

Resultado técnico-econômico da produção de leite sob diferentes critérios de fornecimento de concentrado

Technical and economic result of milk production using different concentrate supply criteria

Antonio Waldimir Leopoldino da Silva¹, Edivan Lucas Grolli²

RESUMO: O trabalho objetivou comparar a produção de leite e o desempenho econômico de sistemas de fornecimento de concentrado para vacas lactantes. O experimento envolveu dez vacas, divididas em dois grupos equilibrados, em delineamento crossover. Os animais pastejaram milheto (*Pennisetum glaucum*) e capim áries (*Panicum maximum*), e receberam 9 kg de silagem de milho animal⁻¹ dia⁻¹. Os tratamentos foram: 1 kg de concentrado dia⁻¹ para cada 3 kg de leite produzido (“Usual”) e 1 kg de concentrado dia⁻¹ para cada 2 kg de leite produzido acima de 10 kg dia⁻¹ (“Proposto”). O resultado econômico foi avaliado pela margem sobre o custo do concentrado (MSCC) e pela resposta produtiva marginal (RPM) em abril/2023 e janeiro/2024. As vacas do sistema “Usual” receberam mais ração comercial (5,4 vs. 3,2 kg animal⁻¹ dia⁻¹) e produziram mais leite ($17,55 \pm 5,80$ vs. $16,34 \pm 6,49$ kg animal⁻¹ dia⁻¹; $P<0,05$). A MSCC foi similar em abril/2023, mas maior no sistema “Proposto” em janeiro/2024 ($P<0,05$). A RPM foi de 0,55 kg de leite por kg adicional de concentrado, porém este incremento não cobriu o custo para obtê-lo. Apesar da menor produção de leite, o sistema “Proposto” foi economicamente vantajoso em relação ao sistema “Usual”.

Palavras-chave: Alimentação; Custos; Lactação; Suplementação.

ABSTRACT: This study aimed to compare the milk production and economic performance of systems of concentrate allowance to lactating cows. The experiment involved ten cows, divided in two balanced groups, in a crossover design. The animals grazed on pearl millet (*Pennisetum glaucum*) and áries grass (*Panicum maximum*) and received 9 kg animal⁻¹ day⁻¹ of maize silage. The treatments were: 1 kg of concentrate day⁻¹ for each 3 kg of produced milk (“Usual”), and 1 kg of concentrate for each 2 kg of milk produced above 10 kg of milk day⁻¹ (“Proposed”). The economic result was evaluated by the margin over concentrate cost (MOCC) and marginal productive response (MPR) in April 2023 and January 2024. Cows of “Usual” system received more concentrate (5.4 vs. 3.2 kg animal⁻¹ day⁻¹) and produced more milk (17.55 ± 5.80 vs. 16.34 ± 6.49 kg animal⁻¹ day⁻¹; $P<0.05$) than cows of “Proposed” system. The MOCC was similar in April 2023, but higher for the “Proposed” system in January 2024 ($P<0.05$). The MPR was 0.55 kg of milk per additional kg of concentrate, but this increase does not cover the cost to obtain it. Despite the lower milk production, the “Proposed” system proved to be economically advantageous in relation to the “Usual” system.

Keywords: Costs; Feeding; Lactation; Supplementation.

Autor correspondente: Antonio Waldimir Leopoldino da Silva
E-mail: awls12@hotmail.com

Recebido em: 2024-08-11
Aceito em: 2025-11-15

¹ Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZOO) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Chapecó (SC), Brasil.

² Zootecnista pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Zootecnista na Cooperativa Agroindustrial Alfa, Guatambu (SC), Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Na bovinocultura leiteira, o emprego de uma adequada alimentação é fator decisivo não só para a obtenção de altas produtividades, mas também para que o sistema seja rentável e economicamente eficiente. A alimentação representa 48 a 53% do custo total da atividade (Bett *et al.*, 2019) e em Santa Catarina este item contribui com 53 a 74% do custo operacional total (Oliveira; Oliveira; Spies, 2023), refletindo fortemente sobre o desempenho financeiro das unidades produtoras. É importante considerar, porém, que o custo da alimentação, e o respectivo impacto sobre o custo total, depende do sistema de arraçoamento adotado.

O potencial de produção de leite em pastagens tropicais, exclusivamente a pasto (sem suplementação concentrada), é determinado pela disponibilidade de forragem e qualidade desta, girando em torno de 8 a 10 litros vaca⁻¹ dia⁻¹ (Novo, 2001), 10 a 12 litros (Rodrigues, 2000), 10 a 14 litros (Gomide *et al.*, 2012), 10,5 litros (Oliveira *et al.*, 2010) ou 12 litros (Prata *et al.*, 2015; Silva; Meirelles, 2013; Silva *et al.*, 2015). O uso de concentrados colabora para o atendimento das exigências nutricionais dos animais e, assim, conduz a uma produção de leite mais alta, mas, ao mesmo tempo, eleva o custo da alimentação e do produto final. Observações em propriedades rurais apontam que o gasto com concentrados perfaz 58%, 67%, 69% e 83% do custo do item alimentação, 30% do custo total da produção ou 51% e 62% da renda bruta obtida com o produto leite (Farina; Gardin; Bee, 2015; CNA/Cepea-Esalq, 2018; Silva *et al.*, 2018; Assis *et al.*, 2017; Pereira *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2019; Ramos *et al.*, 2020, respectivamente). Laun (1948) relata que, em vista de sua importância, o assunto vem recebendo atenção da literatura científica nacional há mais de 75 anos.

Além da questão econômica, o uso de concentrado deve ser baseado no potencial genético de produção do animal e na possível resposta ao suplemento (Borges *et al.*, 2015). Porém, no Rio Grande do Sul, apenas 37,3% das propriedades fornecem ração de acordo com a produção do animal (Ries, 2019). É fato conhecido que a maior oferta de alimentos concentrados determina elevação no consumo de matéria seca, maior digestibilidade da dieta e maior conteúdo de princípios nutritivos, elevando o suprimento de nutrientes para o atendimento das exigências do animal, em particular as relativas à produção de leite (Stelzer *et al.*, 2009). A deficiência ou o excesso no fornecimento de nutrientes causa prejuízos não só produtivos, como também à própria saúde do animal, envolvendo condição corporal, incidência de transtornos metabólicos e problemas reprodutivos, além de afetar a composição do leite e seu valor de mercado (González, 2021).

