

Consumo de matéria seca e fibra detergente neutro em vacas leiteiras suplementadas com concentrado proteico-energético

Antônio Gabriel Neves de Moura Richard^{1*}, Breno Mourão de Sousa², Ana Luiza Costa Cruz Borges³, Maria Clara de Moraes Pessoa¹

¹Graduando(a) em Medicina Veterinária, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, Belo Horizonte, MG, Brasil.

²Professor, Doutor, Núcleo de Ciências Agrárias e Meio Ambiente, UNIBH, Belo Horizonte, MG, Brasil.

³Professor, Doutor, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

*Autor para correspondência, e-mail: antoniogabrielrichard6@gmail.com

Resumo. Estimou-se o consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro de vacas leiteiras mestiças em pastejo de gramíneas do gênero *Urochloa* (*Brachiaria*) sp. Foram utilizadas vinte e quatro vacas em lactação distribuídas em três tratamentos com oito vacas cada e suplementadas com um, dois ou quatro kg matéria natural de alimento concentrado/vaca/dia, no momento da ordenha, duas vezes ao dia. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo oito blocos com três vacas em cada um, cada vaca sendo alimentada com um dos três tratamentos. O consumo de fibra em detergente neutro da gramínea foi de 1,2, 1,2 e 1,5 %/peso vivo naquelas vacas suplementadas com um, dois e quatro kg/vaca/dia de concentrado, respectivamente, sendo o tratamento com a maior quantidade de suplemento diferente dos demais ($P < 0,05$). O aumento na quantidade da suplementação concentrada também aumentou ($P < 0,05$) o consumo total de matéria seca do alimento volumoso para o maior nível de suplementação, sendo 1,9, 1,9 e 2,5%/peso vivo para 1, 2 e 4 kg concentrado/vaca/dia, respectivamente. Concluiu-se que a oferta de quantidades crescentes de alimento concentrado para vacas lactantes em regime de pastejo aumentou o consumo voluntário de matéria seca total e da fibra em detergente neutro do alimento volumoso pastejado.

Palavras-chave: Alimentação, bovinos leiteiros, *Brachiaria*, nutrição, pastejo.

Dry matter and neutral detergent fiber intake in dairy cows supplemented with a protein–energy concentrate

Abstract. The intake of dry matter and neutral detergent fiber (NDF) by crossbred dairy cows grazing on *Urochloa* grasses (*Brachiaria* spp.) was estimated. Twenty-four lactating cows were distributed into three treatments of eight cows each and supplemented with 1, 2, or 4 kg of concentrate (as-fed basis) per cow per day, provided at milking time twice daily. The experimental design was a randomized block design, with eight blocks of three cows each, and each cow receiving one of the three treatments. NDF intake from the grass was 1.2, 1.2, and 1.5% of body weight in cows supplemented with 1, 2, and 4 kg of concentrate per cow per day, respectively, with the highest supplementation level significantly differing from the others ($P < 0.05$). Increasing the amount of concentrate supplementation also increased ($P < 0.05$) the total dry matter intake of the forage at the highest supplementation level, being 1.9, 1.9, and 2.5% of body weight for cows receiving 1, 2, and 4 kg of concentrate per cow per day, respectively. It was concluded that providing increasing amounts of concentrate to lactating cows under grazing conditions increased voluntary intake of total dry matter and NDF from grazed forage.

Keywords: Feeding, dairy cattle, *Brachiaria*, nutrition, grazing.

Introdução

Nos últimos anos, a pecuária leiteira nacional vem mostrando profundas mudanças de paradigmas. Os antigos sistemas extensivos e tradicionais de produção de leite estão sendo gradativamente substituídos por sistemas mais bem geridos, visando melhor remuneração ao empresário rural ([Anjos et al., 2020](#); [Cotta et al., 2020](#); [Salman et al., 2020](#); [Stock et al., 2020](#)). Dessa forma, reduzir custos e aumentar a lucratividade na atividade passou a ser o objetivo mínimo para esse novo perfil de produtor ([Santos & Lopes, 2012](#)). Estudos recentes realizados em sistemas leiteiros brasileiros mostram diferenças nos custos de produção associados a diferentes níveis de produtividade, refletindo a reorganização produtiva e desafios de custo enfrentados pelos produtores nacionais ([Silva et al., 2025](#)).

