



CAPÍTULO 6

FORRAGEIRAS E ALIMENTAÇÃO DE GADO DE LEITE NO SEMIÁRIDO

Adriane Stefany Batista Dos Santos

Marielly Maria Almeida Moura

Luciele Barboza de Almeida

Emerson Márcio Gusmão

Ivete Mariana Pereira de Souza

Maria Dulcinéia da Costa

Matheus Pereira da Silva

Daniel Ananias de Assis Pires

Renê Ferreira Costa

Otaviano de Souza Pires Neto

Ronnie Antunes de Assis

Lívia Rodrigues Mendes

Heberth Christian Ferreira

RESUMO: A nutrição adequada é essencial para vacas leiteiras de alta produção, pois garante o suprimento de nutrientes necessários à síntese do leite e ao bom desempenho produtivo. Dietas baseadas em pastagens oferecem benefícios nutricionais e ambientais, integrando serviços ecossistêmicos como biodiversidade, qualidade da forragem e mitigação de emissões. O leite proveniente de dietas forrageiras apresenta maiores concentrações de ácidos graxos benéficos, vitaminas e antioxidantes, melhorando seu valor nutricional e sensorial. No semiárido brasileiro, o uso de forrageiras nativas ou adaptadas é fundamental para garantir alimento durante períodos de seca, promover sustentabilidade e conservar o ecossistema da

Caatinga. Assim, compreender o papel das forrageiras na alimentação do gado leiteiro é essencial para equilibrar produtividade, qualidade do leite e sustentabilidade da pecuária em regiões de clima desafiador.

PALAVRAS-CHAVES: nutrição animal; vacas leiteiras; forrageiras; semiárido; sustentabilidade; qualidade do leite.

INTRODUÇÃO

A vaca leiteira de alta produção exige uma dieta rica em carboidratos, aminoácidos, ácidos graxos, minerais, vitaminas e água, a fim de suprir a demanda da glândula mamária para a síntese do leite e de seus componentes. Portanto, a nutrição adequada em cada fase do desenvolvimento animal converte-se em um maior desempenho produtivo (ERICKSON e KALSCHUR, 2019).

A dieta baseada em pastagens integra serviços ecossistêmicos das pastagens à produção pecuária. Dentre os serviços ecossistêmicos, destaca-se a biodiversidade, que diretamente influencia a qualidade da forragem e, consequentemente, a quantidade e a qualidade dos produtos pecuários, além de favorecer os sistemas produtivos e a mitigação de emissões, contribuindo para a sustentabilidade ambiental (EUGÈNE et al., 2021).

Segundo Prache et al. (2020), o leite proveniente de dietas forrageiras contém maiores concentrações de ácidos graxos benéficos à saúde, como o ácido linolênico (ômega-3), além de níveis mais elevados de vitaminas lipossolúveis (A e E), antioxidantes naturais e carotenoides. Esses compostos melhoram a qualidade nutricional do leite e contribuem para a acentuação do sabor, cor e aroma.

A utilização de forrageiras é fundamental para a sustentabilidade da pecuária no semiárido brasileiro, onde a irregularidade pluviométrica, afeta diretamente a disponibilidade de alimento para ruminantes. Segundo Cunha et al. (2022), o uso de forrageiras é guiado pela palatabilidade, valor nutricional e disponibilidade. Os autores destacam ainda o potencial de espécies nativas da Caatinga para garantir a produção de forragem contribuindo não apenas para a sustentabilidade da pecuária, mas também para a conservação do ecossistema local. Nesse contexto, o uso de forrageiras nativas ou adaptadas às condições climáticas do semiárido configura-se como uma estratégia eficiente na alimentação do gado leiteiro, permitindo manter níveis adequados de produtividade, garantir o fornecimento de alimento durante os períodos de estiagem e atender às necessidades nutricionais dos animais.

Diante da importância da nutrição adequada para o desempenho produtivo de vacas leiteiras, especialmente em ambientes como o semiárido, torna-se essencial compreender o papel estratégico das forrageiras na formulação de dietas equilibradas.

Assim, este capítulo tem como objetivo apresentar e discutir as peculiaridades das principais espécies forrageiras utilizadas na alimentação do gado leiteiro, e como tem impacto direto na qualidade do leite.

PRINCIPAIS FORRAGEIRAS FORNECIDAS
PARA O BOVINO DE LEITE

Amorim et al., (2017) citam que os gêneros *Cynodon*, *Brachiaria*, *Pennisetum*, *Panicum* e *Saccharum* apresentam grande potencial para a bovinocultura de leite. Dos quais, destacam-se as espécies *C. dactylon* (cv. Tifton 85), *C. dactylon* (cv. Coast-cross), *P. purpureum*, *S. officinarum*, além das cactáceas *Opuntia tuna* e *Nopalea cochenillifer*.

Tabela 1. Principais espécies de forrageiras fornecidas ao bovino de leite.

