

FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA
CURSO DE BACHARELADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

SARAH JENIFFER PEREIRA LOURENÇO

**Perfil de ácidos graxos do leite de cabras Saanen, Murciano-Granadina e Anglo-
Nubiana em condições semiáridas**

JOÃO PESSOA
2025

SARAH JENIFFER PEREIRA LOURENÇO

Perfil de ácidos graxos do leite de cabras Saanen, Murciano-Granadina e Anglo-Nubiana em condições semiáridas

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Medicina Veterinária da Faculdade de Enfermagem Nova Esperança como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Guilherme Santana de Moura
COORIENTADORA: Dra. Michele Flávia Sousa Marques

JOÃO PESSOA
2025

L986p

Lourenço, Sarah Jeniffer Pereira

Perfil de ácidos graxos do leite de cabras Saanen, Murciano-Granadina e Anglo-Nubiana em condições semiáridas / Sarah Jeniffer Pereira Lourenço. – João Pessoa, 2025.

25f.; il.

Orientador: Prof.º Dr.º Guilherme Santana de Moura.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade Nova Esperança - FACENE

1. Caprinocultura. 2. Cromatografia Gasosa. 3. Nutrição Funcional. I. Título.

CDU: 636.39

SARAH JENIFFER PEREIRA LOURENÇO

Perfil de ácidos graxos do leite de cabras Saanen, Murciano-Granadina e Anglo-Nubiana em condições semiáridas

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado pela aluna **Sarah Jeniffer Pereira Lourenço** do Curso de Bacharelado em Medicina Veterinária, tendo obtido o conceito _____, conforme a apreciação da Banca Examinadora.

Aprovado em _____ de _____ de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Guilherme Santana de Moura - Orientador

Prof. Dra. Islaine de Souza Salvador - Membro

Prof. Dra. Sandra Batista dos Santos – Membro

RESUMO

A caprinocultura leiteira desempenha papel estratégico em regiões semiáridas, tanto pela geração de renda quanto pela oferta de alimentos de elevado valor nutricional, sendo as raças Saanen, Murciano-Granadina e Anglo-Nubiana de destaque por suas diferenças produtivas e qualitativas. Este estudo teve como objetivo avaliar o perfil de ácidos graxos do leite dessas raças em condições semiáridas do Nordeste brasileiro. Foram utilizadas 15 cabras lactantes, cinco de cada raça, mantidas sob manejo padronizado, com coleta de amostras compostas de leite e análise da composição lipídica por cromatografia gasosa (GC-FID). Os resultados mostraram diferenças significativas entre raças: a Murciano-Granadina apresentou maiores concentrações de ácido oleico (C18:1 cis-9) e de ácidos graxos de cadeia média (C6:0, C8:0, C10:0), associados a propriedades funcionais e benefícios cardiometabólicos; a Anglo-Nubiana destacou-se pelo maior teor de ácido esteárico (C18:0) e sólidos totais, favorecendo rendimento e textura de queijos; enquanto a Saanen, embora altamente produtiva em volume, apresentou perfil lipídico mais diluído em compostos bioativos. Os achados confirmam que as diferenças observadas refletem tanto a base genética quanto a adaptação ambiental das raças, com implicações diretas para a saúde humana, a indústria de laticínios e a valorização da produção regional. Conclui-se que a escolha da raça influencia não apenas a produtividade, mas também a qualidade nutricional e tecnológica do leite, sendo a integração desses fatores essencial para o fortalecimento da caprinocultura leiteira no semiárido.

Palavras-chave: Caprinocultura; cromatografia gasosa; nutrição funcional.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Perfil de ácidos graxos presentes no leite de caprinos das raças Anglo-Nubiana, Murciano-granadina e Saanen.	10
--	----

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. Porcentagem de ácidos graxos presentes no leite de caprinos das raças Anglo-Nubiana, Murciano-granadina e Saanen	9
---	---

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
a. Localização do Estudo	7
b. Animais e coleta das amostras	7
c. Análise da composição lipídica	8
d. Análise estatística	8
e. Aspectos Éticos	9
3. RESULTADOS	9
4. DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÃO	13
6. REFERÊNCIAS	14
APÊNDICE	18

1. INTRODUÇÃO

A caprinocultura leiteira desempenha papel relevante na produção de alimentos de alto valor nutricional e na geração de renda para pequenos e médios produtores, especialmente em regiões semiáridas. Entre as diversas raças leiteiras, destacam-se a Saanen, Murciana-Granadina e Anglo-Nubiana, cada uma com características produtivas e qualitativas próprias que influenciam diretamente a composição e o perfil lipídico do leite.

A raça Saanen, originária da Suíça, é amplamente reconhecida como uma das mais produtivas do mundo, apresentando elevada produção diária, persistência de lactação e boa adaptabilidade a sistemas intensivos de criação (KLJAJEVIC et al., 2018). Sua ampla difusão global se deve à capacidade de manter altos volumes de leite com qualidade sanitária e composição estável, sendo frequentemente utilizada em cruzamentos para incremento de produtividade (ERDURAN; DAG, 2022). Apesar do alto rendimento volumétrico, seu leite tende a apresentar teores moderados de gordura e sólidos totais, o que pode influenciar o rendimento industrial em derivados lácteos (SOUZA et al., 2014).

A raça Murciana-Granadina, originária do sudeste da Espanha, especialmente das regiões de Múrcia e Granada, destaca-se pela rusticidade, eficiência alimentar e capacidade de adaptação a climas quentes e secos (CASTRO et al., 2020; ARCADIA et al., 2021). Introduzida mais recentemente no Brasil, vem ganhando espaço na caprinocultura leiteira, sobretudo no Nordeste, por aliar boa produtividade a um leite de qualidade diferenciada (SILVA et al., 2022; MARTINS et al., 2023). Seu leite apresenta elevado teor de ácidos graxos de cadeia curta e média, como caprílico (C8:0), cáprico (C10:0) e capróico (C6:0), reconhecidos por propriedades funcionais e potencial atividade antimicrobiana (PULINA et al., 2018). Além disso, a menor proporção de caseína α_1 favorece a digestibilidade, sendo indicado para indivíduos com intolerância ao leite bovino (ALVAREZ et al., 2020).

