

CAPÍTULO 9

EXPLORANDO A DIVERSIDADE LÁCTEA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DA BIOQUÍMICA DO LEITE DE VACA EM CONTRASTE COM OUTRAS ESPÉCIES ANIMAIS

Data de submissão: 08/02/2024

Data de aceite: 01/04/2024

Paula Cassola Savio

Universidade Estadual do Norte do Paraná
– Centro de Ciências Agrárias – Campus
Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4418337358603786>

Pablo Matheus Lazarini Toru 

Universidade Estadual do Norte do Paraná
– Centro de Ciências Agrárias – Campus
Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6524340323059420>

Beatriz Del Rey Bombem

Universidade Estadual do Norte do Paraná
– Centro de Ciências Agrárias – Campus
Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5447227592315691>

Isabella Ferreira Martins

Universidade Estadual do Norte do Paraná
– Centro de Ciências Agrárias – Campus
Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9320692403244460>

Thais de Campos Nogueira

Universidade Estadual do Norte do Paraná
– Centro de Ciências Agrárias – Campus
Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná

Leandra da Costa da Silva

Universidade Estadual do Norte do Paraná
– Centro de Ciências Agrárias – Campus
Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6383451407986169>

Suelen Vitoria Francelino

Universidade Estadual do Norte do Paraná
– Centro de Ciências Agrárias – Campus
Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/0551010252313406>

Marcos Augusto Pinheiro Carvalho

Universidade Estadual do Norte do Paraná
– Centro de Ciências Agrárias – Campus
Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná

Ana Paula Millet Evangelista dos Santos

Universidade Estadual do Norte do Paraná
– Centro de Ciências Agrárias – Campus
Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3766558738366221>

Mariza Fordellone Rosa Cruz

Universidade Estadual do Norte do Paraná
– Centro de Ciências Agrárias – Campus
Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5308615937693528>

Emília de Paiva Porto

Universidade Estadual do Norte do Paraná – Centro de Ciências Agrárias – Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7968074715970358>

Flávia Debiagi

Universidade Estadual do Norte do Paraná – Centro de Ciências Agrárias – Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1743105190261738>

RESUMO: O leite transcende sua simples definição como um alimento essencial na dieta humana; ele se revela como um composto bioquímico multifacetado e um elemento econômico crucial, que incita estudos de grande importância. Desde suas propriedades fundamentais até sua influência no mercado global, o leite é um tema abrangente que abarca uma miríade de tópicos relevantes. Este fluido nutritivo exibe uma diversidade impressionante em sua composição, atendendo a uma ampla gama de gostos e necessidades. Não se limita apenas ao leite de vaca, conhecido como leite integral, mas também engloba outras fontes que oferecem recursos similares, como o leite de cabra e de búfalo, entre outros. As propriedades bioquímicas presentes no leite também desempenham um papel significativo na promoção da saúde humana.

PALAVRAS-CHAVE: saúde humana; propriedades do leite; bioquímica; mercado global; animais de produção

EXPLORING DAIRY DIVERSITY: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BIOCHEMISTRY OF COW'S MILK IN CONTRAST WITH OTHER ANIMAL SPECIES

ABSTRACT: Milk transcends its simple definition as an essential food in the human diet; it reveals itself as a multifaceted biochemical compound and a crucial economic element, prompting studies of great importance. From its fundamental properties to its influence on the global market, milk is a comprehensive subject that encompasses a myriad of relevant topics. This nutritious fluid exhibits impressive diversity in its composition, catering to a wide range of tastes and needs. It is not limited solely to cow's milk, known as whole milk, but also encompasses other sources that offer similar resources, such as goat and buffalo milk, among others. The biochemical properties present in milk also play a significant role in promoting human health.

KEYWORDS: human health; milk properties; biochemistry; global market; production animals

INTRODUÇÃO

O leite é um elemento fundamental na dieta humana, oferecendo uma fonte rica e variada de nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento do organismo. Embora o leite de vaca seja o mais comum e amplamente consumido em muitas partes do mundo, a diversidade do reino animal oferece uma gama igualmente diversa de alternativas lácteas. Este estudo busca explorar e comparar a bioquímica do leite de vaca com o de outros animais, destacando as diferenças e semelhanças em suas composições e potenciais implicações nutricionais.

O leite de vaca tem sido historicamente uma fonte crucial de nutrição para as sociedades humanas, fornecendo uma gama equilibrada de proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais. No entanto, os avanços na produção e na ciência alimentar têm levado à exploração de outras fontes lácteas, como o leite de cabra, ovelha, búfalo e até mesmo de animais menos convencionais. Cada uma dessas variedades apresenta uma composição bioquímica única, que pode influenciar sua adequação nutricional e aplicabilidade em diferentes contextos dietéticos e gastronômicos (ASTOLFI et al., 2020).