Espécies	Classificação	Formas de Uso	Características
Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i>)	Gramínea	Pastejo, corte verde, ensilagem.	Alta produção de biomassa e crescimento; baixa qualidade (ISLAM et al., 2023)
<i>Panicum maximum</i>	Gramínea	Pastejo, corte no cocho, silagem, feno.	Alta produção de biomassa e crescimento; muito influenciado pelas condições edafoclimáticas (PEREIRA et al., 2022).
Tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>)	Gramínea	Pastejo, corte no cocho, silagem, feno.	Valor nutricional bom, muito influenciado pelo clima (OTTONI et al., 2021).
Braquiária (<i>Brachiaria spp.</i>)	Gramínea	Pastejo, corte no cocho, silagem.	Tolerante à seca, bom acúmulo de forragem, baixa variabilidade nutricional por fatores externos (RODRIGUES et al., 2023).
Sorgo forrageiro (<i>Sorghum bicolor</i>)	Gramínea	Pastejo, corte no cocho, silagem, feno.	Resistente à seca e tolera solos menos férteis quando comparado ao milho (LI et al., 2020).
Milho (<i>Zea mays</i>)	Gramínea	Grãos, silagem, pastejo, forragem verde.	Alto rendimento, alta qualidade, multifuncional, entretanto o adensamento pode reduzir a qualidade e a eficiência alimentar (HAN et al., 2019).

Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	Gramínea	Picada <i>in natura</i> , silagem, fermentada, desidratada ou pré-secada.	Alto teor de água, baixa qualidade, baixo custo de produção (MOLAVIAN et al., 2020).
Alfafa (<i>Medicago sativa</i>)	Leguminosa	Feno, pastejo, picada verde, farinha ou pellets, silagem.	Alta produção de biomassa, boa qualidade nutricional, variabilidade entre cultivares/populações (HORVAT et al., 2022).
Estilosantes (<i>Stylosanthes</i> spp.)	Leguminosa	Pastejo, corte no cocho, feno, banco de proteína.	Pouca diferença entre genótipos, frequência de colheita e estações do ano influenciam os teores de nutrientes (DINIZ et al., 2024).
Amendoim forrageiro (<i>Arachis pintoi</i>)	Leguminosa	Pastejo, corte no cocho, banco de proteína.	Alta qualidade nutricional, boa digestibilidade, sensível ao frio (SONG et al., 2023)
Palma forrageira	Cactácea	Picada <i>in natura</i> , farelo, silagem.	Tolerância à seca; rápida disseminação; alto teor de água e energia; alta produtividade de biomassa; eficiência do uso de água (FERREIRA et al., 2022).

QUALIDADE NUTRICIONAL DAS FORRAGEIRAS

A qualidade da forragem é determinada pelo teor de seus componentes. Esses componentes afetam o valor nutricional, a digestibilidade e a aceitabilidade pelos animais, sendo avaliados pelo teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (NDT) e em detergente ácido (NDA), quantidade de nutrientes digestíveis totais (NDT), a digestibilidade *in vitro* e *in vivo* e a sua palatabilidade. Tassone et al., (2022) defendem que também devem considerar a presença de fatores antiqualidade, que é um dos principais problemas observados em alimentos alternativos, tais como ácidos fílicos, taninos, oxalatos, inibidores de enzimas, saponinas e nitratos.

Tabela 2. Qualidade nutricional das principais espécies forrageiras.

