

Partição energética em vacas Girolando sob diferentes níveis de alimentação no terço final da lactação¹

Ana Luisa Mendes dos Santos², Luiz Gustavo Ribeiro Pereira^{3, 7}, Thierry Ribeiro Tomich³, Mariana Magalhães Campos³, Rebeca Ribeiro Silvi⁴, Alexandre Lima Ferreira⁵, Milane Ribeiro Santos⁴, Rogério Martins Maurício⁵, João Paulo Pacheco Rodrigues⁵, João Paulo Sacramento⁶ Fernanda Samarini Machado³

¹O presente trabalho foi realizado com o apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Parte do projeto “Desenvolvimento e integração de métricas de eficiência alimentar para bovinos leiteiros em sistemas de produção sustentável”, liderado por Fernanda Samarini Machado. Parte da dissertação de mestrado da quinta autora, financiado pela Embrapa

²Graduanda em Medicina Veterinária – Universidade Federal de Juiz de fora. Bolsista do CNPq. E-mail: ana_lu.mendes@hotmail.com

³Pesquisador, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora/MG. E-mail: thierry.tomich@embrapa.br; mariana.campos@embrapa.br; fernanda.machado@embrapa.br

⁴Programa de Pós-graduação em Ciência Animal – Universidade Estadual de Santa Cruz. E-mail: rebecasilvy@yahoo.com.br; milaneribeiro_@hotmail.com

⁵Departamento de Bioengenharia - Universidade Federal de São João Del-Rei. E-mail: axellfire@hotmail.com; rogeriomauricio@ufsj.edu.br; joaopaulo0511@hotmail.com

⁶Doutorando em Bioengenharia - Universidade Federal de São João Del-Rei. E-mail: jparvelos@yahoo.com.br

⁷Orientador. Bolsista do CNPq. Email: luiz.gustavo@embrapa.br.

Resumo: O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos do nível de alimentação e da ordem de parição sobre a partição da energia de vacas Girolando. Foram utilizadas 28 vacas com produção média de $15,1 \pm 4,16$ kg de leite e $552 \pm 88,1$ kg de peso vivo. O experimento foi conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2:2, com dois níveis de alimentação (ad libitum e restrito) e duas ordens de lactação (primíparas e multíparas). A ordem de lactação não afetou ($P > 0,05$) a partição da energia consumida. A restrição alimentar reduziu ($P < 0,001$) o consumo de energia e aumentou a proporção de energia perdida na forma de urina e produção de calor. A razão entre o consumo de energia metabolizável e o consumo de energia bruta (metabolizabilidade) aumentou ($P < 0,001$) com a restrição alimentar. Conclui-se que a metabolizabilidade da energia ingerida por vacas Girolando no terço final de lactação é menor quando em restrição alimentar. Vacas Girolando quando alimentadas de forma restrita possuem maior proporção de energia excretada na urina e perdida na forma de produção de calor.

Palavras-chave: energia digestível, energia metabolizável, metabolizabilidade, metano, produção de calor

Energy partitioning in Girolando cows fed different feeding levels

Abstract: We aimed to evaluate the effects of feeding level and parity on energy partitioning in Girolando cows. Twenty-Eight Girolando cows averaging 15.1 ± 4.16 kg of milk production and 552 ± 88.1 kg of body weight were used. The study was conducted following a complete randomized design in a 2:2 factorial scheme with two feeding levels (ad libitum and restricted) and two parity groups (primiparous and multiparous). Lactation stage did not affect ($P > 0.05$) energy intake. Feeding restriction decreased ($P < 0.001$) energy intake and increased the proportion of energy loss ($P < 0.001$) both as urinary energy and heat production. Metabolizable energy intake to gross energy intake ratio (metabolizability) was greater in cows fed restricted energy diets. In conclusion, gross energy metabolizability in late lactation Girolando cows is lower when fed restricted energy intake. Girolando cows when fed restricted energy intake has greater proportion of energy lost as urine and heat production.