Há uma grande diversidade de recomendações quanto à oferta de concentrado. A indicação mais comum é o fornecimento de um quilo de concentrado para cada 3 litros (ou kg) de leite produzido, ou seja, em uma relação 1:3 (Alberton *et al.*, 2013; Cattaneo *et al.*, 2023; Prata *et al.*, 2015; Resende *et al.*, 2019; Villanueva; Ibrahim; Castillo, 2023). No entanto, esta relação pode variar de 1:2 (Worku; Alemayehu; Melekote, 2016) até 1:5 (Fraga *et al.*, 2019).

Há, igualmente, várias recomendações que se baseiam no potencial produtivo de leite a partir do volumoso consumido, fornecendo concentrado para sustentar a produção adicional. Silva *et al.* (2015) destacam que, no Brasil, a recomendação geral é o emprego de 1 kg de concentrado para cada 2 a 2,5 kg de leite produzido acima do potencial do pasto

(1:2-2,5). Mas também neste sistema há variações. Teixeira Júnior, Lopes e Ruas (2015) e Teixeira Júnior *et al.* (2016; 2017) preconizam a relação 1:3, a partir de uma produção de 5 kg dia⁻¹. Salmazo *et al.* (2012) avaliaram o uso de 1 kg de concentrado para cada 1,5, 2 ou 2,5 kg produzidos acima de 6 kg diários. Relações de 1:2,5 para vacas com produções superiores a 10 kg dia⁻¹, no período das águas, e de 1:3,6, sem considerar uma produção basal, na estação da seca, foram utilizadas por Teixeira *et al.* (2013). Ferreira *et al.* (2015) relatam o uso, na estação das águas, da relação 1:6 em vacas com produção de 10 a 18 kg dia⁻¹ e de 1:4 para produções superiores, passando a 1:3,8 na estação seca.

Assim, a hipótese delineada é que a quantidade fornecida de concentrado tem efeitos consistentes sobre o aporte de nutrientes recebido pelo animal e, assim, afeta o seu desempenho técnico, mas, ao mesmo tempo, causa impacto sobre o custo de produção. A medição destes efeitos, e a comparação entre eles, é absolutamente necessária para definir o adequado manejo da alimentação das vacas em sistemas de criação à base de pasto.

Frente ao contexto em questão, este trabalho objetivou avaliar a produção leiteira e a economicidade de dois critérios de fornecimento de concentrado para vacas em lactação mantidas sob pastejo em gramíneas tropicais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma propriedade agropecuária particular localizada na Linha Madóglia, Município de Santiago do Sul, SC, nas coordenadas geográficas latitude 26°38'54,55" S e longitude 52°41'59,59" W, a uma altitude de 504 m. O clima local, segundo a classificação de Köeppen, é Cfa, ou seja, subtropical com verões quentes, geadas pouco frequentes e sem estação seca definida (Pandolfo *et al.*, 2002), com pluviosidade média de 1.900 a 2.000 mm anuais (Wrege *et al.*, 2012). O solo é classificado como cambissolo (Embrapa, 2004), sob relevo ondulado. A propriedade possui uma área total de 16 ha, dos quais cerca de 12 ha são utilizados para a bovinocultura leiteira, empregando mão de obra exclusivamente familiar. Na propriedade, a atividade teve seu início em 1992 e atualmente é a principal fonte de geração de renda.

A realização da pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), sob protocolo CEUA nº 7709260323.

2.1 TRATAMENTOS

O experimento envolveu a comparação entre dois sistemas de fornecimento de concentrado para vacas em lactação, isto é, diferentes critérios para definição da quantidade de ração a ser ministrada diariamente a cada animal. Foram empregados dois tratamentos: (I) 1 kg de ração comercial por dia para cada 3 kg de leite produzidos por dia, o que representou um fornecimento médio de 5,4 kg de ração animal⁻¹ dia⁻¹; e (II) 1 kg de ração comercial por dia para cada 2 kg de leite produzidos por dia acima de uma produção-base (10 kg animal⁻¹ dia⁻¹), respeitada a oferta diária mínima de 1 kg de ração animal⁻¹.

independente de sua produção (visando a estimular e ampliar o consumo de silagem), que significou o emprego, em média, de 3,2 kg de ração animal⁻¹ dia⁻¹. O primeiro sistema foi designado “Usual”, por ser o até então adotado na propriedade, ao passo que o segundo foi nominado “Proposto”, por apresentar-se como alternativa ao anterior.

A definição da produção-base foi procedida mediante teste realizado antes do período experimental propriamente dito. Para isso, os animais foram submetidos a uma dieta desprovida de ração por três dias (05 a 07/abril/2023), com controle da produção individual ao terceiro dia. Observou-se um potencial leiteiro médio sem concentrado de $15,10 \pm 4,28$ kg animal⁻¹ dia⁻¹. Embora tenha sido alcançado tal patamar, a produção-base foi estabelecida em 10 kg animal⁻¹ dia⁻¹, oferecendo certa margem de segurança ao tratamento “Proposto”, e assim evitando uma eventual queda brusca na produção e prejuízo econômico ao proprietário.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido sob delineamento alternado em sequência balanceada, também designado “crossover” ou “changeover” (Alvarenga; Chaves; Lima, 2021).

O período experimental envolveu duas fases, ambas incluindo um período de adaptação dos animais à dieta, de cinco dias, e um período de coleta de dados, de dez dias. O período de adaptação objetivou eliminar o efeito e a influência do manejo e/ou tratamento aplicado anteriormente, o que poderia prejudicar a fidelidade do resultado obtido com o tratamento seguinte. Na Fase 1, com início no dia 08/abril/2023, os animais do grupo A receberam o tratamento “Usual”, enquanto os animais do grupo B receberam o tratamento “Proposto”. Na Fase 2, com início no dia 26/abril/2023, houve a inversão, ou seja, o grupo A recebeu o tratamento “Proposto”, ao passo que o grupo B recebeu o tratamento “Usual”. O período de adaptação à dieta ocorreu ao início de cada uma das fases.

2.3 ANIMAIS

Foram utilizadas dez vacas em lactação, sendo sete da raça Holandesa e três da raça Jersey, divididas em dois grupos (A e B), cada grupo com cinco animais. Os animais foram distribuídos nos grupos de forma intencional, buscando o maior equilíbrio possível em termos de padrão racial, produção momentânea de leite, peso corporal, idade, estágio de lactação e número de partos. A Tabela 1 apresenta as características dos animais que constituíram cada um dos grupos.