Espécies	Qualidade Nutricional
Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i>)	Com Fibra em detergente neutro (%MS) em torno de 73,11%; Lignina (%MS) 7,89%; Proteína bruta (%MS) 9,94%; Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS (%) 59,88% (LISTA et al., 2020).
<i>Panicum maximum</i>	63,7% de matéria seca; 88,5 (%MS) de matéria orgânica; 10,2 (%MS) de proteína bruta; 32,6 (%MS) de fibra bruta; 59,6 (%MS) de FDN; 31,0 (%MS) de FDA; 6,8 (%MS) de lignina em detergente ácido; 1,7 (%MS) de extrato etéreo; 44,0 (%MS) de extrato livre de nitrogênio; 11,5 (%MS) de cinzas; e em relação aos macronutrientes: 0,005 ppm de Ca; 0,023 ppm de NA; 0,377 ppm de K; 0,023 ppm de Mg; 0,031 ppm de P; e os micronutrientes: 6,2 ppm de Fe; 2,7 ppm de Zn; 0,61 ppm de Cu; 4,16 ppm de Mn (HASSAN et al., 2022).
Tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>)	133 g.kg ⁻¹ de proteína bruta; 2,8 g.kg ⁻¹ de fósforo; 541 g.kg ⁻¹ matéria orgânica digestível <i>in vitro</i> ; 693 g.kg ⁻¹ de FDN (SOUZA et al., 2020).
Braquiária (<i>Brachiaria spp.</i>)	Matéria orgânica >900 g.kg ⁻¹ de MS, FDN entre 600-730 g.kg ⁻¹ de MS, FDA entre 400-430 g.kg ⁻¹ de MS, conteúdo de protodioscina variando entre 1-5 g.kg ⁻¹ de MS por espécie e período (RODRIGUES et al., 2023).
Sorgo forrageiro (<i>Sorghum bicolor</i>)	28,6% de MS, 6,1% da MS proteína bruta, 67,8% da MS FDN corrigido para cinzas, 40,7% da MS FDA corrigido para cinzas, 6,8% da MS de cinzas, 59,8% da MS de digestibilidade <i>in vitro</i> da MS, 2,42 mg.mL ⁻¹ , 0,79 mg.mL ⁻¹ , 0,00 mg.mL ⁻¹ , 0,52 mg.mL ⁻¹ , 3,73 mg.mL ⁻¹ (LI et al., 2020).
Milho (<i>Zea mays</i>)	30,0% de MS, 6,6% da MS proteína bruta, 64,6% da MS FDN corrigido para cinzas, 35,2% da MS FDA corrigido para cinzas, 6,1% da MS de cinzas, 56,9% da MS de digestibilidade <i>in vitro</i> da MS, 4,37 mg.mL ⁻¹ , 1,22 mg.mL ⁻¹ , 0,29 mg.mL ⁻¹ , 0,61 mg.mL ⁻¹ , 6,49 mg.mL ⁻¹ (LI et al., 2020).
Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	20,36 % de MS, 10,32 % de proteína bruta, 23,56 % fibra bruta, 2,72 % de extrato etéreo, 50,29 % de FDA, 74,86 % de FDN (HARTUTIK et al., 2020).
Alfafa (<i>Medicago sativa</i>)	Proteína bruta entre 20,4-24,7%, teor de gordura bruta entre 1,1-2,1%, fibra bruta entre 35,7-27,9%, FDN entre 40,2-47,2%, FDA entre 33,0-41,7%, lignina em detergente ácido entre 6,9-9,7% (HORVAT et al., 2022).
Estilosantes (<i>Stylosanthes spp.</i>)	FDN de 462 a 552 g.kg ⁻¹ MS, FDA de 318 a 390 g.kg ⁻¹ MS, digestibilidade <i>in vitro</i> da MS de 596 a 654 g.kg ⁻¹ MS, taninos condensados de 59,3 a 69,3 g.kg ⁻¹ MS, compostos fenólicos totais de 77,3 a 104 g.kg ⁻¹ MS, (DINIZ et al., 2024).
Amendoim forrageiro (<i>Arachis pinto</i>)	Teor de matéria seca variando entre 79,8% e 88,7%, proteína bruta entre 16,7% e 27,1%. Seu teor de extrato etéreo é moderado (1,5%), e apresenta fibra detergente neutro (FDN) de 44,7% a 57,2%. A fração de fibra detergente ácido (FDA) varia entre 34,9% e 46,7%, e o teor de cinzas oscila de 2,5% a 8,2%. Com 90,5% de matéria orgânica (SONG et al., 2023).
Palma forrageira	A palma forrageira é rica em carboidratos não fibrosos (61,79%) e nutrientes digestíveis totais (62%). Porém, apresenta baixos teores de matéria seca (11,7%), proteína bruta (4,8%), fibra em detergente neutro - FDN (26,87%), fibra em detergente ácido - FDA (18,9%) e teores consideráveis de matéria mineral (12,04%). Portanto, recomenda-se sua associação a fontes proteicas e outros volumosos (ROCHA, 2012).

VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE FORRAGEIRAS

A composição química da forragem ou a adição de concentrados na dieta podem alterar a composição da comunidade microbiana do rúmen. Fungos são favorecidos por dietas ricas em fibras, como à base de forrageiras, e são eficientes na colonização da superfície do material vegetal, penetrando mais rapidamente que as bactérias, facilitando sua degradação ruminal, além disso, as dietas com alta proporção de forragem favorecem a predominância de microrganismos celulolíticos, mantendo a estabilidade do rúmen e reduzindo o risco de distúrbios como a acidose (PALMONARI et al., 2024).

O capim-napier (*P. purpureum*) é popular entre pequenos agricultores nos trópicos e subtropicais, chegando a constituir até 80% da dieta do gado, devido sua alta produção de biomassa e crescimento, entretanto sua baixa qualidade de alimentação limita os níveis de produção de leite e carne (ISLAM et al., 2023; ISLAM et al., 2024). Islam et al. (2024) observaram que a colheita ou corte e transporte do capim em um estágio inicial pode melhorar sua qualidade e tem o potencial de produzir 14–24 L de leite/vaca/dia em vacas holandesas e >500 g de ganho/gado/dia sem qualquer suplementação. Lista et al. (2020) observaram que genótipos de *P. purpureum* apresentaram características semelhantes, diferindo em aspectos pontuais, como por exemplo, a digestibilidade do genótipo 93-32-02 foi 11,26% superior ao Napier.