Aumentar a lucratividade significa melhorar a eficiência produtiva dos animais criados em propriedades leiteiras. Para esse fim, a produção intensiva de leite baseada em sistemas de confinamento está cada vez mais disseminada no Brasil, mas trata-se de um sistema que aumenta consideravelmente os custos de produção ([Santos & Lopes, 2012](#)). Nesse cenário, a produção intensiva de leite a pasto vem sendo novamente reavaliada como solução para as modernas propriedades leiteiras ([Anjos et al., 2020](#); [Dalgallo, 2024](#); [Teixeira & Oliveira, 2009](#)).

Diversos fatores condicionam a produção de leite em pastagens manejadas intensivamente: aptidão leiteira da vaca, qualidade e disponibilidade do pasto, rendimento forrageiro da pastagem, sistema de pastejo e suplementação da pastagem ([Aroeira et al., 1999](#); [Fukumoto et al., 2010](#); [Gomide, 1998](#); [Gomide et al., 2001](#)). Nesse contexto, a estimativa do consumo de nutrientes em vacas a pasto é difícil devido à variabilidade produtiva e à capacidade de seleção das plantas pelos animais. Por isso, a suplementação de vacas de alta produção em pastagens manejadas intensivamente é desafiadora, mas garante o consumo adequado de nutrientes essenciais. O desafio para a utilização eficiente da pastagem é o ajuste entre o programa de suplementação e a disponibilidade da gramínea pastejada durante a estação chuvosa ([Anjos et al., 2020](#); [Hoffman et al., 1993](#); [Santos et al., 2008](#)).

Segundo [Alvim et al. \(1999\)](#), a utilização de suplemento concentrado na dieta de vacas em lactação assume maior ou menor importância em função do potencial de produção de leite do animal e da fase de lactação em que se encontra. Ainda, segundo esses autores, o limite de produção de leite de vacas em pastagens de clima tropical não ultrapassa 4.500 kg/vaca/lactação, sendo esse limite determinado pelo alto conteúdo de fibra e pela baixa digestibilidade da mesma. Em sistemas de maior produtividade, torna-se fundamental a suplementação com alimentos concentrados ([Aroeira et al., 1999](#); [Teixeira et al., 2019](#)).

Este trabalho foi proposto com o objetivo de estimar o consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro de vacas leiteiras mestiças em pastejo de gramíneas do gênero *Brachiaria* sp., bem como avaliar o efeito da suplementação da pastagem com alimento concentrado sobre esse consumo.

Material e métodos

O experimento foi realizado em uma propriedade particular de bovinos leiteiros no município de Leandro Ferreira, Minas Gerais, cerca de 100 km a oeste de Belo Horizonte, latitude 19°43' S, longitude 45°01' O e altitude de 707 m ([Alvares et al., 2013](#)). O período experimental foi de 21 dias.

Foram utilizados dezesseis piquetes formados por gramíneas do gênero *Urochloa* (*Brachiaria*): *Urochloa brizantha* cv. Marandu (oito piquetes), *Urochloa decumbens* cv. Basilisk (quatro piquetes) e *Urochloa ruziziensis* (quatro piquetes), totalizando 27,7 hectares. Os animais experimentais (24 vacas) pastejaram junto com os animais remanescentes do rebanho não utilizados no experimento (total de 96 vacas), apenas para ajuste da taxa de lotação nos piquetes, que foi de 4,3 vacas/ha. Os dias de ocupação variaram: um dia para *U. brizantha*, três dias para *U. ruziziensis* e dois dias para *U. decumbens*, devido às diferenças de área de cada piquete (*U. brizantha*: 1,4 ha; *U. decumbens*: 1,8 ha; *U. ruziziensis*: 2,4 ha).

Para estimativa da disponibilidade de forragem, utilizou-se a técnica do corte zero ([Lopes et al., 2000](#); [Santos et al., 1998](#); [Vasquez, 2002](#)), seguindo a metodologia de [Penati \(2002\)](#). Resumidamente, em cada entrada e saída dos animais experimentais e das vacas remanescentes, foi posicionado um quadrado de PVC de ¾ polegada (20 mm) com 1 m de lado (área útil de 1 m²). Todas as gramíneas cujas hastes e lâminas nasciam dentro do quadrado foram cortadas rente ao solo. O procedimento foi repetido cinco

vezes por piquete, e o material coletado foi pesado para estimativa da disponibilidade total de forragem antes e após o pastejo.