A comparação entre o leite de vaca e o de outros animais não se limita apenas à sua composição nutricional básica. Ela se estende à análise de fatores como sabor, textura, digestibilidade e potenciais benefícios para a saúde. Por exemplo, o leite de cabra é frequentemente elogiado por sua digestibilidade superior em comparação com o leite de vaca, enquanto o leite de búfalo é conhecido por ter uma concentração mais elevada de certos nutrientes, como gorduras e proteínas (BALOŠ et al. 2023).

Além das diferenças nutricionais, a bioquímica do leite de diferentes espécies também pode afetar sua aplicação na indústria alimentícia. Processos de transformação, como fermentação e coagulação, podem variar dependendo da fonte do leite, resultando em uma variedade de produtos lácteos distintos. Compreender essas diferenças é essencial para a criação de produtos alimentícios inovadores e para atender às demandas de consumidores cada vez mais conscientes e diversificados (QUAN et al., 2020).

Em suma, explorar o comparativo da bioquímica do leite de vaca com o de outros animais é fundamental não apenas para ampliar nosso conhecimento sobre a diversidade dos alimentos lácteos, mas também para orientar escolhas alimentares mais informadas e promover a inovação na indústria alimentícia. Este artigo fornecerá uma visão geral da bioquímica do leite de vaca em contraste com outras espécies animais

COMPONENTES ESSENCIAIS E A DIVERSIDADE CLASSIFICATÓRIA DO LEITE

O leite é uma substância nutritiva e complexa, composta principalmente por água, gorduras, proteínas, lactose (um tipo de açúcar) e minerais. A composição exata do leite pode variar dependendo da espécie animal que o produz, mas os principais componentes permanecem consistentes em todas as variedades de leite (CHEUNG; MEHTA, 2015).

As gorduras são uma parte essencial do leite, fornecendo energia e contribuindo para a textura e sabor. A quantidade de gordura varia entre as diferentes espécies de animais e até mesmo entre indivíduos da mesma espécie. No leite de vaca, por exemplo, as gorduras podem ser encontradas em forma de glóbulos suspensos na parte líquida (MOHAN et al., 2021).

As proteínas do leite são importantes para o crescimento e desenvolvimento, além de desempenharem um papel crucial na estrutura e funcionalidade do leite. A caseína e a proteína do soro são as duas principais classes de proteínas encontradas no leite. A caseína é responsável pela maioria das proteínas no leite, enquanto a proteína do soro é encontrada em menor quantidade, mas é mais solúvel.

A lactose é o carboidrato predominante no leite, e é uma fonte importante de energia, especialmente para os jovens mamíferos. É composta por glicose e galactose, e sua digestão requer a enzima lactase. Algumas pessoas têm intolerância à lactose devido à deficiência de lactase (CHEUNG; MEHTA, 2015).

A importância do pH do leite é indiscutível, podendo ser empregado até mesmo para avaliar a saúde da vaca e as condições higiênicas do ambiente de ordenha. A acidez do leite fresco geralmente varia de 0,12% a 0,23% em ácido láctico. Diversos métodos podem ser empregados para determinar essa acidez, todos utilizando soluções de hidróxido de sódio como titulante e solução de fenolftaleína como indicador. Essa acidez é determinada pela porcentagem de ácido láctico presente no leite, que naturalmente varia de 14 a 16° Dornic. O aumento da acidez ocorre devido ao desenvolvimento bacteriano, que transforma a lactose em ácido láctico. Um crescimento bacteriano excessivo pode elevar a acidez a níveis prejudiciais, ultrapassando os 18° Dornic, o que pode afetar a recepção e o processamento do leite (VENTURINI et al., 2007).

A densidade do leite representa a relação entre seu peso e volume, geralmente medida a 15°C ou ajustada para essa temperatura. Em média, a densidade do leite é de 1,032 g/mL, variando entre 1,023 e 1,040 g/mL. A densidade da gordura do leite é aproximadamente 0,927, enquanto a do leite desnatado é cerca de 1,035. Portanto, um leite com 3,0% de gordura terá uma densidade em torno de 1,0295, enquanto um com 4,5% terá uma densidade de aproximadamente 1,0277. A densidade do leite possibilita avaliar a relação entre os sólidos e o solvente, sendo utilizada junto com o teste de gordura para determinar o teor de sólidos. Uma densidade abaixo do esperado pode indicar adulteração do leite (adição de água), problemas nutricionais ou de saúde do animal (VENTURINI et al., 2007)

O pH do leite recém-ordenhado de uma vaca saudável pode variar entre 6,4 e 6,8, servindo também como indicador da qualidade sanitária e da estabilidade térmica do produto. Em casos graves de mastite, o pH pode alcançar 7,5, enquanto na presença de colostro, pode diminuir para 6,0 (VENTURINI et al., 2007).