Keywords: digestible energy, metabolizable energy, metabolizability, methane, heat production

Introdução

Os sistemas atuais de predição de exigências de energia para vacas leiteiras são baseados em ensaios de calorimetria indireta, utilizando-se principalmente animais de origem taurina em ambientes de clima temperado (NRC, 2001). No entanto em países tropicais os sistemas de exploração leiteira utilizam com maior frequência vacas mestiças (*Bos taurus* x *Bos indicus*), destacando-se cruzamentos entre animais Holandês x Gir (Girolando). Apesar de amplamente utilizadas em propriedades leiteiras brasileiras pouco se conhece a respeito da eficiência alimentar e produtiva desses animais, tornando necessária a avaliação e caracterização do potencial zootécnico dos mesmos sob diferentes planos de alimentação.

Tendo em vista a necessidade de estabelecer parâmetros alimentares e produtivos de vacas Girolando, objetivou-se avaliar e caracterizar a partição de energia em vacas Girolando no terço final da lactação sob diferentes níveis de alimentação.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Campo Experimental José Henrique Bruschi (CEJHB, Embrapa Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG, Brasil). Foram utilizadas 28 vacas leiteiras Girolando (3/4 Holandês - 1/4 Gir), no terço final da lactação (de 200 a 305 dias da lactação), sendo 14 primíparas e 14 multíparas com peso vivo inicial (PVi) de $537 \pm 112,6$ e $577 \pm 35,5$ kg, respectivamente. No início do experimento a produção de leite média de primíparas e multíparas eram de $15,5 \pm 4,35$ e $14,8 \pm 4,10$ kg/dia, respectivamente. Os animais foram distribuídos segundo delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial $2 \cdot 2$ (nível de alimentação · ordem de lactação). Os níveis de alimentação avaliados foram *ad libitum* e restrito, sendo que para o tratamento das multíparas com consumo restrito, o fornecimento de dieta foi limitado para atender 80% das exigências de energia líquida totais (Manutenção e produção de leite); e para o tratamento das primíparas com consumo restrito, o fornecimento de dieta foi limitado para atender 85% das exigências de energia líquida totais. As dietas *ad libitum* foram formuladas com relação volumoso: concentrado de 74:26, segundo estimativas de exigências do NRC (2001). Os animais foram alimentados diariamente após as ordenhas as 0800 e 1600 horas.

Os animais foram alocados em galpão tipo *freestall* dotado de sistema eletrônico de monitoramento da ingestão individual de alimento (AF-1000 Master Gate, Intergado Ltd., Contagem, MG, Brasil). Foram realizadas coletas de amostras do leite da ordenha da manhã e da ordenha da tarde por animal dos 250 a 253 dias em lactação.

Ensaio de digestibilidade foram realizados com duração de 5 dias em todos os animais, aproximadamente aos 250 ± 6 dias em lactação. As avaliações de respirometria foram realizadas por 48 horas em cada animal, utilizando-se 4 câmaras respirométricas de circuito aberto conforme as especificações e procedimentos descritos por Machado et al. (2016).

As concentrações de energia bruta (EB) das dietas consumidas, fezes e urina foram estimadas através de calorímetro adiabático IKA - C5000. A separação da energia nas frações digestível (ED), metabolizável (EM) e líquida (EL) foi realizada segundo NRC (2001). A concentração energética do CH_4 produzido e produção de calor (PC) foram calculados segundo Brouwer (1965). O balanço energético (BE) total foi calculado pela diferença entre EM e a EL de lactação (EL_L) e a PC, onde: $BE = EM - EL_L - PC$. Foram ainda calculadas as relações entre EM/ED; PC/EM, EL_L/EM e BE/EM como indicadores de eficiência energética.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa MINITAB 17 (MINITAB SOFTWARE, 2010), segundo delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \cdot 2$. Considerou-se o modelo misto, em que os fatores fixos foram a ordem de lactação, nível de alimentação e sua interação. Considerou-se animal aninhado ao tratamento como efeito aleatório. A significância dos fatores avaliados e suas interações foram realizadas considerando-se α igual a 0.05.