Tabela 1. Características dos animais, e respectivas médias, referentes a cada um dos grupos

Grupo	Animal	Idade (meses)*	Peso (kg)*	Raça	DEL*	Número da lactação	Estágio de prenhez (dias)*	Produção de leite sem ração (kg dia ⁻¹)**
A	1	58	350	Jersey	19	2	0	16
	2	94	355	Jersey	167	3	58	12
	3	49	428	Holandês	138	1	34	15
	4	69	540	Holandês	69	2	0	21
	5	82	415	Holandês	85	1	40	11
B	6	98	356	Jersey	84	3	31	12
	7	57	428	Holandês	54	1	0	17
	8	69	429	Holandês	68	1	0	14
	9	105	577	Holandês	257	3	187	10
	10	69	450	Holandês	22	2	0	23
Média Grupo A		70,4	417,6	---	95,6	1,8	26,4	15,0
Média Grupo B		79,6	448,0	---	97,0	2,0	43,6	15,2

DEL: dias em lactação. * Dados referentes ao dia 06/abril/2023. ** Produção de leite no último dia de avaliação sem fornecimento de concentrado (07/abril/2023).

2.4 PASTAGENS

A pastagem de milheto (*Pennisetum glaucum* L. R.Br.), cultivar ADR500, foi implantada no dia 26/fevereiro/2023, em uma área de 0,8 ha, em sucessão a uma primeira safra da mesma forrageira. O solo recebeu 20 mil litros de dejetos líquidos de bovinos, sendo então revolvido com grade aradora (cerca de 12 cm de profundidade). A seguir, houve a semeadura a lanço (25 kg de sementes ha⁻¹) e leve passagem de grade niveladora para enterrar as sementes. A área foi dividida em oito parcelas, com pastoreio rotativo de dois dias em cada uma.

O capim áries (*Panicum maximum* Jacq.) ocupa uma área de 0,6 ha e está implantado desde 2018. Na ocasião, houve dessecação total da cultura anterior, aplicação de 2,4 t de cama de aves (12 lotes) e revolvimento do solo com grade aradora. Foram empregados 6 kg de sementes ha⁻¹, distribuídas a lanço e depois incorporadas ao solo mediante passagem de um galho de árvore visando a revolver a camada superficial. A área encontrava-se dividida em apenas duas parcelas, pastejadas de forma alternada por seis dias cada uma.

2.5 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DOS ALIMENTOS

No dia 29 de março de 2023, antes do início do período experimental, a pastagem de milheto, a silagem de milho e o suplemento concentrado (ração comercial) foram amostrados para avaliação bromatológica. A amostragem da forragem disponível na pastagem foi realizada com o auxílio de um quadrado de 0,5 por 0,5 metros. Os materiais coletados foram encaminhados ao laboratório no mesmo dia. A síntese dos resultados é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica da pastagem de milheto, da silagem de milho e da ração fornecidos aos animais

Parâmetros	Milheto	Silagem de milho	Ração comercial
Matéria seca (%)	12,72	26,33	87,25
Proteína bruta (%)	20,87	8,68	17,83
Fibra em detergente ácido (%)	30,89	26,60	3,66
Fibra em detergente neutro (%)	53,97	42,64	14,71
Matéria mineral (%)	12,49	4,91	5,07
Carboidratos não fibrosos (%)	9,46	40,73	58,54
Nutrientes digestíveis totais (%)	66,22	70,90	76,39
Digestibilidade estimada da matéria seca (%)	64,84	68,18	-
Energia líquida de lactação (Mcal kg ⁻¹)	1,51	1,53	1,77

2.6 MANEJO DOS ANIMAIS

Durante o período experimental, todos os animais seguiram a mesma rotina diária. A ordenha foi realizada duas vezes ao dia, às 6 horas e às 17 horas. Em cada ordenha efetuava-se o registro do peso do leite produzido por cada animal. O fornecimento da suplementação concentrada ocorria depois de cada ordenha (50% a cada vez). Após receberem a ração no turno matutino, as vacas eram conduzidas à pastagem de capim áries, onde permaneciam até às 11 horas. Posteriormente, eram encaminhadas para uma área com disponibilidade de sombra e silagem de milho, fornecida à base de 9 kg animal⁻¹ dia⁻¹, em comedouros coletivos, permanecendo nesta área até próximo às 17 horas, quando seguiam para a segunda ordenha. A seguir, as vacas eram conduzidas para a pastagem de milheto, onde eram mantidas durante o período noturno. Nas áreas de pastagem, os animais formaram um lote único, ou seja, unindo os dois grupos (A e B). Os animais tinham acesso à água o dia todo.

2.7 DADOS COLETADOS

Durante o período experimental, diariamente houve mensuração da produção individual de leite, através de pesagem. Esta medição foi realizada pela mesma pessoa em todo o período.

Para avaliação econômica, empregou-se a margem sobre o custo do concentrado (MSCC), bem como a resposta produtiva marginal (RPM). Define-se a MSCC como a diferença entre a receita advinda da produção leiteira de um animal e o custo da ração fornecida a este animal, no mesmo período de tempo (Oliveira *et al.*, 2010).

Já a RPM consiste no incremento de produção de leite (em kg dia⁻¹) proporcionado pelo aumento de 1 kg no fornecimento de concentrado, em comparação ao nível de oferta imediatamente anterior (Borges *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2010). Utilizou-se o preço da ração comercial com 18% de proteína bruta e o valor pago ao produtor pelo litro de leite, praticados em Santiago do Sul no dia 10/abril/2023 (respectivamente, R\$ 2,10 e 2,90, ou US\$ 0,41 e 0,57) e no dia 05/janeiro/2024 (respectivamente, R\$ 1,80 e 1,97, ou US\$ 0,37 e 0,40).

Houve registro da temperatura ambiente, duas vezes ao dia, com um termômetro que registra a temperatura momentânea, bem como a temperatura mínima e a máxima. O termômetro esteve durante o período todo no mesmo local e posição, com leituras sendo realizadas às 12 horas e às 18 horas de cada dia. Igualmente, foi registrada a precipitação pluviométrica diária, através de pluviômetro. Os dados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Temperaturas máximas e mínimas, temperatura média entre as leituras feitas às 12 h e 18 h, e precipitação em cada fase do experimento

Período	Temperatura (°C)			Pluviometria (mm)
	Média*	Máxima	Mínima	
Avaliação sem ração (3 dias)	19,55	24,0	16,8	0,40
Adaptação 1 (5 dias)	22,02	28,9	17,1	0,00
Fase 1 (10 dias)	20,07	25,4	9,3	0,70
Adaptação 2 (5 dias)	20,65	25,6	12,7	0,00
Fase 2 (10 dias)	16,33	28,1	10,2	0,00

* Média entre as temperaturas registradas às 12 h e às 18 h.

2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A produção de leite e a MSCC foram avaliadas pela Análise de Variância própria do delineamento estatístico empregado, em um modelo cujas fontes de variação foram os tratamentos (dois) e períodos (dois) como efeitos principais, e os animais (dez) como efeito aleatório (Alvarenga; Chaves; Lima, 2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de leite foi afetada significativamente pelo fator tratamento ($P<0,05$) e pelo fator animal ($P<0,01$), sem efeito do fator período ($P>0,05$).