Foram utilizadas 24 vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação, com produção média de 8,5 kg de leite/dia, peso médio de 523 kg e 230 dias de lactação. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em três tratamentos com oito vacas cada, suplementadas com 1, 2 ou 4 kg/vaca/dia de alimento concentrado (matéria natural). A ordenha ocorreu duas vezes ao dia, às 06h30 e 15h00, momento em que o alimento concentrado foi fornecido em duas parcelas iguais. As sobras foram coletadas individualmente, registradas e armazenadas a -5° C para análises químicas.

Durante cada ordenha, os animais receberam individualmente 50 g de mistura mineral-vitáminica PRODAP® (8% Ca; 8% P; 1,5% Mg; 15,1% Na; 3,9% S; 1.045 ppm Mn; 641 ppm Fe; 1.567 ppm Cu; 4.845 ppm Zn; 216 ppm I; 133 ppm Co; 35 ppm Se). O suplemento concentrado foi formulado com 75,5% fubá de milho, 22,5% farelo de soja tostada, 1% ureia agrícola e 1% calcário calcítico, com base na matéria natural.

A estimativa do consumo voluntário de matéria seca dos animais foi baseada na razão entre a produção fecal estimada e a indigestibilidade da MS. Para estimar a produção fecal (kg MS/dia), utilizou-se a técnica dos indicadores indigestíveis, com óxido crômico (Cr₂O₃) administrado oralmente (16 g/dia, 8 g por ordenha) entre os dias 11 e 21. A determinação do Cr nas fezes foi realizada a partir de coletas individuais, duas vezes ao dia, durante cinco dias consecutivos a partir do 17º dia experimental ([Zeoula et al., 1994](#), [2002](#)). As fezes foram secas a 65°C por 72 h, moídas a 1 mm e analisadas por espectrofotometria NIRS. A produção fecal foi calculada como:

PF= Produção fecal (kg MS/dia) = g de Cr ingerido/dia ÷ concentração de Cr nas fezes (g Cr/kg MS).

O consumo total de matéria seca da forragem pastejada (kg MS/dia) foi estimado pela equação:

Consumo total de MS da forragem (kg MS/dia) = PF corrigida ÷ (1 – Digestibilidade *in vitro* da forragem).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS, %) foi determinada segundo ([Tilley & Terry, 1963](#)), a partir de amostras de pastejo simulado das três gramíneas experimentais ([Euclides et al., 1992](#)), compostas e uniformemente misturadas.

As fezes, material do pastejo simulado e suplementos foram analisados para matéria seca (65 e 105° C ([AOAC, 2005](#)) e fibra em detergente neutro corrigida para nitrogênio (FDNn) ([Van Soest et al., 1991](#)). O material do pastejo simulado também foi analisado para DIVMS ([Cichoski et al., 2009](#)).

As 24 vacas foram distribuídas aleatoriamente em três tratamentos. Após balanceamento, foram formados oito blocos de três animais, considerando produção de leite, dias de lactação e peso corporal. Cada vaca em um bloco recebeu um dos três tratamentos. O período experimental durou 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e sete dias de amostragem.

O delineamento foi em blocos ao acaso, com oito blocos e três parcelas (vacas) por bloco, correspondendo cada parcela a um tratamento. A equação estatística utilizada foi: $Y = \mu + B_j + T_i + e_{ij}$, onde Y_{ij} = variável dependente (consumo de matéria seca do alimento volumoso e total, em kg MS/vaca e % do peso vivo); μ = média geral; B_j = efeito do bloco j ($j = 1 \dots 8$); T_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2$ ou 4 kg MN concentrado/vaca/dia); e_{ij} = erro experimental ~ NID (0, σ^2).

As médias foram analisadas pelo programa Sisvar (DEX/UFLA, versão 4.6, 2003), utilizando-se o teste t para significância a 5% ([Ferreira, 2011](#)).

Resultados e discussão

Ao iniciar o pastejo, as disponibilidades foram de 4.361,4 kg MS/ha para a *Urochloa (Brachiaria) brizantha* cv. Marandu, 3.571,7 kg MS/ha para a *Urochloa (Brachiaria) decumbens* cv. Basilisk e 5.089,5 kg MS/ha para a *Urochloa (Brachiaria) ruziziensis*, valores superiores ao crítico sugerido por [Gomide \(1993\)](#) de 2.500 kg MS/ha e pelo ([NRC, 2000](#)) de 2.250 kg MS/ha para reduzir o consumo voluntário de matéria seca de animais em pastejo, quando da entrada no pasto. A composição química dos alimentos disponíveis está na Tabela 1.