Resultados e Discussão

Os resultados de partição energética encontram-se na Tabela 1. Como esperado, o consumo de EB foi influenciado ($P < 0,001$) pelo nível de alimentação, mas o efeito da ordem de lactação não foi significativo ($P > 0,05$). Seguindo o mesmo comportamento, a energia fecal,

urinária, na forma de CH₄, PC e energia do leite, foram afetadas pelo nível de alimentação ($P < 0,001$), sendo superiores para o tratamento *ad libitum*.

Tabela 1. Partição da energia em vacas Girolando no terço final de lactação, em função da ordem de lactação e do nível de alimentação.

Parâmetros ¹	Primípara		Multípara		EPM	P-valor ²		
	<i>Ad libitum</i>	Restrita	<i>Ad libitum</i>	Restrita		OL	NA	OL × NA
Mcal/d								
CEB	76,1	43,6	73,0	43,4	3,11	0,510	<0,001	0,550
E _{Fezes}	21,5	13,4	22,1	13,6	0,95	0,720	<0,001	0,890
E _{Urina}	3,22	2,23	3,35	2,64	0,14	0,275	0,002	0,560
E _{CH₄}	3,41	2,17	3,56	2,11	0,14	0,730	<0,001	0,386
PC	25,4	16,9	23,5	19,1	0,70	0,807	<0,001	0,003
EL _L	16,7	8,7	14,6	7,2	0,87	0,095	<0,001	0,808
BE	5,63	0,09	5,74	-0,20	0,72	0,928	0,001	0,841
%CEB								
E _{Fezes}	28,2	30,6	30,2	31,5	0,58	0,223	0,136	0,643
E _{Urina}	4,32	5,07	4,61	6,06	0,20	0,080	0,004	0,325
E _{CH₄}	4,80	4,51	4,88	4,89	0,10	0,271	0,468	0,484
PC	33,6	39,6	32,3	44,7	1,25	0,316	<0,001	0,098
Mcal/Mcal								
ED/EB	0,71	0,69	0,69	0,68	0,005	0,223	0,136	0,643
EM/EB	0,62	0,58	0,60	0,57	0,006	0,145	0,003	0,390
EM/ED	0,87	0,85	0,86	0,84	0,004	0,059	0,002	0,997
PC/EM	0,53	0,67	0,53	0,77	0,024	0,113	<0,001	0,137
EL _L /EM	0,21	0,20	0,20	0,17	0,008	0,121	0,135	0,692
BE/EM	0,11	-0,01	0,12	-0,07	0,026	0,569	0,001	0,395

¹CEB, consumo de energia bruta; EF, energia bruta fecal; CED, consumo de energia digestível; EU, energia bruta urinária; ECH₄, energia perdida na forma de metano; CEM, consumo de energia metabolizável, EL_L, energia líquida de lactação, BE, balanço energético, CEB, consumo de energia bruta

²OL, ordem de lactação; NA, nível de alimentação; OL × NA, interação entre OL e NA.

Considerando-se a partição energética expressa em porcentagem da EB ingerida, não houve efeito ($P > 0,05$) da ordem de lactação e nível de alimentação sobre a energia fecal, na forma de CH₄ e energia do leite. Já as frações da EB ingerida perdidas na forma de urina e PC foram influenciadas pelo nível de alimentação ($P < 0,004$), sendo maiores para o tratamento restrito. A fração de energia perdida na forma de calor e urina possui maior influência de fatores como o peso metabólico do animal, o que justifica as maiores proporções de perdas energéticas através de urina nos animais com menor consumo de EB (VAN ES, 1976). As maiores perdas de energia na forma de CH₄ para os animais do tratamento *ad libitum* podem ser consequência do maior aporte de substratos para fermentação ruminal. Observa-se que as perdas na forma de CH₄ em relação a EB consumida foram semelhantes entre os níveis de alimentação. O BE foi influenciado pelos níveis de alimentação ($P = 0,001$), sendo positivo (5,7 Mcal/d) para animais em tratamento *ad libitum* e negativo (-0,1 Mcal/d) para as vacas do tratamento restrito.