O sistema “Usual” apresentou uma maior produção diária média de leite em relação ao sistema “Proposto” ($17,55 \pm 5,80$ versus $16,34 \pm 6,49$ kg animal $^{-1}$ dia $^{-1}$) (Tabela 4), devido à maior oferta de ração (média de 5,4 vs. 3,2 kg animal $^{-1}$ dia $^{-1}$, respectivamente). Em oito animais, a vantagem do sistema “Usual” variou de zero a apenas 10,4%, mas em dois animais alcançou 31,1 e 40,5%, determinando a superioridade, ainda que pequena, deste sistema. O melhor desempenho técnico do sistema que utilizou maior quantidade de ração era esperado, devido ao maior aporte de nutrientes disponíveis ao animal, levando a uma produção mais elevada.

Tabela 4. Produção de leite diária média por animal nos dois sistemas avaliados, por período experimental

Tratamentos	Oferta média diária de ração (kg animal $^{-1}$)	Produção média de leite (kg animal $^{-1}$ dia $^{-1}$)		
		Período 1	Período 2	Média dos períodos
Sistema “Usual”	5,4	$16,74 \pm 4,29$	$18,36 \pm 6,94$	$17,55 \pm 5,80$ a
Sistema “Proposto”	3,2	$16,66 \pm 7,94$	$16,02 \pm 4,66$	$16,34 \pm 6,49$ b
Média dos sistemas	-	$16,70 \pm 6,35$	$17,19 \pm 6,00$	

a, b: Médias seguidas de letras desiguais diferem estatisticamente ($P<0,05$).

Vacas mestiças Gir x Holandês mantidas em capim tanzânia recebendo 5 kg de concentrado por dia produziram mais leite corrigido para 3,5% de gordura do que aquelas suplementadas com 2,5 kg (Signoretti *et al.*, 2013). Em uma avaliação de quatro anos, Suñe e Müller (2018) observaram que vacas em pastejo de aveia preta e azevém, e, após, de sorgo forrageiro, alcançaram uma produção média de 19,78 litros animal⁻¹ dia⁻¹ quando recebiam 4 kg dia⁻¹ de ração, contra 22,15 litros animal⁻¹ dia⁻¹ se alimentadas com o dobro desta quantidade.

Ao comparar três níveis de fornecimento de concentrado (1 kg para cada 1,5; 2 ou 2,5 kg de leite produzidos acima de 6 kg), Salmazo *et al.* (2012) constataram que as maiores quantidades de suplemento não diferiram entre si quanto à produção de leite, mas superaram de modo significativo o nível 1:2,5. Trabalhando com vacas Gir leiteiro em pastagem de capim elefante, Teixeira *et al.* (2013) registraram que a produção de leite teve uma resposta curvilinear ao aumento do consumo de concentrado. Soca *et al.* (2014) mostram a maior produção diária de leite corrigido a 4% de gordura por vacas Holandesas suplementadas com 6 kg de concentrado dia⁻¹, em relação àquelas que receberam metade desta quantidade (15,7 e 14,4 kg animal⁻¹, respectivamente).

A resposta técnica ao uso de concentrado, evidenciada pelo aumento na quantidade absoluta de produção, como acima demonstrado, é, sem dúvida, um aspecto relevante, e que normalmente chama muito a atenção do produtor. Há que se considerar, porém, a eficiência econômica da suplementação, aspecto nem sempre devidamente analisado em grande parte dos sistemas de produção. A lucratividade da suplementação depende fundamentalmente de dois fatores: a eficiência técnica, ou seja, o acréscimo de leite determinado por quilo de concentrado, e uma relação favorável entre custo do suplemento e preço do leite, ou *input/output* (Oliveira *et al.*, 2010; Teixeira *et al.*, 2013). Há mais de 50 anos, Aronovich, Faria e Dusi (1972) já mostravam que o aumento no nível de fornecimento de concentrado apresenta resultados positivos sobre a produção de leite, mas o acréscimo observado não cobria o custo da alimentação suplementar, tornando-a, evidentemente, inviável.

No presente trabalho, procedeu-se uma breve avaliação econômica, efetivada por meio da margem sobre o custo do concentrado (MSCC). A MSCC, para valores vigentes em abril/2023, foi afetada significativamente apenas pelo fator animal ($P<0,01$), sem efeito dos fatores tratamento e período ($P>0,05$). Já para os valores relativos ao mês de janeiro/2024, constatou-se efeito significativo dos fatores tratamento ($P<0,05$) e animal ($P<0,01$), sem efeito, novamente, do fator período ($P>0,05$). Os resultados constam da Tabela 5.

Em abril/2023, os sistemas “Usual” e “Proposto” apresentaram uma MSCC diária de R\$ 39,56 e R\$ 40,67 por vaca, respectivamente, representando uma vantagem de R\$ 1,11 para o sistema “Proposto”, diferença, porém, sem significância estatística ($P>0,05$). Já no mês de janeiro/2024, a vantagem do sistema “Proposto” alcançou o patamar de R\$ 1,58 por vaca por dia, com desempenho econômico superior ($P<0,05$) ao sistema empregado rotineiramente na propriedade. Mesmo com a maior produção individual diária de leite, em nenhum dos dois momentos de análise o sistema “Usual” foi economicamente vantajoso, e, ao contrário, em janeiro/2024 mostrou-se nitidamente menos lucrativo. De modo similar, Silva *et al.* (2008) verificaram que a produção estival de leite sobre capim quicuio aumentou à medida que o nível de suplementação concentrada

aumentou, mas a margem bruta e a margem líquida da atividade decresceram no mesmo sentido.