Jamil et al. (2024) observaram valores entre 10,5-11,8% para FDA e proteína bruta entre 10,8-12% para *P. maximum*. Entretanto a composição de cultivares de *P. maximum* sofrem alteração de acordo com o período em que foram avaliadas, se em um período seco, ou chuvoso, ou de transição (PEREIRA et al., 2022). O crescimento e desenvolvimento da espécie é amplamente influenciado pela umidade, temperatura e precipitação (JAMIL et al., 2024). Pereira et al. (2022), concluíram que cultivares Aruana e Mombasa tiveram o acúmulo e qualidade da forragem prejudicados pelas condições semiáridas a que foram expostas, tornando-as limitadas à produção sob irrigação, no entanto, as cultivares BRS Tamani e BRS Zuri, mesmo nos períodos de sazonalidade, apresentaram a maior produtividade da forragem e maiores valores nutricionais.

A qualidade nutricional da *Cynodon* spp. está associada ao estágio de maturidade da planta e o intervalo de rebrota, consequentemente influenciando a produtividade e a composição química, observa-se que com o aumento da idade do intervalo de rebrota, há redução do valor nutricional da forrageira, que está relacionado a diminuição da relação folhas/caule (OTTONI et al., 2021). Souza et al. (2020) testaram 15 genótipos do gênero *Cynodon* cuja variabilidade do valor nutritivo foi significativa, onde a concentração de fósforo e matéria orgânica digestível in

vitro apresentaram as maiores variações. Sabe-se que a tolerância e seletividade de herbicidas depende da espécie e dose aplicada, mas ao comparar o Tifton 85 ao capim-estrela-africano, ambos do gênero *Cynodon*, observa-se tolerância maior do Tifton 85 aos herbicidas Fluroxypyr + Picloram, Fluroxypyr + Aminopyralid e Fluroxypyr + Triclopyr (BRIGHENTI et al., 2019).

Segundo Rodrigues et al., (2023) as cultivares de *Brachiaria* spp. Basilisk, Marandu, Paiguás, Piatã e Xaraés são indicadas para a produção de forragem em ambientes semiáridos, pois possuem capacidade de manter aumentos na taxa de acúmulo de forragem e baixa variabilidade do valor nutricional mesmo em períodos de menor disponibilidade hídrica. Além disso, *B. deflexa*, por exemplo, é considerada tolerante a seca (KOURA et al., 2022).

Li et al., (2020) defendem que a silagem de sorgo pode substituir a silagem de milho, pois não alterou a quantidade de leite produzido e ainda houve redução da contagem de células somáticas (SCC). Pupo et al., (2022) complementam afirmando que o sorgo forrageiro BMR quando plantado durante a primavera apresenta melhor valor nutritivo por unidade de forragem do que os demais por eles testados, além disso, também obteve maior produção total de biomassa, digestibilidade de FDN e concentração de amido, aumentando as estimativas de produção de leite por megagrama de forragem.

O milho é uma cultura amplamente utilizada como alimento, entretanto fatores externos como o preço e a disponibilidade podem influenciar na escolha da forragem, por isso busca-se sempre alternativas eficientes. Apesar de sua produtividade e alto valor nutricional, o milho é prejudicado pelo adensamento. Han et al., (2019) observaram que densidade de plantio do milho exerce influência direta sobre a produtividade e a qualidade nutricional da forragem destinada à alimentação de vacas leiteiras. Embora densidades mais elevadas aumentem a produção de matéria seca, tendem a reduzir o valor nutritivo da forragem, com menor teor de proteína e maior concentração de fibras e umidade. Densidades em torno de 74.750 plantas/ha representam o ponto ótimo, proporcionando o maior rendimento de energia líquida para lactação, sem comprometer a qualidade da silagem. Além disso, a eficiência no uso de água e nitrogênio é maximizada em densidades intermediárias, reforçando a importância de um manejo equilibrado. Portanto, mais do que buscar apenas altos rendimentos de biomassa, é fundamental considerar a qualidade energética e digestiva da silagem, adotando densidades que favoreçam o desempenho nutricional e produtivo dos animais.

A cana-de-açúcar é um volumoso utilizado para alimentação de ruminantes em grande parte do país, em propriedades com variados níveis tecnológicos e com diferentes estruturas fundiárias, entretanto produtores com maior especialização

na criação animal fazem o melhor uso da cana-de-açúcar forrageira (AFERRI et al., 2024). Ahmed et al. (2023) incluíram Polygain™ (extrato natural da cana-de-açúcar) na dieta de gado leiteiro em uma dosagem relativamente baixa de 0,25% do consumo total de matéria seca e observaram aumento significativo na produção de leite, simultaneamente com redução das contagens de metano e de células somáticas em massa. Observa-se um aumento de 7,4% na produção de leite, em média, por vaca por dia, a concentração de metano detectada reduziu de 30,8% de mudança na concentração mediana de metano e 34,7% na concentração média de metano, além disso, houve redução de 6,7% na quantidade de gordura (g.100g⁻¹) no leite e o número de células somáticas a granel caiu de 283200 CSS para 151100 CSS.