A raça Anglo-Nubiana, desenvolvida a partir do cruzamento de caprinos britânicos com raças do Oriente Médio e da Índia, é conhecida por sua dupla aptidão (leite e carne) e pela produção de leite com teores mais elevados de gordura e sólidos totais em comparação a raças de alta produção volumétrica, como a Saanen (FOX et al., 2015). Essa característica confere maior rendimento na fabricação de queijos e outros derivados, além de influenciar positivamente o sabor e a textura dos produtos.

No Brasil, a Paraíba ocupa posição de destaque na caprinocultura leiteira, respondendo por cerca de 30% da produção nacional e sendo reconhecida como o maior polo produtor da

América Latina (IBGE, 2022). Essa relevância resulta da combinação entre condições naturais favoráveis, tradição na criação de caprinos e investimentos em organização e modernização do setor. Nesse contexto, o estudo do perfil lipídico do leite das raças Saanen, Murciana-Granadina e Anglo-Nubiana representa uma oportunidade de gerar informações estratégicas para a valorização da produção local e para o desenvolvimento de produtos lácteos com apelo nutricional e funcional.

Este trabalho teve como objetivo analisar o perfil lipídico do leite de cabras das raças Murciana-Granadina, Saanen e Anglo-Nubiana, com foco na identificação e quantificação de ácidos graxos de interesse nutricional e funcional para a saúde humana.

2. MATERIAL E MÉTODOS

a. Localização do Estudo

O estudo foi conduzido em duas fazendas, sendo uma no município de Santa Cruz do Capibaribe, localizado no Agreste Setentrional do estado de Pernambuco, localizada nas coordenadas geográficas 7°56'43.6"S de latitude e 36°07'05.2"W de longitude; e outra na cidade de Esperança, no interior da Paraíba, de coordenadas -6°96'04.7"S de latitude e -35°91'86.4"W de longitude. As regiões apresentam clima semiárido quente, com baixa precipitação pluviométrica e alta incidência solar, condições típicas do ecossistema da caatinga.

b. Animais e coleta das amostras

Foram utilizadas cabras das raças Anglo-Nubiana, Murciano-Granadina e Saanen. Foram selecionadas 5 fêmeas em lactação de cada raça, totalizando 15 animais, todas com registro genealógico oficial na Associação Brasileira de Criadores de Caprinos – ABCC, mantidas sob o mesmo sistema de manejo alimentar, sanitário e reprodutivo.

A coleta de leite foi realizada durante uma ordenha completa, no período da manhã, utilizando conchas de inox higienizadas. De cada animal, foi coletado um volume de 50 ml de leite integral de sua ordenha completa e, em seguida, as amostras foram colocadas em um recipiente estéril onde foram misturadas e homogeneizadas, formando uma amostra composta de 250 mL.

De cada uma das três amostras compostas (uma para Anglo-nubiana, uma para Murciano-granadina, uma para Saanen), foram retiradas três subamostras de 50 mL (triplicata), que foram transferidas para tubos tipo Falcon® estéreis, devidamente identificados. As

amostras foram mantidas sob refrigeração (4 °C) em caixa térmica com gelo reciclável até o Laboratório de Análises de Alimentos do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar, pertencente ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado no campus III, em Bananeiras – PB.

c. Análise da composição lipídica

A composição de ácidos graxos do leite foi determinada por meio de cromatografia gasosa acoplada à detecção por ionização de chama (GC-FID), conforme metodologia descrita por Folch et al. (1957) adaptações. Inicialmente, foi realizada a extração da fração lipídica utilizando uma solução de clorofórmio:metanol (2:1 v/v), seguida pela formação dos ésteres metílicos de ácidos graxos (FAMES) por meio da transesterificação com solução metanólica de hidróxido de potássio.

As amostras foram injetadas em um cromatógrafo a gás modelo Shimadzu GC-2010 Plus® (ou equivalente), equipado com coluna capilar de sílica fundida (SP-2560, 100 m × 0,25 mm × 0,2 µm) detector FID. A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção com padrões analíticos certificados (Supelco® 37 Component FAME Mix).

Foram quantificados os seguintes ácidos graxos de cadeia curta, média e longa: Ácido butírico (C4:0), Ácido caproico (C6:0), Ácido caprílico (C8:0), Ácido cáprico (C10:0), Ácido láurico (C12:0), Ácido mirístico (C14:0), Ácido palmítico (C16:0), Ácido esteárico (C18:0), Ácido oleico (C18:1 cis-9), Ácido linoleico (C18:2 n-6) e Ácido linolênico (C18:3 n-3). Os resultados foram expressos em percentagem relativa (% área total de ácidos graxos identificados).

d. Análise estatística

Os dados obtidos a partir da cromatografia gasosa foram tabulados e submetidos à análise estatística para verificar a existência de diferenças significativas nos teores de cada ácido graxo entre raças de cabras (Anglo-Nubiana, Murciana-Granadina e Saanen). Para cada ácido graxo, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) de uma via, utilizando um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Quando o teste ANOVA indicou uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), foi aplicado o teste post-hoc de Tukey (HSD) para identificar quais pares específicos de raças apresentavam diferenças significativas nos teores do ácido graxo em questão. As análises

foram realizadas utilizando software estatístico GraphPad Prism 8.0® software (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA, USA).

e. Aspectos Éticos

O presente projeto foi elaborado em conformidade com os princípios éticos para o uso de animais em pesquisa científica, seguindo os protocolos estabelecidos pelas diretrizes internacionais de bem-estar animal, e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob o número de parecer CEUA/UFPB nº 4015060525.