Tabela 1. Média da composição bromatológica de material do pastejo simulado (*B. brizantha*, *B. decumbens* e *B. ruziziensis*) e do alimento concentrado utilizado como suplemento para vacas em lactação

Nutrientes*	Pastejo simulado	Concentrado**
MS total, %	23,9	88,8
PB, %	10,8	19,8
FDNn, %	60,4	24,2
NIDN, %	0,6	0,6
FDA, %	31,5	8,0
Lignina, %	2,2	4,1
CNF, %	17,9	52,2
EE, %	4,7	1,4
CZ, %	6,2	2,6
DIVMS, %	59,8	-

*MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDNn: fibra detergente neutro corrigida para nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido; CNF: carboidrato não fibroso; EE: extrato etéreo; CZ: cinzas; DIVMS: digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca. **Alimento concentrado, na base de matéria natural, com 75,5% de fubá de milho, 22,5% de farelo de soja tostada, 1% de ureia agrícola e 1% de calcário calcítico.

Foi observado ([Tabela 2](#)) aumento no consumo de matéria seca do pasto e total com o aumento da quantidade de alimento concentrado ofertado, quando expresso em relação ao peso vivo (%PV). As vacas suplementadas com um e dois kg de concentrado não diferiram quando ao consumo de matéria seca de pasto, sendo respectivamente, 1,97 e 1,92%/PV, mas diferiram daquelas suplementadas com 4 kg, que apresentaram consumo de matéria seca superior ($P < 0,05$) de volumoso, sendo 2,46%/PV, aumento de 27%. Para o consumo de MS total, foi observado consumo de 2,14 e 2,26 %/PV ($P > 0,05$) para suplementação com um e dois kg MN de concentrado/vaca/dia, respectivamente. Mas quando a suplementação de concentrado foi de 4,0 kg MN/dia, o consumo de MS total (3,18%/PV) foi maior ($P < 0,05$).

Tabela 2. Consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro corrigida para nitrogênio de pasto e total, em relação ao peso vivo (% PV), em função da quantidade de suplemento concentrado ofertado durante a ordenha, na matéria natural

Variáveis testadas ¹	Concentrado ofertado, kg MN ²			CV*, %	dms**, kg/vaca/dia
	1,0	2,0	4,0		
MS _{PASTO}	1,97 b	1,92 b	2,46 a	19,45	0,47
MS _{TOTAL}	2,14 b	2,26 b	3,18 a	17,86	0,28
FDN _{PASTO}	1,19 b	1,16 b	1,49 a	19,45	0,28
FDN _{TOTAL}	1,23 b	1,24 b	1,64 a	18,79	0,29

MS_{PASTO}: consumo de matéria seca de pasto; MS_{TOTAL}: consumo de matéria seca total; FDN_{PASTO}: consumo de FDNn de pasto; FDN_{TOTAL}: consumo de FDNn total. Todos os valores expressos em relação ao peso vivo (%PV). 2 – MN: matéria natural. *Coeficiente de variação; **diferença mínima significativa; a, b, c. Valores seguidos por letras diferentes na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste t.

Comportamento semelhante foi observado para o consumo de FDNn proveniente da pastagem em relação ao peso vivo. O tratamento com 4 kg MN/dia foi superior ($P < 0,05$) aos outros dois tratamentos (1 e 2 kg MN/dia), que por sua vez não diferiram entre si ($P > 0,05$): 1,49 x 1,19 e 1,16%/PV. O consumo de FDNn total foi de 1,23 e 1,24%/PV para os tratamentos com 1 e 2 kg MN/dia, não diferindo entre si ($P > 0,05$), mas ambos foram menores ($P < 0,05$) que o tratamento com 4 kg MN/dia de suplementação: 1,64%/PV.