O valor médio de digestibilidade da EB (ED/EB) foi 0,7 e não diferiu entre os tratamentos ($P > 0,05$). A metabolizabilidade da dieta (EM/EB) foi similar ($P > 0,05$) entre primíparas e multíparas, porém diferiu ($P = 0,003$) com o nível de alimentação. A relação entre EM/ED apresentou diferença ($P = 0,002$) em função dos níveis de alimentação, com valores médios de 0,87 para animais *ad libitum* e 0,85 para animais em restrição, mas não houve efeito da ordem de lactação ($P > 0,05$). A EM perdida na forma de calor foi superior para o tratamento restrito (0,72) em relação ao *ad libitum* (0,53). Provavelmente esse efeito é consequência do menor consumo de EB com pouca variação na metabolizabilidade das dietas. No presente estudo, tanto a ordem de lactação quanto o nível de alimentação não influenciaram ($P > 0,05$) a relação EL_L/EM (média de 0,2). A relação BE/EM diferiu entre os níveis de alimentação ($P = 0,001$), sendo em média 0,1 para os animais em consumo livre e 0 para os animais em restrição.

A EL_L em animais alimentados *ad libitum* foi 49% superior em relação a das vacas em restrição. Essa diferença se deve à maior produção de leite, com maiores concentrações de gordura, proteína e lactose (dados não apresentados).

Como a digestibilidade e a perda de energia nas fezes foram semelhantes entre tratamentos, a ED/EB também não foi influenciada. A eficiência de conversão da ED em EM é influenciada pela atividade microbiana, produção de CH_4 , balanço energético e pela eficiência de metabolismo do nitrogênio. Borges et al. 2016 ao compilar dados de trabalhos realizados no Brasil com animais mestiços encontraram valores de aproximadamente 0,82, resultado semelhante ao observado no presente trabalho.

Houve efeito do nível de alimentação sobre a metabolizabilidade da dieta. Segundo Van Es (1976) quando a metabolizabilidade aumenta em uma unidade percentual as exigências de EM para manutenção, produção de leite e ganho de peso em bovinos decresce cerca de 0,4%. A metabolizabilidade nos animais com alimentação restrita foi 2,5% menor para os animais do tratamento *ad libitum*, contrastando com os estudos Blaxter e Boyne (1978), os quais afirmam que a 'q' varia pouco com o nível de alimentação.

Conclusões

A metabolizabilidade da energia ingerida por vacas Girolando no terço final de lactação é semelhante aos valores utilizados em sistemas internacionais de exigências nutricionais e menor quando em restrição alimentar. Vacas Girolando quando alimentadas de forma restrita possuem maior proporção de energia excretada na urina e perdida pela produção de calor.

Referências

BLAXTER, K. L.; BOYNE, A. W. The estimation of the nutritive value of feeds as energy sources for ruminants and the derivation of feeding systems. **The Journal of Agricultural Science**, v.90, p.47-68, 1978.

BORGES, A. L. C. C.; SILVA, R. R.; FERREIRA, A. L.; LAGE, H. F.; VIVENZA, P. A. D.; CARVALHO, P. H. A.; et al. Respirimetria e exigências nutricionais de zebuínos e cruzados de leite, em diferentes níveis de alimentação e estádios fisiológicos. In: VALADADES FILHO et al. (Ed.). **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 3. ed., Viçosa: UFV, DZO, 2016. p.151-162.

BROUWER, E., 1965. Report of sub-committee on constants and factors. In: **Energy metabolism**. Academic Press, London, p.441-443.

MACHADO, F. S. TOMICH, T. R., FERREIRA, A. L., CAVALCANTI, L. F. L., CAMPOS, M. M., PAIVA, C. A. V., RIBAS, M. N., PEREIRA, L. G. R., 2016. Technical note: A facility for respiration measurements in cattle. **Journal of Dairy Science**, v.99, p.4899-4906.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 7. ed., National Academic of Sciences, Washington, D.C, 381p.

VAN ES, A. J. H. Factors influencing the efficiency of energy utilization by beef and dairy cattle. In: SWAN, H. and BROSTER, W.H. (Ed.). **Principles of cattle production**. Butterworths: London, 1976. p.237-253.