A palma forrageira é uma alternativa estratégica para a alimentação de ruminantes no semiárido brasileiro, especialmente na pecuária leiteira, devido à sua alta tolerância à seca e capacidade de produção mesmo em condições climáticas adversas. Rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis, destaca-se como fonte energética, entretanto exige sua associação a alimentos fibrosos e proteicos para garantir o equilíbrio nutricional da dieta devido aos baixos teores de matéria seca, proteína e fibra. Seu alto teor de água favorece a hidratação dos animais, fator relevante em regiões com escassez hídrica. O uso combinado da palma com outros ingredientes aumenta a palatabilidade, a ingestão e o aproveitamento dos nutrientes, além de reduzir os custos da alimentação sem comprometer o desempenho animal. Por isso, seu uso planejado e balanceado é uma alternativa viável, sustentável e eficaz para a produção leiteira no semiárido (ROCHA, 2012). Segundo Rocha Filho et al. (2021), a palma forrageira Miúda (*Nopalea cochenillifera* L.) aumentou a ingestão de nutrientes, a digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica e a síntese microbiana sem prejudicar o perfil de ácidos graxos do leite. Sendo pelos autores recomendado como o genótipo de palma forrageira mais adequado para a alimentação de vacas leiteiras em lactação criadas em regiões semiáridas. O fornecimento dos genótipos IPA-200205 (Cacto IPA Sertânia) e IPA-200016 (Cacto Orelha de Elefante Mexicana) também promoveu desempenho animal satisfatório; portanto, esses genótipos podem ser adotados como alternativas ao Miúda. Ferreira et al. (2022) declararam que a tolerância à seca, alta produtividade de MS, fonte excepcional de água e energia, valor nutricional configuram um alto potencial para a conservação ambiental, de forma que a forragem (*Opuntia* e *Nopalea*) é uma base interessante para a alimentação de ruminantes em regiões semiáridas, indicando ainda a combinação de cactos com outras fontes alimentares.

CONSERVAÇÃO DA FORRAGEM

A conservação de forragens é uma solução estratégica para enfrentar a variação sazonal na oferta e qualidade dos alimentos para ruminantes. A maior parte da produção de forragens ocorre durante a estação chuvosa, e durante a estiagem ou seca, espera-se a escassez severa de alimentos, principalmente em condições áridas e semiáridas. Algumas técnicas como a produção de feno e ensilagem são fundamentais para garantir o fornecimento contínuo de nutrientes, reduzindo perdas por deterioração, pisoteio e degradação ambiental. Além disso, outras tecnologias também podem ser usadas para melhorar a preservação de forragens, tais como, a inclusão de aditivos para silagem, métodos eficazes de compactação, variedades de forragem melhoradas e técnicas de armazenamento (BALEHEGH et al., 2021).

A ensilagem visa preservar os valores nutricionais da forragem até seu fornecimento ao gado, contribuindo para a expansão da produção pecuária com menor impacto ambiental. Com o avanço tecnológico, o uso de aditivos bacterianos, enzimáticos e químicos tem melhorado significativamente a fermentação, a estabilidade aeróbica e o manejo alimentar. No entanto, a contaminação por micotoxinas continua sendo um desafio importante (GOTO et al., 2020).

IMPACTO DA ALIMENTAÇÃO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE

A dieta fornecida aos bovinos influencia diretamente a composição da carne e do leite produzidos. Regimes alimentares à base de concentrados, contendo feno, grãos de cereais e subprodutos agroindustriais como farelos de girassol, cártamo e algodão, tendem a elevar os níveis de gordura e ácidos graxos ômega-6 nesses produtos. A inclusão de fontes lipídicas ricas em ácidos graxos ômega-3 pode melhorar o perfil lipídico, promovendo o acúmulo de compostos benéficos à saúde humana, como os ácidos graxos ômega-3 de cadeia longa. No entanto, esse enriquecimento pode afetar negativamente as características sensoriais (como sabor e aroma) da carne e do leite, principalmente devido à maior suscetibilidade à oxidação lipídica. Para evitar esse efeito, o uso de antioxidantes na dieta, seja no manejo dentro da fazenda ou por suplementação externa, torna-se uma estratégia eficaz para preservar a qualidade e prolongar a vida útil dos produtos. Além disso, o balanceamento nutricional por meio da combinação de forragens, resíduos de colheita e subprodutos agrícolas representa uma alternativa sustentável e alinhada à economia circular, contribuindo para melhorar tanto a quantidade quanto a qualidade nutricional da carne e do leite (PONNAMPALAM et al., 2024).

Dietas ricas em amido ou gordura podem induzir à depressão da gordura do leite em vacas leiteiras, resultando em redução significativa da porcentagem de gordura

no leite. Esses desequilíbrios nutricionais também provocam alterações no ambiente intestinal, como diminuição das concentrações de amônia ($\text{NH}_3\text{-N}$) e aumento dos níveis de propionato e acetato nas fezes. O consumo excessivo de gordura pode elevar a concentração de valerato, enquanto dietas com alto teor de amido tendem a reduzir o pH fecal, indicando fermentações mais intensas no intestino posterior. Além disso, essas alterações alimentares podem causar modificações na composição da microbiota intestinal, afetando a saúde digestiva das vacas. Ressalta-se ainda que dietas ricas em gordura comprometem a digestibilidade dos extratos etéreos, reduzindo a eficiência do aproveitamento lipídico pela vaca leiteira (LIU et al., 2023).