[Reis & Sousa \(2008\)](#) e [Sousa et al. \(2008\)](#) relataram amplitudes de consumo de MS e de FDN de pasto para vacas em lactação e para novilhas e novilhos entre 1,3 a 3,7% MS/PV e de 1,2 a 2,5% FDN/PV. Neste experimento, a amplitude foi entre 1,9 a 2,5% MS/PV e 1,2 a 1,5% FDNn/PV, resultados que estão de acordo com a literatura consultada, inclusive para o limite de consumo de alimentos forrageiros ([Aroeira et al., 1999](#); [Muir et al., 1998](#); [Sampaio et al., 2010](#); [Sollenberger & Cherney, 1995](#)) de 1,2% FDN/PV. Neste experimento, a média geral para consumo de FDNn foi de 1,3%/PV, semelhante à sugerida pelos referidos autores.

A média geral para o consumo de FDN de pasto em razão do peso vivo para a literatura nacional consultada foi de 2,0 %/PV ([Alvim et al., 1999](#); [Alvim & Botrel, 2001](#); [Benedetti, 1994](#); [Lima et al., 2001](#); [Lopes, 2002](#); [Pereira, 2005](#); [Ribeiro Filho et al., 2007](#); [Soares et al., 2001](#); [Vasquez, 2002](#); [Vilela et al., 2006](#)), ou seja, 54% maior que a média geral obtida neste experimento. Talvez a menor concentração de FDN (corrigida para nitrogênio) na gramínea pastejada neste experimento possa

explicar esta diferença de resultados com os dados da literatura nacional. Enquanto a literatura nacional aponta concentrado de FDN para o gênero *Brachiaria* variando de 65 a 72% ([Gomide et al., 2001](#)), a média da FDN nas gramíneas trabalhadas neste experimento foi de 60%.

Em experimento realizado por [Oziemblowski \(2018\)](#), doze vacas cruzadas Holandês × Jersey foram alimentadas exclusivamente com Azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) e Aveia branca (*Avena sativa* L.) (T1) e T1 + 3,6 kg/dia MS grão de milho moído (T2). Segundo o pesquisador, o consumo de forragem (tanto MS quanto FDN) nos animais do tratamento T2 foi semelhante aos do tratamento T1 ($P > 0,05$). A taxa de substituição foi de 0,19 para os tratamentos T2 em relação ao tratamento T1. O consumo de MS total também foi semelhante entre os tratamentos ($P > 0,05$).

As evidências nacionais mais recentes demonstraram que a suplementação de vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais pode não apenas aumentar o consumo total de matéria seca, mas também manter ou elevar a ingestão de FDN do pasto, especialmente quando o suplemento fornece nitrogênio rapidamente disponível e melhora a eficiência retículo-ruminal. ([Dalgallo, 2024](#)) observou que vacas mestiças em lactação suplementadas com diferentes concentrados apresentaram consumo de FDN próxima de 8,0 – 8,1 kg/vaca/dia, mesmo com aumento da oferta de suplemento, indicando ausência de efeito substitutivo pronunciado e sugerindo efeito associativo positivo. Resultados semelhantes foram relatados por ([Silva et al., 2015](#); [2017](#)), que verificaram aumento no consumo total de MS e maior digestibilidade da fibra quando vacas em pastagem de *Brachiaria brizantha* receberam suplementos proteicos, especialmente em condições de menor disponibilidade de nitrogênio na forragem. Já [Teixeira et al. \(2019\)](#) demonstraram que suplementos proteico-energéticos forneceram aumentos significativos tanto no consumo de MS quanto na digestibilidade aparente da FDN, refletindo maior fermentação da fração fibrosa e melhor desempenho produtivo.

[Bargo et al. \(2003\)](#) estudaram dados de mais de vinte experimentos internacionais que mostraram o aumento no fornecimento de suplemento concentrado aumentando o consumo total de matéria seca de vacas leiteiras sob pastejo, achado este que está de acordo com o presente experimento. Mas, o aumento no consumo total de matéria seca foi seguido de uma substituição parcial e, ocasionalmente, total do alimento forrageiro pelo alimento concentrado, ou seja, redução no consumo de matéria seca de pasto.

Tais achados não foram observados na literatura nacional que trabalhou com suplementação concentrada para vacas leiteiras em pasto de clima tropical. ([Lopes et al., 2004](#); [Sousa et al., 2008](#)) encontraram aumento no consumo de matéria seca do alimento volumoso quando suplementaram vacas mestiças Holandês x Zebu, com produção média de leite entre 12 a 18 kg/dia. A suplementação concentrada variou de 2,0 a 7,5 kg MS/dia. Os autores obtiveram aumento no consumo de matéria seca do alimento volumoso entre 9 a 11% em relação ao peso vivo. Segundo ([Bargo et al., 2002](#); [Fike et al., 2003](#)), para forragens de clima temperado de alta qualidade, o efeito da suplementação rica em amido ou outro carboidrato facilmente fermentável no retículo-rúmen teria efeito muito mais pronunciado em deprimir o consumo de MS de vacas em lactação sob regime de pastejo quando comparado a forragens de clima tropical.