Tabela 5. Principais aspectos do desempenho técnico e econômico dos sistemas avaliados

Aspectos	Sistema “Usual” (U)	Sistema “Proposto” (P)	Diferença (P – U)
Ração utilizada (kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹)	5,4	3,2	- 2,2
Produção de leite (kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹)	17,55 a	16,34 b	- 1,21
Quilos de leite produzido/kg de ração fornecida	3,25	5,11	+ 1,86
Receita com o leite (R\$ vaca ⁻¹ dia ⁻¹) – abril 2023	50,90	47,39	- 3,51
Despesa com ração (R\$ vaca ⁻¹ dia ⁻¹) – abril 2023	11,34	6,72	- 4,62
Margem sobre o custo do concentrado (R\$ vaca ⁻¹ dia ⁻¹) – abril/2023	39,56	40,67	+ 1,11
Receita com o leite (R\$ vaca ⁻¹ dia ⁻¹) – janeiro 2024	34,57	32,19	- 2,38
Despesa com ração (R\$ vaca ⁻¹ dia ⁻¹) – janeiro 2024	9,72	5,76	- 3,96
Margem sobre o custo do concentrado (R\$ vaca ⁻¹ dia ⁻¹) – janeiro 2024	24,85 b	26,43 a	+ 1,58

a, b: Médias seguidas de letras desiguais diferem estatisticamente ($P < 0,05$). Valores referentes ao dia 10/abril/2023: kg de ração 18% de proteína = R\$ 2,10; valor médio pago ao produtor pelo litro de leite = R\$ 2,90; cotação do dólar no dia = R\$ 5,09. Valores referentes ao dia 05/janeiro/2024: kg de ração 18% de proteína = R\$ 1,80; valor médio pago ao produtor pelo litro de leite = R\$ 1,97; cotação do dólar no dia = R\$ 4,88. Margem sobre o custo do concentrado = receita com o leite menos despesa com ração.

Os resultados evidenciam a importância de considerar o potencial da pastagem como fornecedora de nutrientes para a produção de leite e o emprego de concentrados apenas para alavancar desempenhos superiores. Ou seja, a suplementação deve estar pautada, sem dúvida, na forragem fornecida. O sistema “Usual” promoveu o fornecimento de ração mesmo para animais de baixa produtividade e com reduzido potencial de aumento de produção, e, portanto, com baixa perspectiva de rentabilidade advinda da alimentação suplementar, levando a um menor desempenho econômico.

O resultado econômico da produção leiteira frente ao uso de doses de insumos também pode ser avaliado pela resposta produtiva marginal (RPM). Heard *et al.* (2021) destacam que, para suplementar os animais de forma lucrativa, é necessário que se saiba quanto leite extra será produzido para cada quilo de concentrado consumido, ou seja, a RPM em leite. Os autores salientam, ainda, que esta informação deve estar acompanhada dos respectivos preços (insumo e produto) para determinar o nível mais rentável da suplementação, isto é, o ponto em que a receita com o leite extra supera o custo do concentrado usado para produzi-lo. Para Borges *et al.* (2015), a RPM demonstra a eficiência biológica do emprego do concentrado e serve como um critério na determinação da quantidade ótima de suplemento.

No presente trabalho, o fornecimento de 2,2 kg de ração a mais por dia (5,4 versus 3,2 kg animal⁻¹) proporcionou um acréscimo de 1,21 kg de leite (17,55 versus 16,34 kg animal⁻¹), o que representa uma RPM de 0,55 kg de leite por quilo adicional de ração. As RPMs de leite em vacas pastejando forrageiras tropicais situam-se na ordem de 0,16 a 0,48

(Pimentel *et al.*, 2013); 0,44 (Teixeira *et al.*, 2018); 0,46 a 0,82 (Teixeira *et al.*, 2013); 0,5 (Macedo *et al.*, 2016); 0,57 (Moraes *et al.*, 2021); 0,65 (Lana, 2004); 0,93 (van Wyngaard; Meeske; Erasmus, 2018), 0,99 (Signoretti *et al.*, 2013) e 1,2 (Vilela *et al.*, 2007). Observa-se, portanto, que o valor encontrado neste trabalho está próximo à média dos índices registrados na literatura.

Borges *et al.* (2015) indicam que o emprego de concentrado deve ficar restrito a situações em que o custo do quilo do suplemento seja inferior ao produto entre a eficiência marginal e o preço do leite pago ao produtor. A RPM obtida indica que, na prática, o custo de 1 kg de ração (sem considerar custo de frete e mão de obra) deve ser equivalente, no máximo, ao valor recebido por 0,55 litros de leite. Deste modo, a adoção do sistema “Usual” só teria razoabilidade econômica se o preço do leite pago ao produtor fosse, no mínimo, 1,82 vezes maior do que o da ração, referencial distante do aqui verificado, tanto no mês de abril/2023 (1,38 vezes), quanto em janeiro/2024 (1,09 vezes). Ou, sob outra ótica, o preço da ração deveria ser, no máximo, R\$ 1,59 (abril/2023) e R\$ 1,08 (janeiro/2024), mas, nas duas ocasiões, superava largamente tais limites.

Neste cenário, é preciso observar atentamente a relação de troca entre os dois elementos. Dados do Centro de Inteligência do Leite - CILEITE (2023) referentes ao período 2005 a 2022 mostram que, em média, são necessários 43,61 kg de leite para adquirir 60 kg da chamada “mistura” (70% de milho e 30% de farelo de soja). Nas condições deste estudo, a relação de troca situou-se em 43,44 (abril/2023) e 54,82 (janeiro/2024). Porém, para haver viabilidade econômica, com base na RPM, o máximo que se poderia desembolsar seria 33 kg de leite por saco (60 kg) de ração. O quadro é ainda agravado pelo comportamento discrepante dos preços de insumo e produto no mercado nacional. Em 2021, por exemplo, enquanto o preço do concentrado aumentou 55%, o valor do leite pago ao produtor recebeu uma majoração de apenas 27% (Stock; Leite, 2022).

Há que se considerar, porém, que talvez seja um equívoco realizar a análise econômica do emprego de concentrados com base apenas no acréscimo da produtividade de leite dos animais lactantes em um momento específico (Agostoni; Silva; Rockenbach, 2006). Segundo os autores, a suplementação fatalmente repercutirá em uma maior oferta de alimento ao rebanho, permitindo a ampliação do número de animais e, por consequência, do número de vacas em lactação, elevando a produção de leite por via indireta. O emprego de concentrados pode também melhorar o escore corporal das vacas, notadamente ao final da lactação (Silva *et al.*, 2017), bem como aprimorar os índices reprodutivos do rebanho, aumentar a duração da lactação e a produção de leite por área (Rodrigues, 2000; Silva *et al.*, 2015). Estes efeitos não foram avaliados no presente trabalho, e devem ser motivo de novas abordagens sobre a economicidade do uso de concentrados em sistemas de produção leiteira.

Por fim, cabe destacar que o estudo e a definição de critérios de fornecimento de concentrado para vacas em lactação não têm apenas conotações técnicas e econômicas, mas também, e notadamente, científicas. A questão merece um olhar mais apurado de ferramentas disponíveis e em notável evolução, tais como biotecnologia, sistemas automatizados, nutrição de precisão, genômica nutricional (Mühlbach, 2012; Haq *et al.*, 2022; Pereira, 2023; Santos; Marinho, 2023), entre outras.