Silva et al. (2023) demonstraram que a inclusão de gérmen de milho integral na dieta de vacas leiteiras promoveu um aumento na produção e no teor de gordura do leite, ao mesmo tempo em que reduziu o teor de proteína. Houve melhoria no perfil lipídico do leite, com redução da proporção de ácidos graxos saturados e elevação dos níveis de ácidos graxos mono e poli-insaturados, incluindo isômeros do ácido linoleico conjugado (CLA). Além disso, os índices de atividade da esteroil-CoA dessaturase foram reduzidos à medida que os níveis de gérmen de milho integral aumentaram na dieta. Esses resultados indicam que a substituição parcial do milho por gérmen de milho integral em dietas compostas por cladódios de cactos e bagaço de cana-de-açúcar tem potencial para modificar positivamente o perfil de ácidos graxos do leite, conferindo maior valor comercial a produtos lácteos, como o leite enriquecido com CLA. Ademais, a resposta positiva da gordura do leite sugere que a dieta basal proporcionou um ambiente ruminal estável, evitando o desvio trans-10, frequentemente associado à depressão da gordura do leite.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização estratégica de forrageiras na alimentação de vacas leiteiras é essencial para garantir a sustentabilidade e a qualidade do leite. A diversidade de forrageiras permite flexibilidade nas dietas, considerando aspectos como composição nutricional, palatabilidade e digestibilidade. Em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, espécies adaptadas, como a palma forrageira e a braquiária, são alternativas eficientes devido às limitações hídricas e à sazonalidade. Práticas como ensilagem e fenação ajudam a fornecer alimento durante todo o ano, garantindo desempenho produtivo. A qualidade da dieta impacta a composição do leite, incluindo gordura, proteína e ácidos graxos. O manejo nutricional adequado é fundamental para melhorar a saúde ruminal e a qualidade dos produtos lácteos, promovendo sustentabilidade e rentabilidade ao setor.

REFERÊNCIAS

- AFERRI, G.; CARRER, C. da C.; LIMA, C. G. de; RIBEIRO, M. M. de L. de O.; BATISTA, K.; BARBOSA, C. M. P. Technical, economic and social dimensions of sugar cane (*Saccharum officinarum*) in animal feed: a study with the application of multivariate data analysis. **Revista De Gestão E Secretariado**, v. 15, n. 8, e4110, 2024. DOI: <https://doi.org/10.7769/gesec.v15i8.4110>
- AHMED, A.; FLAVEL, M.; MITCHELL, S.; MACNAB, G.; DUNUARACHCHIGE, M. D.; DESAI, A.; JOIS, M. Increased milk yield and reduced enteric methane concentration on a commercial dairy farm associated with dietary inclusion of sugarcane extract (*Saccharum officinarum*). **Animals**, v. 13, n. 20, 3300, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13203300>
- AMORIM, D. S.; SILVA, A. L.; SOUSA, S. V.; SOUSA, P. H. A. A. de; LIMA, B. S. L. de; REIS, A. L. A. Caracterização e restrições de forrageiras indicadas para as diferentes espécies de animais de produção – revisão. **Revista Eletrônica Científica Da UERGS**, v. 3, n. 1, p. 215–237, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21674/2448-0479.31.215-237>
- BALEHEGN, M.; AYANTUNDE, A.; AMOLE, T.; NJARUI, D.; NKOSI, B. D.; MÜLLER, F. L.; MEESKE, R.; TJELELE, T. J.; MALEBANA, I. M.; MADIBELA, O. R.; BOITUMELO, W. S.; LUKUYU, B.; WESEH, A.; MINANI, E.; ADESOGAN, A. T. Forage conservation in sub-Saharan Africa: Review of experiences, challenges, and opportunities. **Agronomy Journal**, v. 114, p. 75-99, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.20954>
- BRIGHENTI, A. M.; SOBRINHO, F. S.; BENITES, F. R. G. Differential tolerance and selectivity of herbicides in forages of the genus *Cynodon*. **Grassland Science**, v. 00: p. 1-7, 2019. DOI: 10.1111/grs.12259
- CUNHA, S. S.; RAMOS, M. B.; ALMEIDA, H. A.; MACIEL, M. G. R.; SOUZA, S. M.; PEDROSA, K. M.; LOPES, S. F. Vegetation cover and seasonality as indicators for selection of forage resources by local agro-pastoralists in the Brazilian semiarid region. **Scientific Reports**, v. 12, 15174, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18282-w>
- DINIZ, W. P. S.; SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; LIRA Jr., M. A.; SIMÕES NETO, D. E.; OLIVEIRA, O. F.; LEAL, G. G.; MELLO, A. C. L.; SANTOS, L. S. Yield and nutritive value of *Stylosanthes* spp. genotypes subjected to different harvest frequencies and seasons of the year. **The Journal of Agricultural Science**, v. 161, n. 6, p. 808-816, 2024. DOI: 10.1017/S0021859624000029
- ERICKSONA, P. S.; KALSCHURB, K. F. Nutrition and feeding of dairy cattle. In: BAZER, F. W.; LAMB, G. C.; WU, G. **Animal Agriculture: Sustainability, Challenges and Innovations**. 1. ed. Texas: Academic Press, 2019. chapter 9, p. 157-180.