Conclusão

A adição de suplemento concentrado proteico-energético para vacas em lactação sob pastejo de gramínea do gênero *Urochloa* (*Brachiaria*) sp. aumentou o consumo voluntário de matéria seca e da fibra em detergente neutro em relação ao peso vivo proveniente do volumoso pastejado, havendo efeito associativo positivo da adição de concentrado sobre o consumo de volumoso pastejado.

Agradecimento

Os autores agradecem a equipe PRODAP pelas instalações físicas que permitiram a execução desse projeto, bem como pelo financiamento dele.

Referências

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Moraes, G., Leonardo, J., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

- Alvim, M. J., & Botrel, M. A. (2001). Efeitos de doses de nitrogênio na produção de leite de vacas em pastagem de coast-cross. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(3), 577–583. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2001000300024>.
- Alvim, M. J., Verneque, R. S., Vilela, D., Côser, A. C., Botrel, M. A., & Rezende, G. M. (1999). Estratégia de fornecimento de concentrado para vacas da raça Holandesa em pastagens de coast-cross. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(9), 1711–1720. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x1999000900023>.
- Anjos, A. J., Freitas, C. A. S., Coutinho, D. N., Silva, B. C. M., Sena, H. P., Soares, B. B., Pires, C. P., & Freitas, R. L. (2020). Estratégias de manejo do pastejo para produção intensiva de leite em pastos tropicais. *PUBVET*, 14(11), 1–12. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n11a693.1-12>.
- AOAC. (2005). - Association Official Analytical Chemist. In A. O. A. Chemist (Ed.), *Official Methods of Analysis* (Official M). AOAC.
- Aroeira, L. J. M., Lopes, F. C. F., Deresz, F., Verneque, R. S., Dayrell, M. S., Matos, L. L., Maldonado-Vasquez, H., & Vittori, A. (1999). Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum.). *Animal Feed Science and Technology*, 78(3–4), 313–324. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(98\)00270-3](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(98)00270-3).
- Bargo, F., Muller, L. D., Delahoy, J. E., & Cassidy, T. W. (2002). Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*, 85(7), 1777–1792. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74252-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74252-5).
- Bargo, F., Muller, L. D., Kolver, E. S., & Delahoy, J. E. (2003). Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 86, Issue 1, p. 1). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73581-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73581-4).
- Benedetti, E. (1994). *Atributos de três gramíneas tropicais, parâmetros ruminais e produção de leite em vacas mestiças mantidas à pasto*. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Cichoski, E., Santos, G. T., Silva, D. C., Cecato, U., Santos, W. B. R., Martins, E. N., & Gasparino, E. (2009). Different bag types for analysis of forages *in vitro* digestibility. *Archivos de Zootecnia*, 58(224), 749–752. <https://doi.org/10.21071/az.v58i224.5067>.
- Cotta, L., Marcondes, M. I., Rotta, P. P., & Cunha, C. S. (2020). *Produção de leite com qualidade, o que precisamos saber?* Editora Scienza.
- Dalgallo, D. (2024). *Efeito de diferentes suplementos na dieta de vacas leiteiras em pastagem temperada*. Universidade Tecnológica do Paraná.
- Euclides, V. P. B., Macedo, M. C. M., & Oliveira, M. O. (1992). Avaliação de diferentes métodos de amostragem para estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. *Revista Da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 21(4), 691–702.
- Ferreira, D. F. (2011). SISVAR: A Computer Statistical Analysis System. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039–1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
- Fike, J. H., Staples, C. R., Sollenberger, L. E., Macoon, B., & Moore, J. E. (2003). Pasture forages, supplementation rate, and stocking rate effects on dairy cow performance. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1268–1281. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73711-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73711-4).
- Fukumoto, N. M., Damasceno, J. C., Deresz, F., Martins, C. E., Côser, A. C., & dos Santos, G. T. (2010). Milk yield and composition, feed intake and stocking rate of crossbred cows in tropical grasses managed in a rotational grazing system. *Produção e Composição Do Leite, Consumo de Matéria Seca e Taxa de Lotação em Pastagens de Gramíneas Tropicais Manejadas sob Lotação Rotacionada*, 39(7), 1548–1557. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000700022>.
- Gomide, J. A. (1993). Produção de leite em regime de pasto. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 22(4), 591–603.
- Gomide, J. A. (1998). Fatores da produção de leite a pasto. *Congresso Nacional de Estudantes de Zootecnia*, 1–32.
- Gomide, J. A., Wendling, I. J., & Bras, S. O. (2001). Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagens de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas diárias de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(4), 1194–1199.