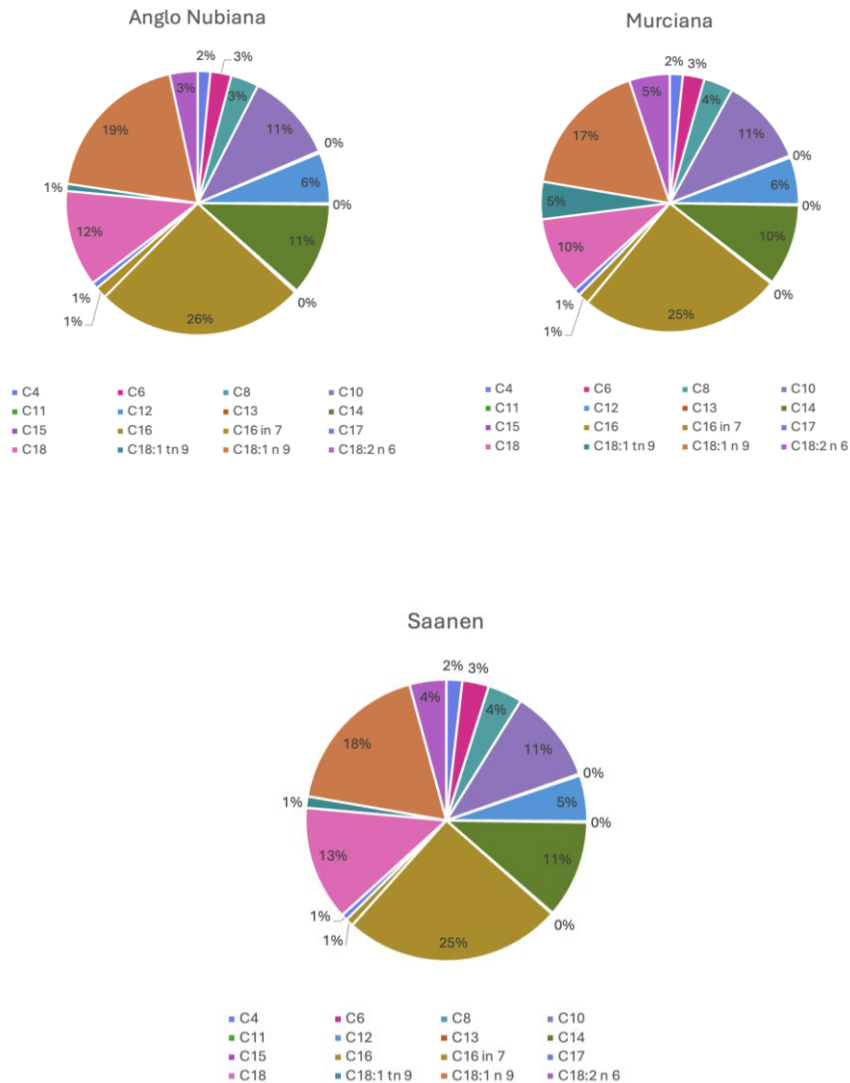
3. RESULTADOS

Os resultados das proporções de ácidos graxos dos leites das diferentes raças podem ser observado na Tabela 1 e Figura 1.

TABELA 1 Porcentagem de ácidos graxos presentes no leite de caprinos das raças Anglo-Nubiana, Murciano-granadina e Saanen

	Anglo Nubiana	Murciana	Saanen
C6	2,575	2,71	3,05
C8	3,43	3,67	3,985
C10	11,01	10,988	10,775
C11	0,245	0,243	0,195
C12	6,235	5,901	5,285
C13	0,14	0,12	0,115
C14	11,345	10,195	11,185
C15	0,265	0,219	0,125
C16	25,66	25,311	25,105
C16 in 7	1,44	1,411	0,905
C17	0,785	0,786	0,7
C18	11,815	9,796	13,18
C18:1 tn 9	0,875	4,693	1,31
C18:1 n 9	19,23	17,233	18,045
C18:2 n 6	3,425	5,086	4,225

Figura 1 Perfil de ácidos graxos presentes no leite de caprinos das raças Anglo-Nubiana, Murciano-granadina e Saanen.



Foram observadas diferenças significativas no perfil de ácidos graxos do leite entre as raças avaliadas, confirmando a influência genética sobre a composição lipídica em condições semiáridas. A análise estatística demonstrou que o ácido palmitoleico (C16:1 n-7) apresentou variação relevante entre os grupos, com maiores concentrações no leite da raça Anglo-Nubiana e menores valores na Saanen ($P = 0.0246$), indicando um padrão diferenciado de síntese e deposição de ácidos graxos monoinsaturados. O ácido esteárico (C18:0) também variou de forma expressiva, sendo encontrado em maior proporção no leite da Anglo-Nubiana e em menor quantidade na Murciano-Granadina ($P = 0.0010$), o que sugere diferenças na biohidrogenação ruminal e na atividade da enzima esteroil-CoA dessaturase entre as raças.

O ácido oleico (C18:1 cis-9) destacou-se como o componente mais discriminante do estudo, apresentando concentrações significativamente mais elevadas no leite da Murciano-Granadina em comparação às demais raças ($P = 0.0010$). A comparação entre Anglo-Nubiana e Saanen não revelou diferenças estatisticamente significativas para esse ácido, sugerindo que ambas compartilham um padrão semelhante de deposição de oleico, ainda que em níveis inferiores aos observados na Murciano-Granadina.

Outro resultado relevante foi a tendência de diferença no isômero oleico C18:1 n-9, no qual a Anglo-Nubiana apresentou valores superiores aos da Murciano-Granadina ($P = 0.0497$), embora sem distinções claras em relação à Saanen. Esse achado indica que, além do oleico cis-9, outros isômeros monoinsaturados podem contribuir para a caracterização do perfil lipídico entre raças, ainda que com menor impacto estatístico.

