la fermentación en su conjunto (3). Los resultados de Belanche et al. sugieren que una mezcla definida, administrada a dosis bajas y durante un periodo de adaptación suficiente, puede ofrecer beneficios productivos y ambientales simultáneos (10), mientras que los efectos de los compuestos aislados fueron limitados (9).

Los taninos y las saponinas presentaron un patrón común: reducen el metano o los protozoos ruminales, pero pueden comprometer la digestibilidad o la producción de leche (11-13). Este equilibrio entre beneficio ambiental y rendimiento coincide con lo señalado por Patra y Saxena, quienes destacaron la necesidad de identificar dosis que inhiban la metanogénesis sin afectar la utilización de los nutrientes (4). En la práctica, su uso exige ajustar la dosis, la fuente y la especie animal.

Desde una perspectiva ambiental, Arndt et al. mostraron que la adopción de las estrategias de mitigación más eficaces podría contribuir a las metas climáticas a corto plazo, aunque su efecto se vería contrarrestado por el aumento proyectado de la demanda de productos

animales (15). En este contexto, los aditivos naturales deben considerarse un componente de estrategias más amplias de mitigación (1).

Entre las limitaciones de esta revisión, el número de estudios incluidos fue reducido, la mayoría de los datos procede de vacas lecheras en sistemas de clima templado y los metaanálisis combinaron productos, dosis y dietas muy diversos. Además, ningún estudio se realizó en el Ecuador, por lo que se requieren ensayos locales con forrajes andinos.

CONCLUSIÓN

La evidencia disponible indica que las levaduras mejoran de forma moderada y consistente la fermentación ruminal y la producción de leche, que los aceites esenciales pueden reducir el metano y aumentar la eficiencia cuando se emplean a dosis bajas y durante periodos prolongados, y que los taninos y las saponinas disminuyen la metanogénesis a costa de posibles reducciones de la digestibilidad o de la producción. Las enzimas fibrolíticas resultan útiles cuando se ajustan a la dieta. Los aditivos naturales constituyen herramientas complementarias, cuya eficacia depende de la dosis, la dieta y la especie animal.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A UNIANDES.

REFERENCIAS

1. Beauchemin KA, Ungerfeld EM, Eckard RJ, Wang M. Review: fifty years of research on rumen methanogenesis: lessons learned and future challenges for mitigation. Animal. 2020;14(S1):s2-s16.
2. Cameron A, McAllister TA. Antimicrobial usage and resistance in beef production. J Anim Sci Biotechnol. 2016;7:68.
3. Calsamiglia S, Busquet M, Cardozo PW, Castillejos L, Ferret A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. J Dairy Sci. 2007;90(6):2580-95.
4. Patra AK, Saxena J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. Phytochemistry. 2010;71(11-12):1198-222.
5. Ban Y, Guan LL. Implication and challenges of direct-fed microbial supplementation to improve ruminant production and health. J Anim Sci Biotechnol. 2021;12(1):109.

6. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71.
7. Desnoyers M, Giger-Reverdin S, Bertin G, Duvaux-Ponter C, Sauvant D. Meta-analysis of the influence of Saccharomyces cerevisiae supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. J Dairy Sci. 2009;92(4):1620-32.
8. Poppy GD, Rabiee AR, Lean IJ, Sanchez WK, Dorton KL, Morley PS. A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture produced by anaerobic fermentation of Saccharomyces cerevisiae on milk production of lactating dairy cows. J Dairy Sci. 2012;95(10):6027-41.
9. Khiaosa-ard R, Zebeli Q. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. J Anim Sci. 2013;91(4):1819-30.
10. Belanche A, Newbold CJ, Morgavi DP, Bach A, Zweifel B, Yáñez-Ruiz DR. A meta-analysis describing the effects of the essential oils blend Agolin Ruminant on performance, rumen fermentation and methane emissions in dairy cows. Animals (Basel). 2020;10(4):620.
11. Jayanegara A, Leiber F, Kreuzer M. Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2012;96(3):365-75.
12. Grainger C, Clarke T, Auldist MJ, Beauchemin KA, McGinn SM, Waghorn GC, et al. Potential use of Acacia mearnsii condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. Can J Anim Sci. 2009;89(2):241-51.
13. Yanza YR, Irawan A, Jayanegara A, Ramadhani F, Respati AN, Fitri A, et al. Saponin extracts utilization as dietary additive in ruminant nutrition: a meta-analysis of in vivo studies. Animals (Basel). 2024;14(8):1231.
14. Tirado-González DN, Miranda-Romero LA, Ruíz-Flores A, Medina-Cuéllar SE, Ramírez-Valverde R, Tirado-Estrada G. Meta-analysis: effects of exogenous fibrolytic enzymes in ruminant diets. J Appl Anim Res. 2018;46(1):771-83.
15. Arndt C, Hristov AN, Price WJ, McClelland SC, Pelaez AM, Cueva SF, et al. Full adoption of the most effective strategies to mitigate methane emissions by ruminants can help meet the 1.5 °C target by 2030 but not 2050. Proc Natl Acad Sci U S A. 2022;119(20):e2111294119.

Derechos de autor: 2026 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/