- Hoffman, K., Muller, L. D., Fales, S. L., & Holden, L. A. (1993). Quality Evaluation and Concentrate Supplementation of Rotational Pasture Grazed by Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 76(9), 2651–2663. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77601-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77601-8).
- Lima, M. L. P., Berchielli, T. T., Nogueira, J. R., Ruggieri, A. C., Aroeira, L. J. M., Salman, A. K. D., & Soares, J. P. G. (2001). Estimativa do consumo voluntário do capim-tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Tanzânia) por vacas em lactação sob pastejo rotacionado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(6), 1919–1924.
- Lopes, F. C. F. (2002). *Taxa de passagem, digestibilidade in situ, consumo, composição química e disponibilidade de capim-elefante (Pennisetum purpureum, Schumack) pastejado por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação*. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Lopes, F. C. F., Aroeira, L. J. M., Rodriguez, N. M., Deresz, F., Sampaio, I. B. M., Paciullo, D. S. C., & Vittori, A. (2004). Efeito da suplementação e do intervalo de pastejo sobre a qualidade da forragem e consumo voluntário de vacas Holandês × Zebu em lactação em pastagem de capim-elefante. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 56(3), 355–362. <https://doi.org/10.1590/s0102-09352004000300011>.
- Lopes, R. S., Fonseca, D. M., Cóser, A. C., Júnior, D. N., Martins, C. E., & Obeid, J. A. (2000). Avaliação de Métodos para Estimação da Disponibilidade de Forragem em Pastagem de Capim-Elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(1), 40. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982000000100006>.
- Muir, P. D., Deaker, J. M., & Bown, M. D. (1998). Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: A review. In *New Zealand Journal of Agricultural Research* (Vol. 41, Issue 4, pp. 623–635). <https://doi.org/10.1080/00288233.1998.9513346>,
- NRC. (2000). Nutrient requirements of beef cattle: update 2000. In *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9791>
- Oziemblowski, M. M. (2018). *Suplementação energética com volumoso ou concentrado para vacas leiteiras em pasto anual de inverno*. Universidade do Estado de Santa Catarina.
- Penati, M. A. (2002). *Estudo do desempenho animal e produção do capim tanzânia (Panicum maximum, Jacq) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação em três níveis de resíduo pós pastejo*. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- Pereira, F. R. (2005). *Teores de proteína bruta para vacas leiteiras lactantes em pastejo de capim elefante (Pennisetum purpureum Schum.)*. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Reis, R. B., & Sousa, B. M. (2008). Suplementação de vacas leiteiras em pastagem manejada intensivamente. *6o Simpósio Sobre Bovinocultura Leiteira*, 151–181.
- Ribeiro Filho, H. M. N., Semmelmann, C. E. N., Heydt, M. S., & Thaler Neto, A. (2007). Suplementação energética para vacas leiteiras pastejando azevém com alta oferta de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6 suppl), 2152. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007000900027>.
- Salman, A. K. D., Matarazzo, S. V., Arcaro Júnior, I., & Mello, D. S. (2020). Ambiência nas instalações para produção de leite. *Revista Uniabeu*, 13, 203–220.
- Sampaio, C. B., Detmann, E., Paulino, M. F., Valadares Filho, S. C., Souza, M. A., Lazzarini, I., Paulino, P. V. R., & Queiroz, A. C. (2010). Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Tropical Animal Health and Production*, 42(7), 1471–1479. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/s11250-010-9581-7>.
- Santos, F. A. P., Martinez, J. C., Greco, L. F., Carareto, R., & Penati, M. A. (2008). Nutrição de vacas em lactação, no período chuvoso, para a produção intensiva de leite em pasto. *Cadernos Técnicas Veterinária e Zootecnia*, 57, 1–39.
- Santos, G., & Lopes, M. A. (2012). Indicadores de rentabilidade do centro de custo produção de leite em sistemas intensivos de produção. *Boletim de Indústria Animal*, 69(1), 1–11.
- Santos, M. V. F., Nascimento Júnior, D., & Alexandrino, E. (1998). Métodos agronômicos para estimativa de consumo e disponibilidade de forragem em pastagem natural. *Pastura Tropical*, 20(2), 29–34.