No que se refere aos ácidos graxos de cadeia média, observou-se maior concentração de caproico (C6:0), caprílico (C8:0) e cáprico (C10:0) no leite da Murciano-Granadina, confirmando a tendência dessa raça em apresentar leite mais rico em componentes de rápida metabolização e com propriedades antimicrobianas. Esse padrão contrasta com o perfil da Saanen, cujo leite apresentou menores teores relativos desses ácidos, possivelmente em função da diluição decorrente do maior volume de produção.

4. DISCUSSÃO

O estudo mostrou a relevância das diferenças raciais na determinação do perfil de ácidos graxos do leite caprino, confirmando que fatores genéticos, adaptativos e produtivos interagem na composição lipídica. A maior concentração de ácido oleico (C18:1 cis-9) observada no leite da raça Murciano-Granadina corrobora achados prévios que destacam a singularidade dessa raça em termos de qualidade do leite, especialmente em ambientes de clima quente e seco, nos quais sua rusticidade e eficiência alimentar se traduzem em composição diferenciada (Castro et al., 2020; Arcadia et al., 2021). O ácido oleico é amplamente reconhecido por seus efeitos cardioprotetores, incluindo a redução da oxidação de LDL e a modulação de processos inflamatórios (Kalit et al., 2021), o que confere ao leite da Murciano-Granadina um potencial funcional superior, alinhado às demandas atuais por alimentos com propriedades nutracêuticas (Silanikove et al., 2010).

A predominância de ácidos graxos de cadeia média, como caproico, caprílico e cáprico, também na Murciano-Granadina, reforça a importância dessa raça na produção de leite com características bioativas. Esses ácidos são rapidamente metabolizados, fornecendo energia

imediate e apresentando efeitos antimicrobianos relevantes (Nagao e Yanagita, 2010; Bach e Babayan, 2020). Além disso, estudos recentes demonstram que os triglicerídeos de cadeia média podem aumentar o gasto energético e reduzir a adiposidade corporal (St-Onge et al., 2008), o que amplia o potencial de aplicação do leite caprino em dietas funcionais e terapêuticas. A presença desses ácidos graxos também está associada a propriedades antimicrobianas contra patógenos intestinais, como demonstrado por Shilling et al. (2013), o que reforça o papel do leite caprino como alimento funcional.

Por outro lado, a maior concentração de ácido esteárico (C18:0) no leite da Anglo-Nubiana sugere um metabolismo lipídico distinto, possivelmente relacionado a maior eficiência de biohidrogenação ruminal. Embora seja um ácido graxo saturado, o esteárico é considerado neutro em relação ao colesterol plasmático e pode ser convertido endogenamente em oleico (Jensen, 2002). Do ponto de vista tecnológico, sua presença em maiores proporções contribui para a firmeza e textura de queijos, favorecendo o rendimento industrial (Albenzio et al., 2014; Park et al., 2007). Essa característica é coerente com a aptidão da Anglo-Nubiana para a produção de leite com maior teor de sólidos totais, o que a torna estratégica para a fabricação de queijos artesanais e produtos de maior valor agregado.

A raça Saanen, por sua vez, apresentou um perfil lipídico mais diluído em ácidos graxos bioativos, o que é consistente com sua elevada produtividade volumétrica. Estudos anteriores já haviam apontado que, apesar de sua reconhecida eficiência produtiva, o leite da Saanen tende a apresentar menores teores de gordura e sólidos totais (Lôbo et al., 2017; Valencia, 2025). Essa característica, embora possa limitar o rendimento industrial em alguns derivados, é vantajosa para a produção de lácteos frescos e de consumo imediato, nos quais a padronização e o volume são mais valorizados.

As diferenças observadas entre as raças refletem não apenas a base genética, mas também a adaptação ao ambiente semiárido. A Murciano-Granadina, selecionada historicamente em regiões áridas da Espanha, apresenta rusticidade e eficiência alimentar que se traduzem em um leite de composição diferenciada (Aguilar et al., 2018; Delgado-Pertíñez et al., 2009). Essa adaptação explica, em parte, a maior proporção de ácidos graxos de cadeia média e a presença acentuada de oleico, características que a tornam uma alternativa promissora para a caprinocultura leiteira no Nordeste brasileiro (Silva et al., 2022; Morais et al., 2022).

Do ponto de vista nutricional e funcional, os resultados confirmam que o leite caprino é uma fonte relevante de lipídios bioativos, com implicações positivas para a saúde humana. Revisões recentes destacam que os lipídios do leite de cabra exercem efeitos benéficos sobre a digestibilidade, a modulação da microbiota intestinal e a prevenção de doenças metabólicas

(Alvarez et al., 2020; Kalit et al., 2021). Além disso, a presença de ácidos graxos de cadeia curta e média está diretamente associada à produção de ácidos graxos voláteis no intestino, que desempenham papel fundamental na homeostase energética e na regulação imunológica (Koh et al., 2016; Ma et al., 2020).

Em síntese, os achados mostraram que a composição lipídica do leite caprino é modulada pela raça, refletindo tanto fatores genéticos quanto adaptativos. A Murciano-Granadina se destaca pelo perfil funcional, a Anglo-Nubiana pelo potencial tecnológico e a Saanen pela produtividade volumétrica. Esses resultados reforçam a importância de considerar não apenas a quantidade, mas também a qualidade do leite produzido, especialmente em regiões semiáridas como o Nordeste brasileiro, onde a caprinocultura desempenha papel estratégico para a segurança alimentar e o desenvolvimento socioeconômico (Martins et al., 2023; Santos et al., 2023).

5. CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que o perfil de ácidos graxos do leite caprino é influenciado pela raça, refletindo tanto fatores genéticos quanto adaptativos às condições semiáridas. A Murciano-Granadina destacou-se pela maior concentração de ácidos graxos monoinsaturados e de cadeia média, conferindo-lhe elevado potencial funcional e nutricional; a Anglo-Nubiana apresentou maiores teores de saturados de cadeia longa e sólidos totais, favorecendo o rendimento e a qualidade tecnológica de queijos e derivados; enquanto a Saanen, embora altamente produtiva em volume, apresentou leite com menor densidade lipídica e bioativa.

