

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM PROTEÍNA PROTEGIDA SOBRE A QUALIDADE DO LEITE EM VACAS SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE ESTRESSE TÉRMICO

MÁRIO TOYO VIEIRA^{1,2}; RUTIELE SILVEIRA¹, RITIELE DOS SANTOS TEIXEIRA¹, RAIANE DE MOURA DA ROSA¹, GUSTAVO DESIRÉ ANTUNES GASTAL¹, FRANCISCO AUGUSTO BURKERT DEL PINO^{1,3}

¹*Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária (NUPEEC HUB) - @nupeec.hub*

Faculdade de Veterinária – Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Campus Universitário – 96010 900 – Pelotas/RS - Brasil

²*mariotoyo24@gmail.com*

³*fabdelpino@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

O estresse térmico ocorre quando uma vaca não consegue dissipar o excesso de calor para equilibrar sua temperatura corporal, provocando alterações fisiológicas, metabólicas e comportamentais na tentativa de preservar a homeostase (MOORE et al., 2023). O aumento da produção de leite, aliado à maior ingestão, gera um maior calor metabólico pelo animal, especialmente devido ao aumento na fermentação ruminal. Em condições de estresse térmico, esse aumento pode comprometer a eficiência na dissipação de calor, afetando o bem-estar e o desempenho animal (BESTEIRO et al., 2025).

Segundo PATE et al. (2020), não apenas a produção geral de leite diminui durante o estresse térmico, mas a sua composição também é alterada. A depleção de aminoácidos (AAs), causada por fatores como estresse oxidativo e gliconeogênese, diminui a disponibilidade desses compostos para a síntese de proteínas do leite, resultando em menor produção e concentração proteica (SAMMAD et al., 2020).

Uma estratégia nutricional promissora para mitigar os efeitos do estresse térmico é a suplementação com proteína não degradável no rúmen (PNDR). Essa fração proteica passa de maneira intacta pelo rúmen e é digerida no intestino, reduzindo a fermentação ruminal e, consequentemente, a produção de calor, favorecendo a termorregulação (HRISTOV & PRICE, 2004; WOO et al., 2024). Além disso, a PNDR fornece AAs essenciais ao metabolismo da vaca, podendo melhorar a síntese proteica, a eficiência do uso de nitrogênio e a qualidade do leite (CHESINI et al., 2023).

Estudos demonstram os efeitos positivos da suplementação com metionina protegida ou proteção por taninos como fonte de PNDR na resposta ao estresse térmico (PATE et al., 2020; SANTILLO et al., 2022). No entanto, ainda são escassas as pesquisas que avaliam o uso de outras fontes, como o farelo de soja tratado termicamente, especialmente em condições de variação térmica.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação com proteína protegida da degradação ruminal sobre a composição do leite em vacas da raça Holandês submetidas a diferentes níveis de estresse térmico.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado com a utilização de 24 vacas da raça Holandês entre 45 a 90 dias em lactação (DEL), primíparas e secundíparas, alojadas em sistema *Compost Barn*. Os animais foram distribuídos em dois grupos experimentais: Grupo Controle (GC): Plantel de 12 vacas recebendo uma dieta basal composta por silagem de milho, pré-secado de azevém e concentrado sem suplementação de proteína protegida; Grupo Tratamento (GT): Plantel de 12 vacas recebendo a mesma dieta basal do GC, porém, com substituição parcial de 66,9% de farelo de soja por farelo de soja bypass (SoyPass®, Cargill, Belo Horizonte, BR).

O experimento teve duração de 50 dias, onde 7 dias foram destinados para a adaptação e os 43 restantes para coleta de dados, sendo realizado durante os meses de janeiro a março de 2023. O experimento foi aprovado pela comissão de ética em uso animal da UFPel, sob o código 021837/2023-45.

Foram realizadas coletas de leite em frascos contendo conservante bromopol nos dias 1, 7, 14, 21, 28, 35 e 43, nas três ordenhas do dia (manhã, tarde e noite). As amostras foram mantidas refrigeradas e posteriormente, enviadas para o Laboratório Centralizado de Análise de Leite, na Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) para análise dos constituintes do leite (gordura, proteína, relação gordura/proteína, lactose e sólidos totais).