- Silva, J. A., Silva, C. G. M., & Sousa, D. P. (2017). Estratégias de suplementação para vacas leiteiras mantidas em pastos de gramíneas tropicais. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(1), 401–416.
- Silva, J., Cabral, L., Costa, R., Macedo, B., Bianchi, I., Teobaldo, R., Neves, C., Carvalho, A., Plathow, A., Costa Júnior, W., & Silva, C. (2015). Estratégias de suplementação de vacas de leite mantidas em pastagem de gramínea tropical durante o período das águas. *PUBVET*, 9(3), 150–157. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v9n3.150-157>.
- Silva, L. H. R., Silva, A. L., Marcondes, M. I., Bittencourt, C. S. & Rotta, P. P. (2025). A comparative analysis of dairy production systems: Milk production tiers and their impact on dairy calf and heifer cost of production in Brazil. *Journal of Dairy Science*, 108(12), 13439–13454. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-26579>.
- Soares, J. P. G., Salman, A. K. D., Berchielli, T. T., Aroeira, L. J. M., & Verneque, R. S. (2001). Predição do Consumo Voluntário do Capim-Tanzânia (*Panicum maximum*, J. cv. tanzânia), sob Pastejo, por Vacas em Lactação, a Partir das Características de Degradação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(6 suppl.), 2176–2182. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982001000800029>.
- Sollenberger, L. E., & Cherney, D. J. R. (1995). Evaluating forage production and quality. *Forages: The Science of Grassland Agriculture*, 2, 97–110.
- Sousa, B. M., Saturnino, H. M., Borges, A. L. C. C., Lopes, F. C. F., Silva, R. R., Campos, M. M., Pimenta, M., & Campos, W. E. (2008). Estimativa de consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro por vacas leiteiras sob pastejo, suplementadas com diferentes quantidades de alimento concentrado. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60(4), 890–895. <https://doi.org/10.1590/s0102-09352008000400018>.
- Stock, L. A., Leite, J. L. B., & Resende, J. C. (2020). *Produção mundial de leite: tendências nos principais países* (pp. 56–57). EMBRAPA.
- Teixeira, R. M. A., Martins, J. M., Silva, N. G., Silva, E. A., Fernandes, L. O., Oliveira, A. S., Salvador, F. M., & Faria, D. J. G. (2019). Suplementação proteica de vacas leiteiras mantidas em pastagem de Tifton 85 durante o período de seca. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(3), 1027–1036. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9805>.
- Teixeira, R. M. A., & Oliveira, A. S. (2009). Manejo de vacas leiteiras em pastejo. In J. C. P. M. Silva, A. S. Oliveira, & C. M. Veloso (Eds.), *Manejo e administração na bovinocultura leiteira*. Universidade Federal de Viçosa Imprensa Universitária.
- Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. (1963). A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Grass and Forage Science*, 18(2), 104–111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- Vasquez, E. F. A. (2002). *Suplementação com carboidratos não estruturais para novilhas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de Panicum maximum cv. Mombaça*. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Vilela, D., Lima, J. A., Resende, J. C., & Verneque, R. S. (2006). Desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de coast-cross. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(2), 555–561. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000200031>.
- Zeoula, L. M., Borges, I., Branco, A. F., Prado, I. N., Moreira, H. L. M., L., Salina, J., & Moraes, G. V. (1994). Avaliação de indicadores em estudo de digestibilidade de alimento para ruminantes. *Revista Unimar*, 22(3), 165–174.
- Zeoula, L. M., Prado, I. N., Dian, P. H. M., Geron, L. J. V., Caldas Neto, S. F., Maeda, E. M., Peron, P. D. P., Marques, J. A., & Falcão, A. J. S. (2002). Recuperação fecal de indicadores internos avaliados em ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(4), 1865–1874. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982002000700030>.

Histórico do artigo:**Recebido:** 1 de novembro de 2025**Aprovado:** 22 de novembro de 2025

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.