O leite pode ser categorizado de acordo com sua fonte animal (como leite de vaca, de cabra, de ovelha, entre outros), seu teor de gordura (inteiro, desnatado, semidesnatado), seu processamento (leite cru, pasteurizado, homogeneizado) e sua finalidade (para consumo direto, fabricação de queijos, produtos lácteos, etc.). Cada tipo de leite possui características únicas de sabor, textura e composição nutricional, atendendo a diferentes preferências e necessidades dietéticas.

Leite de cabra

O leite de cabra é uma alternativa popular ao leite de vaca, oferecendo uma série de benefícios nutricionais e sendo consumido em várias partes do mundo. Uma das características distintivas do leite de cabra é sua composição única, que o torna mais digerível para algumas pessoas que têm dificuldade em digerir o leite de vaca devido à presença de caseína alfa S1 em menor quantidade. Isso faz com que seja uma opção viável para aqueles com intolerância à lactose ou alergias ao leite de vaca.

Além disso, o leite de cabra é conhecido por ter uma estrutura de gordura menor em comparação com o leite de vaca, o que o torna mais fácil de ser digerido pelo organismo humano. Essa característica também contribui para uma textura mais leve e sabor mais suave, sendo uma escolha preferida para muitos consumidores que buscam alternativas lácteas (CLARK; GARCIA, 2017).

Do ponto de vista nutricional, o leite de cabra é rico em proteínas, cálcio, vitaminas e minerais essenciais para a saúde humana. Ele contém uma quantidade significativa de ácido fólico, vitamina A e vitamina D, bem como minerais como cálcio, fósforo, potássio e magnésio, que desempenham papéis importantes no fortalecimento dos ossos e dentes, na função muscular e na saúde cardiovascular (PROSSER, 2021).

Segundo Prosser (2021) o leite de cabra tem sido associado a diversos benefícios para a saúde. Estudos sugerem que seus componentes podem ajudar na redução das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), na prevenção de doenças cardiovasculares e na promoção de uma pele mais saudável devido às suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias.

Outro aspecto interessante do leite de cabra é sua versatilidade na culinária. Ele pode ser utilizado para fazer uma variedade de produtos lácteos, como queijos, iogurtes, manteigas e sorvetes, cada um com seu próprio sabor e textura característicos. Sua natureza mais suave e menos ácida em comparação com o leite de vaca também o torna uma escolha popular para a produção de queijos macios e cremosos.

Além disso, a produção de leite de cabra é frequentemente considerada mais sustentável em comparação com a produção de leite de vaca, pois as cabras consomem menos recursos, como água e alimentos, e têm um ciclo de reprodução mais curto. Isso faz com que o leite de cabra seja uma opção atraente para aqueles preocupados com a pegada ambiental de suas escolhas alimentares (NAYIK et al., 2021).

Leite de búfala

O leite de búfala é uma alternativa láctea menos comum, mas altamente nutritiva, originária de regiões onde os búfalos são criados, como partes da Ásia e da Itália. É conhecido por sua rica composição nutricional e sabor característico, tornando-se uma escolha preferida em várias culturas culinárias. O leite de búfala tem uma concentração de gordura mais elevada do que o leite de vaca, o que contribui para sua textura cremosa e sabor mais pronunciado (GARAU et al., 2021).

Uma das características distintivas do leite de búfala é seu teor mais elevado de gordura e proteína em comparação com o leite de vaca. Isso o torna uma fonte excelente de energia e nutrientes essenciais, como cálcio, vitaminas do complexo B e minerais, incluindo ferro e fósforo. Essa composição nutricional robusta faz com que o leite de búfala seja uma opção valiosa para indivíduos que buscam uma dieta equilibrada e rica em nutrientes (PANTOJA et al., 2022)

Além disso, o leite de búfala é frequentemente utilizado na produção de laticínios de alta qualidade, como queijos, iogurtes e manteigas. Seus atributos únicos conferem aos produtos lácteos feitos a partir dele um sabor distinto e uma textura cremosa, apreciados por muitos apreciadores de queijo em todo o mundo. Queijos de búfala, como a mozzarella de búfala italiana, são especialmente conhecidos por sua qualidade superior e sabor autêntico.

Em termos de saúde, o leite de búfala é elogiado por seus potenciais benefícios, incluindo propriedades anti-inflamatórias e digestivas. Além disso, seu teor mais elevado de cálcio e proteína pode ajudar na manutenção da saúde óssea e muscular, bem como na recuperação muscular após o exercício físico. Esses atributos fazem com que o leite de búfala seja uma escolha popular entre atletas e indivíduos preocupados com a saúde (BECSKEI et al., 2020).