EUGÈNE, M.; KLUMPP, K.; SAUVANT, D. Methane mitigating options with forages fed to ruminants. **Grass and Forage Science**, v. 76, n. 2, p. 196-204, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12540>

FERREIRA, M. A.; NETTO, A. J.; SIQUEIRA, M. C. B.; DUBEUX, J. C. B. Forage cactus as the basis of livestock systems in drylands. **Acta Horticulturae**, 1343, p. 47-54, 2022. DOI: 10.17660/ActaHortic.2022.1343.7

GOTO, M.; KAWAMOTO, H.; MATSUYAMA, H.; UEGAKI, R. Challenges and solutions for forage conservation for small and large enterprises. Advances in Forage Conservation to Improve Quality. *In*: IGC International Grassland Congress, p. 714-720, 2020.

HAN, K.; LIU, B.; LIU, P.; WANG, Z. The optimal plant density of maize for dairy cow forage production. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 3, p. 1849-1861, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.20004>

HARTUTIK; SUDARWATI, H.; PUTRI, F. A.; OKTADELA, G. A. The effect of EM-4 on sugarcane top silage (*Saccharum officinarum* Linn) on nutritive value and in vitro nutrients digestibility. **IOP Conference Series: Earth Environmental Science**, v. 478, 012055, 2020. DOI 10.1088/1755-1315/478/1/012055

HASSAN, A. A.; SAYED, H. A.; YACOUT, M. H.; EL-BADAWI, A. A.; SHWERAB, A. M. Evaluation of feeding panicum maximum forage for ruminant. **Egyptian Journal of Nutrition and Feeds**, v. 25, n. 3, 2022. DOI: 10.21608/ejnf.2022.286665

HORVAT, D.; VILJEVAC VULETIĆ, M.; ANDRIĆ, L.; BALIČEVIĆ, R.; KOVAČEVIĆ, BABIĆ, M.; TUCAK, M. Characterization of forage quality, phenolic profiles, and antioxidant activity in Alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Plants**, v. 11, n. 20, 2735, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11202735>

ISLAM, M. R.; GARCIA, S. C.; ISLAM, M. A.; BASHAR, M. K.; ROY, A.; ROY, B. K.; SARKER, N. R.; CLARK, C. E. F. Ruminant Production from Napier Grass (*Pennisetum purpureum* Schum): A Review. **Animals**, v. 14, n. 3, 467, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani14030467>

ISLAM, M. R.; GARCIA, S. C.; SARKER, N. R.; ISLAM, M. A.; CLARK, C. E. F. Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum) management strategies for dairy and meat production in the tropics and subtropics: yield and nutritive value. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, 1269976, 2023. DOI: 10.3389/fpls.2023.1269976

JAMIL, M.; GUL, H.; ALI, M.; ZEESHAN, M.; MUNIR, B.; ASGHAR, M.; JABEEN, N. Feed nutritional quality in the *Panicum maximum* and *Chloris gayana* grasses. *Journal of Bioresource Management*, v. 11, n. 2, 2024.

KOURA, B. I.; VASTOLO, A.; KIATTI, D. D.; CUTRIGNELLI, M. I.; HOUINATO, M.; CALABRÒ, S. Nutritional value of climate-resilient forage species sustaining peri-urban dairy cow production in the coastal grasslands of benin (West Africa). **Animals**, v. 12, n. 24, 3550, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12243550>

LI, S. S.; ZHANG, J. J.; BAI, Y. F.; DEGEN, A. A.; WANG, T.; SHANG, Z. H.; DING, L. M.; LONG, R. J. *Sorghum* silage substituted for corn silage in diets for dairy cows: Effects on feed intake, milk yield and quality, and serum metabolites. **Applied Animal Science**, v. 36, n. 2, p. 228-236, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15232/aas.2019-01923>

LISTA, F. N.; NETO, J. V. E.; ALMEIDA, J. C. de C.; DEMINICIS, B. B.; ROCHA, D. R. da; DIFANTE, G. dos S. Nutritive value and anatomical characterization from *Pennisetum purpureum* genotypes. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 42, e53064, 2020. DOI: 10.4025/actascibiolsci.v42i1.53064

LIU, S.; WEI, Z.; DENG, M.; XIAN, Z.; LIU, D.; LIU, G.; LI, Y.; SUN, B.; GUO, Y. Effect of a high-starch or a high-fat diet on the milk performance, apparent nutrient digestibility, hindgut fermentation parameters and microbiota of lactating cows. **Animals**, v. 13, n. 15, 2508, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13152508>