Esses achados reforçam a importância de integrar critérios de qualidade nutricional e tecnológica aos programas de seleção e manejo, consolidando a caprinocultura leiteira como atividade estratégica para a produção de alimentos funcionais e para o desenvolvimento sustentável em regiões semiáridas.

6. REFERÊNCIAS

- AGUILAR, C.; JURADO, J. J.; ALBARRÁN, M. R. Genetic parameters for milk yield traits in Murciano-Granadina goats. *Small Ruminant Research*, v. 165, p. 74–79, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.05.007>
- ALBENZIO, M.; CAROPRESE, M.; MARINO, R.; MUSCIO, A.; SEVI, A. Characteristics and quality of goat milk and dairy products. *Small Ruminant Research*, v. 121, n. 1, p. 21–27, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.10.011>
- ALBENZIO, M. et al. Nutritional properties of milk and dairy products from minor dairy species: a review. *Animal*, v. 7, n. s1, p. 7–17, 2013. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001399>
- ALVAREZ, S.; RAMOS, M.; GOMEZ, R. Health-related properties of goat milk: Focus on digestibility and bioactive components. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 103, n. 4, p. 2888–2896, 2020. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17442>.
- ARCADIA, L.; ROMERO, G.; CASTILLO, C. Genetic and productive traits of the Murciano-Granadina goat breed: An overview. *Small Ruminant Research*, Amsterdam, v. 202, p. 106478, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106478>.
- BACH, A. C.; BABAYAN, V. K. Medium-chain triglycerides: an update. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 36, n. 5, p. 950–962, 2020. <https://doi.org/10.1093/ajcn/36.5.950>
- CASTRO, N. et al. Milk production and composition in Murciano-Granadina goats under different environmental conditions. *Animals*, Basel, v. 10, n. 11, p. 1952, 2020. <https://doi.org/10.3390/ani10111952>.
- DELGADO-PERTÍÑEZ, M.; GARCÍA, L. A.; GÁLVEZ, J. F. Productive performance of Murciano-Granadina dairy goats under extensive systems in southern Spain. *Livestock Science*, v. 123, n. 1, p. 1–7, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.10.011>
- GUTIÉRREZ, C.; SALVADOR, L.; MARTÍNEZ, M. The Murciano-Granadina goat breed: current situation, selection scheme and future perspectives. *Revista de Producción Animal*, v. 32, n. 1, p. 7–14, 2020.
- HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, v. 356, p. 25–34, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.10.010>
- HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, v. 51, n. 2, p. 155–163, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.010>

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção da Pecuária Municipal* 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 01 jun. 2025.
- IDF – International Dairy Federation. *The World Dairy Situation 2020*. Brussels: IDF, 2020. Disponível em: <https://fil-idf.org/publications/>. Acesso em: 01 jun. 2025.
- JENSEN, R. G. The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science*, v. 85, n. 2, p. 295–350, 2002. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74079-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74079-4)
- KALIT, S. et al. Functional and health benefits of goat milk lipids. *Foods*, Basel, v. 10, n. 10, p. 2481, 2021. <https://doi.org/10.3390/foods10102481>.
- KOH, A.; DE VOS, W. M.; BACKHED, F. From dietary fiber to host physiology: short-chain fatty acids as key bacterial metabolites. *Cell*, v. 165, n. 6, p. 1332–1345, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.05.041>
- KONIECZKA, P.; NAMIEŚNIK, J. *Quality Assurance and Quality Control in the Analytical Chemical Laboratory: A Practical Approach*. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2018. <https://doi.org/10.1201/9781315110431>
- KOWALSKI, R. et al. A GC-FID method for determination of fatty acid composition in milk fat. *Polish Journal of Environmental Studies*, v. 21, n. 6, p. 1631–1636, 2012. Disponível em: <https://www.pjoes.com/pdf-88965-22796?filename=A%20GC-FID%20Method.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2025.
- LÔBO, A. M. B. O. et al. Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. *Small Ruminant Research*, v. 153, p. 9–16, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.05.005>
- MA, N. et al. Short-chain fatty acids and gut microbiota in health and disease. *Nutrition & Therapeutics*, v. 71, n. 3, p. 321–335, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.110856>
- MARTÍNEZ, M. A.; RODRÍGUEZ, F.; LARA, L. Evaluation of reproductive and productive traits in Murciano-Granadina goats in different agroecological zones. *Tropical Animal Health and Production*, v. 49, p. 999–1005, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1270-2>
- MARTINS, M. A. et al. Caprinocultura leiteira no semiárido brasileiro: desafios e perspectivas. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, Areia, v. 13, n. 1, p. 34–44, 2023. <https://doi.org/10.21206/rbas.v13i1.1441>.
- MORAIS, J. P.; SOARES, J. C.; GONÇALVES, T. C. A raça Murciana-Granadina como alternativa para a caprinocultura leiteira no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de*

Agropecuária Sustentável, v. 12, n. 3, p. 92–101,

2022. <https://doi.org/10.21206/rbas.v12i3.1234>

NAGAO, K.; YANAGITA, T. Medium-chain fatty acids: functional lipids for the prevention and treatment of the metabolic syndrome. *Pharmacological Research*, v. 61, n. 3, p. 208–212, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2009.11.007>

PARK, Y. W. Bioactive components in goat milk. In: PARK, Y. W. (ed.). *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*. Ames: Wiley-Blackwell, 2009. p. 43–

81. <https://doi.org/10.1002/9780813821504.ch3>

PARK, Y. W. et al. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, v. 68, n. 1–2, p. 88–113, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013>

PIMENTEL, T. C. et al. Probiotic goat milk yogurt: sensory evaluation and survival of probiotic strains during refrigerated storage. *Journal of Dairy Science*, v. 104, n. 3, p. 2431–2441, 2021. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19222>

PULINA, G. et al. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 101, n. 8, p. 6715–6729, 2018. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14015>.