O ambiente foi monitorado continuamente através de sensores ambientais (CowMed®, Santa Maria, BR) que mensurava durante 24 horas por dia o índice de temperatura e umidade (ITU). Foram considerados três níveis para avaliar o potencial de estresse térmico: termoneutralidade (ITU < 68), estresse leve (68 ≤ ITU < 72) e estresse moderado (72 ≤ ITU < 78) (COLLIER et al., 2019).

Todas as análises estatísticas foram conduzidas com o software R 4.2.1. Os dados foram analisados utilizando análise de variância multifatorial, considerando dois fatores: o tratamento (controle e suplementação de proteína) e o nível de estresse térmico (termoneutralidade, estresse leve e estresse moderado). A interação entre esses fatores foi avaliada para verificar se o efeito da suplementação dependia do nível de estresse térmico. Foi considerado significância estatística quando $P \leq 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a média do ITU foi de $70,35 \pm 5,04$, variando entre 62 e 77. Quanto às condições térmicas, registraram-se 7 dias em condição de termoneutralidade, 25 dias sob estresse térmico leve e 18 dias sob estresse térmico moderado.

A Tabela 1 descreve os resultados dos parâmetros produtivos. Em relação à composição do leite, animais do GT apresentaram maior produção de gordura que o GC ($P = 0,04$), maior relação gordura/proteína no leite ($P < 0,01$) e menores teores de lactose ($P < 0,01$). Foi observado efeito do estresse térmico nos níveis de proteína ($P = 0,02$) e na relação gordura/proteína ($P < 0,01$), reduzindo progressivamente em condições de maior estresse térmico.

Tabela 1 - Composição do leite de vacas suplementadas ou não com proteína protegida em diferentes níveis de estresse térmico

Parâmetros	Categorias de estresse térmico						SE	Valor de P		
	TN		LS		MS			G	H	H*G
	CG	TG	CG	TG	CG	TG				
Gordura (g/dL)	3.34	3.38	3.32	3.44	3.32	3.49	0.08	0.04	0.86	0.78
Proteína (g/dL)	2.89	2.86	2.94	2.93	2.90	2.87	0.06	0.05	0.02	0.92
Relação gordura/proteína	1.16	1.18	1.16	1.23	1.14	1.24	0.03	<0.01	<0.01	0.64
Lactose (g/dL)	4.48	4.43	4.54	4.47	4.56	4.51	0.28	<0.01	<0.01	0.69
Sólidos totais (g/dL)	11.71	11.66	11.63	11.68	11.65	11.78	1.02	0.28	0.66	0.59

SE: Erro padrão; TN: Termoneutralidade; LS: Estresse leve; MS: Estresse moderado; CG: Grupo controle; TG: Grupo tratamento; G: Grupo; H: Estresse térmico; H*G: Interação entre estresse térmico e grupo.

O estresse térmico influencia a qualidade do leite, uma vez que a redução na síntese dos componentes lácteos pode estar relacionada a lesões nas células mamárias (TAO et al., 2018). Ainda, animais termicamente estressados apresentam alterações na composição do leite, reduzindo principalmente os teores de gordura e proteína, bem como a relação entre esses compostos (BERNABUCCI et al., 2015; COWLEY et al., 2015), resultado este encontrado no presente estudo. Dentre os componentes lácteos, a proteína é mais sensível ao calor, visto que essa condição induz alterações conformacionais (CHANG-FUNG-MARTEL et al., 2021), além de redirecionar AAs a outras funções metabólicas, como a gliconeogênese, limitando a disponibilidade para a síntese de proteínas no leite.

Segundo KAUFMAN et al. (2018), fornecer fonte de PNDR para vacas sob estresse térmico melhora a disponibilidade e utilização de AAs, ácidos graxos livres e beta-hidroxibutirato (BHB). Sabe-se que a proteína derivada da soja é rica em lisina, a qual possui caráter cetogênico (KUDEŁKA et al., 2021, TEODÓSIO et al., 2022). Assim, ao fornecer farelo de soja protegido, há maior disponibilidade intestinal de lisina (BOUCHER et al., 2009), o que pode explicar o maior teor de gordura no leite, em virtude de um aumento nas concentrações de BHB.