MOLAVIAN, M.; GHORBANI, G. R.; RAFIEE, H.; BEAUCHEMIN, K. A. Substitution of wheat straw with sugarcane bagasse in low-forage diets fed to mid-lactation dairy cows: Milk production, digestibility, and chewing behavior. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 9, p. 8034-8047, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18499>

OTTONI, D.; TEIXEIRA, A. M.; GONÇALVES, L. C.; SILVA, N. T. A.; CRUZ, D. S. G.; CORTÊS, I. H. G.; OLIVEIRA, J. P. C. A.; JAYME, D. G. Optimization tifton-85 grass cutting for productivity and nutrient value. **Bioscience Journal**, v. 37, e37009, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v37n0a2021-48179>

PALMONARI, A.; FEDERICONI, A.; FORMIGONI, A. Animal board invited review: The effect of diet on rumen microbial composition in dairy cows. **Animal**, v. 18, n. 10, 101319, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101319>

PEREIRA, M. de G.; DIFANTE, G. dos S.; ÍTAVO, L. C. V.; RODRIGUES, J. G.; GURGEL, A. L. C.; DIAS, A. M.; ÍTAVO, C. C. B. F.; VERAS, E. L. de L.; COSTA, A. B. G.; MONTEIRO, G. O. de A. Production potential and quality of *Panicum maximum* cultivars established in a Semi-Arid environment. **Tropical Animal Science Journal**, v. 45, n. 3, p. 308-318, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5398/tasj.2022.45.3.308>

PONNAMPALAM, E. N.; PRIYASHANTHA, H.; VIDANARACHCHI, J. K.; KIANI, A.; HOLMAN, B. W. B. Effects of nutritional factors on fat content, fatty acid composition, and sensorial properties of meat and milk from domesticated ruminants: An Overview. **Animals**, v. 14, n. 8, 840, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani14060840>

PRACHE, S.; MARTIN, B.; COPPA, M. Authentication of grass-fed meat and dairy products from cattle and sheep. **Animal**, v. 14, n. 4, p. 854-863, 2020. <https://doi.org/10.1017/S1751731119002568>

PUPO, S. R.; WALLAU, M. O.; FERRARETTO, L. F. Effects of season, variety type, and trait on dry matter yield, nutrient composition, and predicted intake and milk yield of whole-plant sorghum forage. **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 7, p. 5776-5785, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21706>

ROCHA FILHO, R. R.; SANTOS, D. C.; VÉRAS, A. S. C.; SIQUEIRA, M. C. B.; MONTEIRO, C. C. F.; MORA-LUNA, R. E.; FARIAS, L. R.; SANTOS, V. L. F.; CHAGAS, J. C.; FERREIRA, M. A. Miúda (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) - The best forage cactus genotype for feeding lactating dairy cows in semiarid regions. **Animals**, v. 11, n. 6, 1774, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11061774>

ROCHA, J. E. S. **Palma forrageira no Nordeste do Brasil: o estado da arte**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012. 40 p. (Embrapa Caprinos e Ovinos, 106).

RODRIGUES, J. G.; DIFANTE, G. dos S.; ÍTAVO, L. C. V.; PEREIRA, M. de G.; GURGEL, A. L. C.; COSTA, A. B. G.; VÉRAS, E. L. de L.; MONTEIRO, G. O. de A.; DIAS, A. M.; ÍTAVO, C. C. B. F. Forage accumulation and nutritional characteristics of *Brachiaria* cultivars grown in a Semi-arid environment. **Tropical Animal Science Journal**, v. 46, n. 1, p. 85-96, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5398/tasj.2023.46.1.85>

SONG, H.; HUANG, Y.; DING, L.; DUAN, Z.; ZHANG, J. *Arachis* species: High-quality forage crops-nutritional properties and breeding strategies to expand their utilization and feeding value. **Grassland Research**, v. 2, n. 3, p. 212-219, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/glr2.12059>

SOUZA, C.D.; LOPEZ, Y.; MUNOZ, P.; ANDERSON, W.; DALL'AGNOL, M.; WALLAU, M.; RIOS, E. Natural genetic diversity of nutritive value traits in the genus *Cynodon*. **Agronomy**, v. 10, n. 11, 1729, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10111729>

SILVA, C. S. d.; GAMA, M. A. S.; SILVA, E. A. M.; RIBEIRO, E. F.; SOUZA, F. G.; MONTEIRO, C. C. F.; MORA-LUNA, R. E.; OLIVEIRA, J. C. V.; SANTOS, D. C.; FERREIRA, M. D. A. Nutritional quality of milk fat from cows fed full-fat corn germ in diets containing cactus *Opuntia* and sugarcane bagasse as forage sources. **Animals**, v. 13, n. 4, 568, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13040568>

TASSONE, S.; MABROUKI, S.; BARBERA, S.; GLORIO PATRUCCO, S. Laboratory analyses used to define the nutritional parameters and quality indexes of some unusual forages. **Animals**, v. 12, n. 18, 2320, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12182320>