ROMBAUT, R. et al. Milk fat globule membrane components: A nutritionally and biologically interesting membrane. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 48, n. 4, p. 243–267, 2008. <https://doi.org/10.1080/10408390701287248>

SANTOS, V. L.; BRITO, A. C.; LIMA, M. G. Qualidade do leite de cabras Murcianas: perspectivas para a agroindústria no Nordeste brasileiro. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, v. 31, n. 1, p. 45–52, 2023.

SHILLING, M. et al. Antimicrobial effects of virgin coconut oil and its medium-chain fatty acids on *Clostridium difficile*. *Journal of Medicinal Food*, v. 16, n. 12, p. 1079–1085, 2013. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.0303>

SILANIKOVE, N. et al. Milk of domestic ruminants as a source of functional nutrients: overview of implications for human health. *Animal*, v. 4, n. 3, p. 292–307, 2010. <https://doi.org/10.1017/S175173110999093X>

SILVA, R. P. et al. A raça Murciano-Granadina na caprinocultura leiteira nordestina: adaptação e desempenho zootécnico. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 23, p. e78594, 2022. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v23e-78594>.

SILVA, T. D.; LIMA, K. R.; OLIVEIRA, M. A. Produção e qualidade do leite de cabras Murcianas em sistemas semiáridos: uma revisão. *Revista Brasileira de Ciência Animal*, v. 44, n. 1, p. 1–12, 2023. <https://doi.org/10.1590/rbca.v44i1.3214>

ST-ONGE, M.-P. et al. Medium-chain triglycerides increase energy expenditure and decrease adiposity in overweight men. *Obesity Research*, v. 11, n. 3, p. 395–402,

2008. <https://doi.org/10.1038/oby.2003.53>

VALENCIA, M. F. Biochemical profile and milk fat/protein in Saanen and Nubian goats. p. 1–

9, 2025. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-13283>

APÊNDICE

Artigo enviado a revista **Journal of Dairy Science – Communications**.

Breed-specific differences in milk fatty acid profiles of Saanen, Murciano-Granadina, and Anglo-Nubian goats under semiarid conditions

Fatty acid profiles of dairy goat breeds

Sarah Jeniffer Pereira Lourenço^{1*}; Tamiris Matias da Costa²; Luciana Bignardi Cassemiro da Costa³; Michele Flávia Sousa Marques²; Guilherme Santana de Moura¹

¹ Faculdades Nova Esperança – Veterinary Medicine College, João Pessoa – PB, Brazil.

² Federal University of Paraíba – Department of Animal Science – Bananeiras – PB, Brazil.

³ The Ohio State University – College of veterinary Medicine – Columbus – OH, USA.

* sarah.jplourenco@gmail.com

Abstract

This study evaluated the fatty acid composition of milk from Saanen, Murciano-Granadina, and Anglo-Nubian goats raised under semiarid conditions in northeastern Brazil. Fifteen lactating does (5 per breed) were sampled, and composite milk samples were analyzed by gas chromatography with flame ionization detection. Significant breed-specific differences were observed. Anglo-Nubian milk contained higher concentrations of stearic and palmitoleic acids, whereas Murciano-granadina milk was enriched in oleic acid. These fatty acids are associated with cardiometabolic benefits, including improved lipid metabolism, insulin sensitivity, and anti-inflammatory effects. The results highlight the potential of breed selection to enhance both the technological properties of goat milk and its nutritional value for human health.

Keywords: Dairy technology; goat milk; nutritional value; chromatography.

Highlights

- Comparative analysis of fatty acid profiles in Saanen, Murciano-Granadina, and Anglo-Nubian goat milk.
- Anglo-Nubian milk showed higher stearic and palmitoleic acid concentrations.
- Murciano-Granadina milk was enriched in oleic acid, linked to cardiometabolic health.
- Breed-specific lipid profiles influence both dairy processing and nutritional quality.
- Findings support the use of breed selection to develop functional dairy products.

Introduction

Dairy goat farming plays an important role in the production of foods with high nutritional value and in generating income for small- and medium-scale producers, particularly in semiarid regions. Among dairy breeds, Saanen, Murciano-Granadina, and Anglo-Nubian goats stand out, each with distinct productive and qualitative traits that directly influence milk composition and lipid profile.

The Saanen breed, originally from Switzerland, is widely recognized as one of the most productive worldwide, with high daily yields, persistent lactation, and good adaptability to intensive systems (Kljajevic et al., 2018). Its global diffusion is attributed to its ability to sustain high milk volumes with stable composition and sanitary quality, and it is often used in crossbreeding programs to improve productivity (Erduran and Dag, 2022). Despite its high yield, Saanen milk generally contains moderate levels of fat and total solids, which may affect the industrial yield of dairy products (Souza et al., 2014).

The Murciano-Granadina breed, native to southeastern Spain (Murcia and Granada), is noted for its rusticity, feed efficiency, and adaptation to hot, dry climates (Castro et al., 2020; Arcadia et al., 2021). More recently introduced in Brazil, it has gained importance in the Northeast due to its balance of productivity and differentiated milk quality (Silva et al., 2022; Martins et al., 2023). Its milk is rich in medium- and short-chain fatty acids, such as caproic (C6:0), caprylic (C8:0), and capric (C10:0), which are associated with functional properties and potential antimicrobial activity (Pulina et al., 2018). In addition, the lower proportion of α s1-casein improves digestibility, making it suitable for individuals with bovine milk intolerance (Alvarez et al., 2020).

The Anglo-Nubian breed, developed from British goats crossed with Middle Eastern and Indian breeds, is known for its dual-purpose aptitude (milk and meat) and for producing milk with higher fat and total solids compared with high-yielding breeds such as Saanen (Fox et al., 2015). This characteristic enhances cheese-making yield and contributes positively to flavor and texture of dairy products.