4 CONCLUSÃO

O estudo foi conduzido em uma realidade próxima à de milhares de propriedades rurais típicas da agricultura familiar brasileira. Em muitas destas propriedades, a ilusão provocada pelo aumento da produção e a falta de um controle apurado de custos têm provocado um uso de concentrados acima do razoável, especialmente em sistemas produtivos de reduzida tecnificação. Neste contexto, a suplementação é por vezes vista e tratada como “solução” para a baixa produtividade decorrente da escassez quantitativa de volumosos e de problemas de manejo.

O sistema utilizado como testemunha (“Usual”), que preconiza uma relação concentrado:leite de 1:3, é um dos modelos de arraçoamento mais recomendados a campo, por ser linear, de simples compreensão e fácil aplicação. Porém, ao desconsiderar o aporte de nutrientes advindo do volumoso, conduz a um elevado e desnecessário dispêndio do insumo, em especial para animais de limitada capacidade de resposta. Quando, ao contrário, realiza-se a contabilização da capacidade potencial do pasto em produzir leite, ponto chave do sistema “Proposto”, é possível usar as fontes de alimento de forma mais racional, atendendo os animais de acordo com a sua necessidade nutricional específica, sem excessos ou desperdício. A maior produção de leite no sistema “Usual” seria – e foi – o resultado lógico e esperado, fruto de uma alocação mais expressiva de insumo e, logo, de capital. Porém, sua menor viabilidade econômica é um aspecto que precisa ser devidamente considerado na formulação do plano de alimentação do rebanho.

Constata-se, então, a imperiosa necessidade de, a todo momento, controlar custos e dimensionar retornos financeiros das tecnologias aplicadas. Embora isso seja verdade em qualquer atividade econômica, é ainda mais relevante na atividade leiteira, face à pequena margem de lucro que a caracteriza. O objetivo deve ser a lucratividade máxima, mas ela nem sempre está acompanhada da produção e/ou produtividade máxima. Assim, a quantidade de concentrado a ser fornecida para vacas em lactação é uma questão que deve ser analisada sob os pontos de vista técnico e econômico, em uma abordagem que envolva não só a produção de leite, mas também outros aspectos de relevância zootécnica.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, I.; SILVA, M. C.; ROCKENBACH, I. H. A administração rural e o uso econômico de ração. **Custos e @gronegócio on line**, v. 2, ed. esp., p. 51-63, 2006.
- ALBERTON, L. R.; FANIN, M.; ORO, M.; SAVANHAGO, R.; MARTINS, W. D. C. Efeitos da suplementação de vacas com propionato de cálcio na dieta sobre a glicemia, produção e composição do leite. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 1202-1212, 2013.
- ALVARENGA, T. C.; CHAVES, L. M.; LIMA, R. R. Planejamento de ensaios changeover na experimentação animal. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 13, p. 1-10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2021.35861>

ARONOVICH, S.; FARIA, E. V.; DUSI, G. A. O uso de concentrados na alimentação de vacas leiteiras em boas pastagens de capim pangola. II. Resultados de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Zootecnia**, v. 7, p. 67-70, 1972.

ASSIS, L. P.; VILLELA, S. D. J.; LOPES, M. A.; SANTOS, R. A.; RESENDE, E. S.; SILVESTRE, L. H. A.; SILVA, H. B. F.; MARTINS, P. G. M. A. Análise econômica e de custos de produção da atividade leiteira durante 10 anos em uma propriedade do Alto Vale do Jequitinhonha. **Custos e @gronegócio on line**, v. 13, n. 2, p. 176-200, 2017.

BETT, V.; LUGÃO, S. M. B.; MARTINS, J. R.; NASCIMENTO, W. G. Desafios e avanços no desenvolvimento da pecuária de leite familiar – Programa Leite Mais. In: MARTINS, A. S.; SANTOS, G. T.; KAROLEWSKI, L. S. L.; ROCHA, R. A. (Orgs.). **Desafios e avanços da cadeia produtiva do leite**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2019.

BORGES, A. L. C. C.; TEIXEIRA, R. M. A.; SILVA, E. A.; FERNANDES, L. O.; RUAS, J. R. M.; QUEIROZ, D. S.; LAGE, H. F. Desempenho nutricional de bovinos leiteiros. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 286, p. 88-99, 2015.

CATTANEO, L.; PICCIOLI-CAPPELLI, F.; MINUTI, A.; TREVISI, E. Metabolic and physiological adaptations to first and second lactation in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 106, n. 5, p. 3559-3575, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22684>.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA DO LEITE. **Leite em Números**: Preços ao produtor e custo de produção. CILEITE, 2023. Disponível em: https://www.cileite.com.br/leite_numeros_precos. Acesso em: 09 jan. 2024.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Custo de produção em pecuária de leite em Castro/PR**. CNA/CEPEA-ESALQ, 2018. Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/pesquisa-campo-futuro-leite>. Acesso em: 30 dez. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 744 p.

FARINA, E.; GARDIN, J. A. C.; BEE, A. M. Análise de viabilidade econômica da atividade de bovinocultura de leite em uma propriedade no município de Pinheiro Preto – SC. In: Congresso Brasileiro de Custos, 22, Foz do Iguaçu, 11-13/nov./2015. **Anais** [...] Foz do Iguaçu: ABC, 2015. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3983>. Acesso em: 30 dez. 2023.

FERREIRA, M. B. D.; FERNANDES, L. O.; SILVA, E. A.; LOPES, B. C.; OLIVEIRA, A. P.; LEDIC, I. L.; PINHEIRO, A. R.; XAVIER, F. T. O Gir leiteiro da EPAMIG: mais de meio século de seleção. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 286, p. 9-23, 2015.

FRAGA, D. R.; KLEEMANN, A. P. H.; PEREIRA, E. A.; PARMEGGIANI, E. B.; BARONI, J. I.; VIÉGAS, J. Efeito da adição de glicerina bruta na dieta de vacas de leite sobre o consumo de alimento. In: RUIZ, V. R. R. (Org.). **A Produção do Conhecimento na Medicina Veterinária**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. p. 50-57.

GOMIDE, C. A. M.; PACIULLO, D. S. C.; DERESZ, F.; LOPES, F. C. F. Potencial das forrageiras tropicais para a produção de leite a pasto. **Informe Agropecuário**, v. 33; n. 266, p. 80-91, 2012.

GONZÁLEZ, F. H. D. (Ed.). **A vaca leiteira do século 21: lições de metabolismo e nutrição**. Porto Alegre: UFRGS, 2021. 348 p.