No entanto, é importante observar que o leite de búfala pode não estar amplamente disponível em todas as regiões e pode ser mais caro do que o leite de vaca devido à menor escala de produção. Apesar disso, seu perfil nutricional robusto e sabor distintivo o tornam uma opção atraente para aqueles que buscam variedade e qualidade em sua dieta láctea.

CONCLUSÃO

Em suma, a análise comparativa da bioquímica do leite de vaca em contraste com outras espécies animais revela uma vasta diversidade láctea, oferecendo insights valiosos sobre as complexidades da produção de leite e suas potenciais aplicações. Esta pesquisa destaca não apenas as diferenças nas composições químicas e propriedades físicas dos diversos tipos de leite, mas também ressalta a importância de considerar as nuances biológicas e ambientais que influenciam essas características. Ao explorar essa diversidade, podemos aprimorar nossa compreensão sobre os processos fisiológicos

subjacentes à lactação em diferentes espécies, bem como identificar oportunidades para otimizar a produção e utilização de produtos lácteos. Além disso, essa análise comparativa ressalta a necessidade de abordagens interdisciplinares e colaborativas na investigação da biologia do leite, visando promover avanços significativos no campo da nutrição, saúde e bem-estar animal. Em última análise, esta pesquisa oferece uma base sólida para futuros estudos que visem ampliar nosso conhecimento sobre a diversidade láctea e seu impacto em diversos aspectos da sociedade.

REFERÊNCIAS

- ASTOLFI, M. L., MARCONI, E., PROTANO, C., CANEPARI, S. **Comparative elemental analysis of dairy milk and plant-based milk alternatives**. *Food Control*, v. 116, p. 107327, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107327>. Acesso em: 26 jan. 2024.
- BALOŠ, M. Z., PELIĆ, D. L., JAKŠIĆ, S., LAZIĆ, S. **Donkey Milk: An Overview of its Chemical Composition and Main Nutritional Properties or Human Health Benefit Properties**. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 121, p. 104225, 2023.
- BECSKEI, Z., SAVIĆ, M., ĆIRKOVIĆ, D., RAŠETA, M. **Assessment of Water Buffalo Milk and Traditional Milk Products in a Sustainable Production System**. *Sustainability*, v. 12, n. 16, p. 6616, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/su12166616>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- CHEUNG, P. C. K., MEHTA, B. M. **Handbook of Food Chemistry**. 1 ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015.
- CLARK, S., GARCIA, B. M. G. **A 100-Year Review: Advances in goat milk**. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 12116, p. 10026–10043, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13287>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- GARAU, V., MANIS, C., SCANO, P., CABONI, P. **Compositional Characteristics of Mediterranean Buffalo Milk and Whey**. *Dairy*, v. 2, n. 3, p. 469–488, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/dairy2030038>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- MOHAN, M. S., O'CALLAGHAN, T. F., KELLY, P., HOGAN, S. A. **Milk fat: opportunities, challenges and innovation**. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 61, n. 14, p. 2411–2443, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1778631>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- NAYIK, G. A., JAGDALE, Y. D., GAIKWAD, S. A., DEVKATTE, A. N., DAR, A. H., DEZMIREAN, D. S., BOBIS, O., RANJHA, M. M. A. N., ANSARI, M. J., HEMEG, H. A., ALOTAIBI, S. S. **Recent Insights Into Processing Approaches and Potential Health Benefits of Goat Milk and Its Products: A Review**. *Frontiers in Nutrition*, v. 8, p. 789117, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389%2Ffnut.2021.789117>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- PANTOJA, L. S. G., AMANTE, E. R., RODRIGUES, A. M. C., SILVA, L. H. M. **World scenario for the valorization of byproducts of buffalo milk production chain**. *Journal of Cleaner Production*, v. 364, n. 1, p 1-10, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132605>. Acesso em: 29 jan. 2024.

PROSSER, C. G. **Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula.** *Journal of Food Science*, v. 86, n. 2, p. 257–265, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15574>. Acesso em: 29 jan. 2024.

QUAN, S., NAN, X., WANG, K., JIANG, L., YAO, J., XIONG, B. **Characterization of Sheep Milk Extracellular Vesicle-miRNA by Sequencing and Comparison with Cow Milk.** *Animals*, v. 10, n. 2, p. 331, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390%2Fani10020331>. Acesso em: 26 jan. 2024.

VENTURINI, K. S., SARCINELLI, M. F., SILVA, L. C. **Características do leite.** Boletim Técnico - PIE – UFES: 01007, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, 2007. Disponível em: https://agais.com/telomc/b01007_caracteristicas_leite.pdf. Acesso em: 26 jan. 2024.