4. CONCLUSÕES

Animais suplementados com proteína protegida tiveram maior produção de proteína e gordura no leite, sugerindo que a suplementação teve um efeito positivo na mitigação dos efeitos do estresse térmico sobre vacas leiteiras.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNABUCCI, Umberto et al. Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *Journal of dairy science*, v. 98, n. 3, p. 1815-1827, 2015.

BESTEIRO, Roberto; FOUZ, Ramiro; DIÉGUEZ, Francisco Javier. Influence of Heat Stress on Milk Production, Milk Quality, and Somatic Cell Count in Galicia (NW Spain). *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, v. 15, n. 7, p. 945, 2025.

BOUCHER, S. E. et al. Evaluation of the furosine and homoarginine methods for determining reactive lysine in rumen-undegraded protein. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 8, p. 3951-3958, 2009.

CHANG-FUNG-MARTEL, J. et al. Negative relationship between dry matter intake and the temperature-humidity index with increasing heat stress in cattle: a global meta-analysis. **International Journal of Biometeorology**, v. 65, n. 12, p. 2099-2109, 2021.

CHESINI, Rodrigo G. et al. Dietary replacement of soybean meal with heat-treated soybean meal or high-protein corn distillers grains on nutrient digestibility and milk composition in mid-lactation cows. **Journal of Dairy Science**, v. 106, n. 1, p. 233-244, 2023.

COLLIER, Robert J. et al. Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. **Animal Frontiers**, v. 9, n. 1, p. 12-19, 2019.

COWLEY, F. C., BARBER, D. G., HOULIHAN, A. V., & POPPI, D. P. Immediate and residual effects of heat stress and restricted intake on milk protein and casein composition and energy metabolism. **Journal of dairy science**, 98(4), 2356-2368. 2015.

GIANNONE, Claudia et al. Review of the heat stress-induced responses in dairy cattle. **Animals**, v. 13, n. 22, p. 3451, 2023.

HRISTOV, A. N.; PRICE, W. J.; SHAFII, B. A meta-analysis examining the relationship among dietary factors, dry matter intake, and milk and milk protein yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 7, p. 2184-2196, 2004.

KAUFMAN, J. D. et al. Lowering rumen-degradable and rumen-undegradable protein improved amino acid metabolism and energy utilization in lactating dairy cows exposed to heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 1, p. 386-395, 2018.

KUDEŁKA, Wanda; KOWALSKA, Małgorzata; POPIS, Marzena. Quality of soybean products in terms of essential amino acids composition. **Molecules**, v. 26, n. 16, p. 5071, 2021.

MOORE, S. Sterup et al. How heat stress conditions affect milk yield, composition, and price in Italian Holstein herds. **Journal of Dairy Science**, v. 106, n. 6, p. 4042-4058, 2023.

PATE, R. T. et al. Effects of rumen-protected methionine on lactation performance and physiological variables during a heat stress challenge in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 3, p. 2800-2813, 2020.

SANTILLO, A. et al. Feeding tannins to dairy cows in different seasons improves the oxidative status of blood plasma and the antioxidant capacity of cheese. **Journal of dairy science**, v. 105, n. 11, p. 8609-8620, 2022.

SAMMAD, Abdul et al. Nutritional physiology and biochemistry of dairy cattle under the influence of heat stress: Consequences and opportunities. **Animals**, v. 10, n. 5, p. 793, 2020.

TAO, S. et al. Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 6, p. 5642-5654, 2018.

TEODÓSIO, Rita et al. Metabolic fate is defined by amino acid nature in gilthead seabream fed different diet formulations. **Animals**, v. 12, n. 13, p. 1713, 2022.

WOO, Jun Sik et al. Dietary effects of protected fat, soybean meal, and heat-treated soybean meal on performance, physiological parameters, and behavioral measurements of early-fattening Hanwoo steers under heat stress conditions. **Animal Bioscience**, v. 38, n. 2, p. 278, 2024.