HAQ, Z.; SALEEM, A.; KHAN, A. A.; DAR, M. A.; GANAIE, A. M.; BEIGH, Y. A.; HAMADANI, H.; AHMAD, S. M. Nutrigenomics in livestock sector and its human-animal interface – a review. **Veterinary and Animal Science**, v. 17, art. 100262, p. 1-11, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vas.2022.100262>.

HEARD, J. W.; HANNAH, M. C.; HO, C. K. M.; WALES, W. J. Predicting immediate marginal milk responses and evaluating the economics of two-variable input tactical feeding decisions in grazing dairy cows. **Animals**, v. 11, 1920, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11071920>.

LANA, R. P. Efficiency of use of concentrate ration on weight gain and milk production by cattle under tropical and intensive condition in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 82, Suppl. 1, p. 222, 2004.

LAUN, G. F. **O emprego de concentrados na alimentação do gado leiteiro**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1948. 40 p.

MACEDO, F. L.; SOUZA, J.; BATISTEL, F.; CHAGAS, L. J.; SANTOS, F. A. P. Supplementation with Ca salts of soybean oil interacts with concentrate level in grazing dairy cows: milk production and milk composition. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 8, p. 1585-1591, 2016. DOI: 10.1007/s11250-016-1131-5.

MORAES, C. T.; MORENZ, M. J. F.; GOMIDE, C. A. M.; PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F. Performance of crossbred Holstein x Gyr dairy cows, with and without energy supplementation, in BRS Kurumi elephant grass pastures. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 2555-2568, 2021. DOI: 10.5433/1679-0359.2021v42n4p2555.

MÜHLBACH, P. R. F. Nutrição de precisão da vaca leiteira: sofisticação ou necessidade? In: ARALDI, D. F.; SIQUEIRA, L. C. (Eds.). **FÓRUM DE PRODUÇÃO PECUÁRIA-LEITE**, 15,

Cruz Alta, 11-12/set./2012. **Anais** [...] Cruz Alta: UNICRUZ, 2012. p.23-27. Disponível em: https://home.unicruz.edu.br/forumdoleite/downloads/anais/Anais_II_Salao_2012.pdf. Acesso em: 08 nov. 2025.

NOVO, A. L. M. Sistemas de produção de leite utilizando pastagens. In: Simpósio sobre Manejo, Nutrição e Sanidade de Gado Leiteiro, 1, São Carlos, 21-22/jun./2001. **Anais** [...] São Carlos: Embrapa, 2001. p. 203-210.

OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; LANA, R. P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Estimate of the optimal level of concentrates for dairy cows on tropical pastures by using the concept of marginal analysis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 2040-2047, 2010.

OLIVEIRA, L. A. A.; OLIVEIRA, S. J. M.; SPIES, A. Leite de Santa Catarina: escala, tecnologia e retorno econômico. In: EMBRAPA. **Anuário Leite 2023**: Leite baixo carbono. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2023. p. 34-36.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR, V. P.; MASSIGNAM, A. M.; PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F. V. **Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-Rom.

PEREIRA, M. N.; RESENDE, J. C.; PEREIRA, R. A. N.; SILVA, H. C. M. Indicadores de desempenho de fazendas leiteiras de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 4, p. 1033-1042, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8218>.

PEREIRA, M. N. Sistemas de ordenha robótica e nutrição. In: TEIXEIRA, A. M.; PEREIRA, A. F. P.; GONÇALVES, L. C. (Eds.). **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE**, 2, Uberlândia, 20-22/set./2023. **Anais** [...] Belo Horizonte: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 2023. p.96-106. Disponível em: https://eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/anais_simnutrileite_2023.pdf. Acesso em: 08 nov. 2025.

PIMENTEL, J. J. O.; LANA, R. P.; TEIXEIRA, R. M. A.; ABREU, D. C.; GHEDINI, C. P. Produção de leite em função de níveis de suplementação com concentrados para vacas leiteiras pastejando capim-elefante. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 07, n. 1, p. 61-78, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130005>.

PRATA, M. A.; VERCESI FILHO, A. E.; EL FARO, L.; VERNEQUE, R. S.; PANETTO, J. C. C.; CARDOSO, V. L.; FERNANDES, A. R. Objetivos de seleção para características de produção e qualidade do leite para a raça Gir Leiteiro. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 286, p. 41-50, 2015.

RAMOS, J. E. S.; BORBA, M. C.; MELO, A. P. S.; XAVIER, L. F.; CARVALHO, D. M. *Benchmarks em sistemas de produção de leite: uma aplicação da análise envoltória de dados (DEA).* **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 449-474, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n2p449-474>.

RESENDE, E. S.; VILLELA, S. D. J.; LEONEL, F. P.; MACHADO, H. V. N.; MARTINS, P. G. M. A.; OLIVEIRA, S. J. Avaliação de indicadores zootécnicos e econômicos em sistemas leiteiros com diferentes estratos de tamanho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 3, p. 775-796, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n3p775-796>.

RIES, J. E. **Relatório socioeconômico da cadeia produtiva do leite no Rio Grande do Sul: 2019.** Porto Alegre RS: Emater/RS-Ascar, 2019. 114 p.

RODRIGUES, A. A. **Resposta de vacas leiteiras à suplementação com concentrado, em dietas a base de pastagens, sobre a produção de leite.** Circular Técnica, 27. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000.

SALMAZO, R.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; MOREIRA, F. B.; ROCHA, M. A.; SENEDA, M. M.; HIROKI, P. T.; KRAWULSKI, C. C. Efeito de diferentes níveis de concentrado no período pré e pós-parto sobre a produção de leite e escore corporal de vacas leiteiras. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1219-1228, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n3p1219>.

SANTOS, J. E. P.; MARINHO, M. N. Eficiência alimentar e consumo alimentar residual em bovinos leiteiros: o que é, suas implicações e seu uso para seleção genética. In: TEIXEIRA, A. M.; PEREIRA, A. F. P.; GONÇALVES, L. C. (Eds.). **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE**, 2, Uberlândia, 20-22/set./2023. **Anais** [...] Belo Horizonte: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 2023. p.8-27. Disponível em: https://eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documents/anais_simnutrileite_2023.pdf. Acesso em: 08 nov. 2025.

SIGNORETTI, R. D.; RESENDE, F. D.; PESSIM, B.; SOUZA, F. H. M.; SOUZA, L. A. Produção e composição de leite de vacas mestiças suplementadas com diferentes níveis de concentrado mantidas em pastagem de capim tanzânia irrigada. **Boletim da Indústria Animal**, v. 70, n. 1, p. 10-19, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.17523/bia.v70n1p10>.

SILVA, H. A.; KOEHLER, H. S.; MORAES, A.; GUIMARÃES, V. D. A.; HACK, E.; CARVALHO, P. C. F. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 445-450, 2008.