In Brazil, the state of Paraíba is a leading center of dairy goat farming, accounting for approximately 30% of national production and recognized as the largest production hub in Latin America (IBGE, 2022). This prominence results from favorable natural conditions, a strong tradition of goat farming, and investments in sector modernization. In this context, evaluating the lipid profile of milk from Saanen, Murciano-Granadina, and Anglo-Nubian goats provides strategic information for adding value to local production and for developing dairy products with nutritional and functional appeal.

The objective of this study was to analyze the lipid profile of milk from Murciano-Granadina, Saanen, and Anglo-Nubian goats, with emphasis on the identification and quantification of fatty acids of nutritional and functional relevance to human health.

Materials and Methods

Study location. The study was conducted on 2 farms: one in Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco (7°56'43.6" S, 36°07'05.2" W), and another in Esperança, Paraíba (6°96'04.7" S, 35°91'86.4" W). Both regions have a hot semiarid climate, characterized by low rainfall and high solar incidence, typical of the Caatinga ecosystem.

Animals and sample collection. Fifteen lactating goats were used: 5 Saanen, 5 Murciano-Granadina, and 5 Anglo-Nubian, all with official pedigree registration from the Brazilian Association of Goat Breeders (ABCC). Animals were maintained under the same feeding, health, and reproductive management. Milk was collected during complete morning milking using sanitized stainless-steel ladles. From each goat, 50 mL of whole milk was collected and pooled by breed, resulting in 1,250 mL composite samples. From each composite, 3 subsamples of 50 mL were obtained (triplicates), transferred to sterile Falcon® tubes, and refrigerated (4°C) until transport to the Food Analysis Laboratory of the Graduate Program in Agro-Food Technology, Federal University of Paraíba (UFPB), Bananeiras campus.

Lipid composition analysis. Fatty acid composition was determined by gas chromatography with flame ionization detection (GC-FID), following Folch et al. (1957) with adaptations. Lipids were extracted with chloroform:methanol (2:1, vol/vol), and fatty acid methyl esters (FAME) were prepared by transesterification with methanolic KOH. Samples were analyzed using a Shimadzu GC-2010 Plus® gas chromatograph equipped with a fused silica capillary column (SP-2560, 100 m × 0.25 mm × 0.2 µm) and FID detector. Peaks were identified by comparison with certified analytical standards (Supelco® 37 Component FAME Mix). Quantified fatty acids included butyric (C4:0), caproic (C6:0), caprylic (C8:0), capric (C10:0), lauric (C12:0), myristic (C14:0), palmitic (C16:0), stearic (C18:0), oleic (C18:1 cis-9), linoleic (C18:2 n-6), and linolenic (C18:3 n-3). Results were expressed as relative percentage (%) of total identified fatty acids.

Statistical analysis. Data were analyzed using one-way ANOVA to test for differences in fatty acid concentrations among breeds, with significance declared at $P < 0.05$. When ANOVA indicated significant differences, Tukey's HSD test was applied for pairwise comparisons. Analyses were performed using GraphPad Prism 8.0 (GraphPad Software, San Diego, CA).

Ethical approval. The study was conducted in accordance with international guidelines for animal welfare and approved by the Ethics Committee on Animal Use (CEUA/UFPB; protocol no. 4015060525).

Results and Discussion

Significant differences in the concentrations of several fatty acids among breeds were found. Palmitoleic acid (C16:1 n-7, omega-7 monounsaturated) differed significantly ($P = 0.0246$), with the highest concentrations observed in Anglo-Nubian milk and the lowest in Saanen. Stearic acid (C18:0, saturated) also varied strongly among breeds ($P = 0.0010$), with Anglo-Nubian milk showing the highest levels and Murciano-Granadina the lowest.

Oleic acid (C18:1 cis-9) exhibited the most pronounced difference ($P = 0.0010$), with Murciano-Granadina milk containing the highest concentrations. No significant difference was detected between Anglo-Nubian and Saanen ($P = 0.5898$). Another oleic isomer (C18:1 n-9) approached the significance threshold ($P = 0.0497$), with Anglo-Nubian milk showing higher values than Murciano-Granadina ($P = 0.0463$), whereas no differences were observed in the other pairwise comparisons.

Palmitoleic acid, found in greater concentration in Murciano-Granadina milk, is an omega-7 monounsaturated fatty acid with relevant metabolic functions in humans. It has been associated with cardioprotective effects, modulation of endothelial function, and regulation of energy homeostasis through its role as a lipokine (Yang et al., 2019). Its ability to improve insulin sensitivity and protect pancreatic β -cells against apoptosis highlights its potential in diabetes prevention. Moreover, its anti-inflammatory activity, mediated through AMPK activation, contributes to protection against hepatic steatosis. These findings reinforce the functional value of goat milk lipids, which have been increasingly recognized as bioactive components with health-promoting properties (Kalit et al., 2021; Silanikove et al., 2010).

Oleic acid, the most abundant monounsaturated fatty acid in the human diet, was particularly enriched in Murciano-Granadina milk. This fatty acid is known to reduce LDL cholesterol by increasing its resistance to oxidation, thereby exerting anti-inflammatory effects (Lopez-Huertas, 2016). It has also been associated with modest reductions in blood pressure and improved glycemic control. The enrichment of oleic acid in Murciano-Granadina milk is consistent with previous reports highlighting the breed's distinctive milk composition and its potential for producing dairy products with cardiometabolic health benefits (Castro et al., 2020; Arcadia et al., 2021).

Breed differences in fatty acid composition are not only nutritionally relevant but also technologically important. Higher fat and total solids in Anglo-Nubian milk, together with its elevated stearic acid content, may enhance cheese yield and texture (Albenzio et al., 2014; Park et al., 2007). Conversely, the higher proportion of medium-chain fatty acids in Murciano-Granadina milk, such as caproic, caprylic, and capric acids, has been linked to antimicrobial activity and rapid energy metabolism (Nagao and Yanagita, 2010; Bach and Babayan, 2020). These properties align with the growing demand for functional dairy products (Haenlein, 2017; Albenzio et al., 2013). The observed differences also reflect the genetic and adaptive traits of each breed. Murciano-Granadina goats, for example, have been selected for resilience and efficiency in hot, dry environments, which may influence milk composition (Aguilar et al., 2018; Delgado-Pertíñez et al., 2009). In contrast, Saanen goats, while highly productive, typically produce milk with lower fat content, which can dilute the relative proportion of bioactive fatty acids (Lôbo et al., 2017; Valencia, 2025). These breed-specific characteristics highlight the importance of considering both productivity and milk quality in breeding and management strategies.

Overall, the present findings confirm that goat milk is not only a source of essential nutrients but also a carrier of functional lipids with potential health benefits, supporting previous reviews on the unique nutritional role of goat milk in human diets (Alvarez et al., 2020; Silanikove et al., 2010).

Conclusion

This study demonstrated that the fatty acid composition of goat milk varies among Saanen, Murciano-Granadina, and Anglo-Nubian breeds. Anglo-Nubian milk was distinguished by higher concentrations of stearic and palmitoleic acids, whereas Murciano-Granadina milk contained the highest levels of oleic acid. These breed-specific lipid profiles are not only relevant for dairy processing and product quality but also carry important nutritional implications, particularly regarding cardiovascular and metabolic health.

The results underscore the potential of breed selection as a strategy to enhance the functional value of goat milk and its derivatives. Murciano-Granadina milk, in particular, stands out for its enrichment in oleic acid and medium-chain fatty acids, which may support the development of dairy products with added health appeal. Further studies with larger populations and diverse production systems are warranted to confirm these findings and to explore their implications for both human nutrition and the dairy industry.

Notes

The authors thank Terra do Sol Goat Farm and São Caetano Farm for their support in providing animals and facilities for this study. This research was partially financed by CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) and CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brazil). The authors declare that they have no conflicts of interest.

References

- Aguilar, C., J. J. Jurado, and M. R. Albarrán. 2018. Genetic parameters for milk yield traits in Murciano-Granadina goats. *Small Rumin. Res.* 165:74–79. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.05.007>
- Albenzio, M., M. Caroprese, R. Marino, A. Muscio, and A. Sevi. 2014. Characteristics and quality of goat milk and dairy products. *Small Rumin. Res.* 121:21–27. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.10.011>
- Albenzio, M., et al. 2013. Nutritional properties of milk and dairy products from minor dairy species: a review. *Animal* 7(Suppl. 1):7–17. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001399>
- Alvarez, S., M. Ramos, and R. Gomez. 2020. Health-related properties of goat milk: Focus on digestibility and bioactive components. *J. Dairy Sci.* 103:2888–2896. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17442>
- Arcadia, L., G. Romero, and C. Castillo. 2021. Genetic and productive traits of the Murciano-Granadina goat breed: An overview. *Small Rumin. Res.* 202:106478. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106478>
- Bach, A. C., and V. K. Babayan. 2020. Medium-chain triglycerides: an update. *Am. J. Clin. Nutr.* 36:950–962. <https://doi.org/10.1093/ajcn/36.5.950>
- Castro, N., et al. 2020. Milk production and composition in Murciano-Granadina goats under different environmental conditions. *Animals (Basel)* 10:1952. <https://doi.org/10.3390/ani10111952>
- Delgado-Pertíñez, M., L. A. García, and J. F. Gálvez. 2009. Productive performance of Murciano-Granadina dairy goats under extensive systems in southern Spain. *Livest. Sci.* 123:1–7. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.10.011>

Folch, J., M. Lees, and G. H. Sloane Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497–509.

Haenlein, G. F. W. 2017. Goat milk in human nutrition. *Small Rumin. Res.* 356:25–34.

<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.10.010>

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2022. Produção da Pecuária Municipal 2022. IBGE, Rio de Janeiro, Brazil.

Kalit, S., et al. 2021. Functional and health benefits of goat milk lipids. *Foods (Basel)* 10:2481.

<https://doi.org/10.3390/foods10102481>

Lôbo, A. M. B. O., et al. 2017. Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. *Small Rumin. Res.* 153:9–16. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.05.005>

Lopez-Huertas, E. 2016. Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. *J. Parenter. Enteral Nutr.* 40:54–66. <https://doi.org/10.1177/0148607115595980>

Martins, M. A., et al. 2023. Caprinocultura leiteira no semiárido brasileiro: desafios e perspectivas. *Rev. Bras. Agropecuária Sustentável* 13:34–44. <https://doi.org/10.21206/rbas.v13i1.1441>

Nagao, K., and T. Yanagita. 2010. Medium-chain fatty acids: functional lipids for the prevention and treatment of the metabolic syndrome. *Pharmacol. Res.* 61:208–212. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2009.11.007>

Park, Y. W., M. Juárez, M. Ramos, and G. F. W. Haenlein. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.* 68:88–113. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013>

Pulina, G., et al. 2018. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *J. Dairy Sci.* 101:6715–6729. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14015>

Silanikove, N., U. Merin, G. Leitner, and C. G. Prosser. 2010. Milk of domestic ruminants as a source of functional nutrients: overview of implications for human health. *Animal* 4:292–307.

<https://doi.org/10.1017/S175173110999093X>

Silva, R. P., et al. 2022. A raça Murciano-Granadina na caprinocultura leiteira nordestina: adaptação e desempenho zootécnico. *Ciênc. Anim. Bras.* 23:e78594. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v23e-78594>

Valencia, M. F. 2025. Biochemical profile and milk fat/protein in Saanen and Nubian goats. [Journal details pending].

VALENCIA, M. F. Biochemical profile and milk fat/protein in Saanen and Nubian goats. p. 1–9, 2025.

<https://doi.org/10.1590/1678-4162-13283>

Yang, Z.-H., et al. 2019. Palmitoleic acid prevents cardiovascular disease through multiple mechanisms. *J.*

Funct. Foods 55:103520. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103520>