SILVA, J. A.; CABRAL, L. S.; COSTA, R. V.; MACEDO, B. G.; BIANCHI, I. E.; TEOBALDO, R. W.; NEVES, C. G.; CARVALHO, A. P. S.; PLOTHOW, A. F.; COSTA JÚNIOR, W. S.; SILVA, C. G. M. Estratégias de suplementação de vacas de leite mantidas em pastagem de gramínea tropical durante o período das águas. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 9, n. 3, p. 150-157, 2015.

SILVA, J. A.; SILVA, C. G. M.; SOUSA, D. P.; PAULA, N. F.; CARVALHO, A. P. S.; MACEDO, B. G.; COSTA JÚNIOR, W. S.; BIANCHI-ZANETTE, I. E.; COSTA, R. V.; TEOBALDO, R. W. Supplementation strategies for dairy cows kept in tropical grass pastures. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.1, p.401-416, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n1p401>.

SILVA, L. A. C.; MEIRELLES, P. R. L. Produção de leite a pasto: considerações sobre o sistema. In: Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu, 2, Botucatu, 21-25/out./2013. **Anais** [...] Botucatu: FATEC, 2013. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/IIJTC/IIJTC/paper/viewFile/491/363>. Acesso em: 09 jan. 2024.

SILVA, M. F.; SILVA, A. C.; REZENDE, A. C.; PINTO, R. S. Zootechnical and economical evaluation of dairy farms: focus on costs management. **Custos e @gronegócio on line**, v. 14, Special Edition, p. 182-212, 2018.

SILVA, S. S.; OLIVEIRA, M. C.; CAMPOS, J. M. S.; SILVA, J. L.; MOREIRA, G. R.; MONTEIRO, C. C. F.; MORAES, G. S. O.; FERREIRA, M. A. Viabilidade econômica em sistemas de produção de leite da Agricultura familiar em Pernambuco. **Custos e @gronegócio on line**, v. 15, n. 3, p. 460-484, 2019.

SOCA, P.; GONZÁLEZ, H.; MANTEROLA, H.; BRUNI, M.; MATTIAUDA, D.; CHILIBROSTE, P.; GREGORINI, P. Effect of restricting time at pasture and concentrate supplementation on herbage intake, grazing behaviour and performance of lactating dairy cows. **Livestock Science**, v. 170, p. 35-42, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.07.011>.

STELZER, F. S.; LANA, R. P.; CAMPOS, J. M. S.; MANCIO, A. B.; PEREIRA, J. C.; LIMA, J. G. Desempenho de vacas leiteiras recebendo concentrado em diferentes níveis, associado ou não a própolis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1381-1389, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000700030>.

STOCK, L. A.; LEITE, J. L. B. Preços e custos na produção de leite no Brasil. In: EMBRAPA. **Anuário Leite 2022**: Pecuária leiteira de precisão. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2022. p. 44-45.

SUÑE, R.; MÜLLER, M. **Práticas de suplementação e seu impacto na qualidade do leite em sistemas de produção de base pastoril**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2018. 11 p. (Circular Técnica, 49).

TEIXEIRA JÚNIOR, F. E. P.; LOPES, M. A.; RUAS, J. R. M.; COSTA, M. D.; ROCHA JÚNIOR, V. R. Efeito da frequência de ordenhas de vacas mestiças na rentabilidade da atividade leiteira. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 11, n. 1, p. 53-61, 2017. DOI: <https://doi.org/10.26605/medvet-n1-1625>.

TEIXEIRA JÚNIOR, F. E. P.; LOPES, M. A.; RUAS, J. R. M.; SILVA, M. A. O. Efeito dos manejos de amansamento de primíparas no pré-parto e do maior peso vivo ao parto na rentabilidade da atividade leiteira. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 23, n. 1-2, p. 81-86, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2016.035>.

TEIXEIRA JÚNIOR, F. E. P.; LOPES, M. A.; RUAS, J. R. M. Efeito do pagamento por qualidade do leite na rentabilidade da atividade leiteira. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 1, p. 24-34, 2015. DOI: 10.14295/2238-6416.v70i1.375.

TEIXEIRA, A. M.; JAYME, D. G.; SENE, G. A.; FERNANDES, L. O.; BARRETO, A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, D. J.; COUTINHO, A. C.; GLÓRIA, J. R. Desempenho de vacas Girolando mantidas em pastejo de Tifton 85 irrigado ou sequeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 5, p. 1447-1453, 2013.

TEIXEIRA, R. M. A.; LANA, R. P.; ABREU, D. C.; FERNANDES, L. O.; OLIVEIRA, A. S.; CAMPUS, J. M. S.; PIMENTEL, J. J. O.; GHEDINI, C. P. Eficiência de utilização de concentrado na produção de leite em vacas da raça Gir linhagem leiteira sob confinamento ou pastejo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.1, p.128-137, 2013.

TEIXEIRA, R. M. A.; BENFICA, L. F.; ALESSI, K. C.; SILVA, E. A.; FERNANDES, L. O.; OLIVEIRA, A. S.; FARIA, D. J. G.; SALVADOR, F. M. Respostas produtivas, marginais e econômicas de vacas Girolando sob pastejo de Tifton 85 recebendo diferentes concentrados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 5, p. 1605-1614, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9985>.

VAN WYNGAARD, J. D. V.; MEESKE, R.; ERASMUS, L. J. Effect of concentrate level on enteric methane emissions, production performance, and rumen fermentation of Jersey cows grazing kikuyu-dominant pasture during summer. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 11, p. 9954–9966, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14327>.

VILELA, D.; FERREIRA, A. M.; RESENDE, J. C.; LIMA, J. A.; VERNEQUE, R. S. Efeito do concentrado no desempenho produtivo, reprodutivo e econômico de vacas da raça Holandesa em pastagem de *coast-cross*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 2, p. 443-450, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000200026>.

VILLANUEVA, C.; IBRAHIM, M.; CASTILLO, C. Enteric methane emissions in dairy cows with different genetic groups in the Humid Tropics of Costa Rica. **Animals**, v. 13, n. 4, 730, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13040730>.

WORKU, D.; ALEMAYEHU, K.; MELEKOTE, M. H. Comparative milk production performance evaluation of Holstein Friesian cattle breeds in the two different agro ecological systems: The case in Alage and Ardaita Atvet College Dairy Farm, Oromia Region, Ethiopia. **Advances in Biological Research**, v. 10, n. 5, p. 295-303, 2016. DOI: 10.5829/idosi.abr.2016.295.303.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. (Eds.Tec.). **Atlas Climatológico da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. 2. Ed. Brasília: EMBRAPA, 2012.