



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

Passini, Roberta; Altieri Ferreira, Fernanda; Oliveira Borgatti, Laura Maria; Oliveira Borgatti, Laura Maria; Terêncio, Pedro Henrique; Yamane Baptista de Souza, Rondon Tatsuta; Mazza Rodrigues, Paulo Henrique

Estresse térmico sobre a seleção da dieta por bovinos

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 31, núm. 3, 2009, pp. 303-309

Universidade Estadual de Maringá

.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126497011>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

## Estresse térmico sobre a seleção da dieta por bovinos

**Roberta Passini<sup>1</sup>, Fernanda Altieri Ferreira<sup>2\*</sup>, Laura Maria Oliveira Borgatti<sup>2</sup>, Pedro Henrique Terêncio<sup>2</sup>, Rondon Tatsuta Yamane Baptista de Souza<sup>3</sup> e Paulo Henrique Mazza Rodrigues<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Goiás, Brasil. <sup>2</sup>Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Av. Duque de Caxias Norte, 225, 13635-900, Pirassununga, São Paulo, Brasil. <sup>3</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazônia, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: faltieri@usp.br

**RESUMO.** A capacidade dos bovinos de selecionar volumoso e concentrado em suas dietas em função de diferentes temperaturas foi estudada em 12 vacas fistuladas, durante 30 dias. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos: conforto (galpão, 21°C) e estresse (câmara bioclimática, 38°C), sendo a dieta composta por cana-de-açúcar acrescida de ureia e concentrado, alimentos oferecidos separadamente e à vontade. A capacidade de seleção dos animais foi identificada pela comparação da composição da dieta selecionada nos dois diferentes ambientes, assim como pelos parâmetros ruminais e digestibilidade. Foi observada redução ( $p < 0,05$ ) de 22% no consumo diário de matéria seca nos animais em estresse térmico, enquanto que a relação concentrado:volumoso selecionada foi semelhante em ambos os tratamentos. Os parâmetros de fermentação ruminal mantiveram-se iguais em ambos os tratamentos. Entretanto, a digestibilidade da matéria seca e algumas de suas frações foram diminuídas nos animais estressados. Conclui-se que os animais mantidos sob estresse térmico reduziram a ingestão total de matéria seca, sem alterar a concentração de energia ou de fibra das suas dietas, provavelmente na tentativa de manter estável o ambiente ruminal.

**Palavras-chave:** consumo voluntário, conforto térmico, desconforto, escolha, ruminantes.

**ABSTRACT. Heat stress on diet selection by cattle.** The ability of cattle to select the roughage and concentrate in their diets under different environmental temperatures was studied in 12 cannulated cows, during 30 days. The experimental design was completely randomized with two treatments: thermal comfort (21°C) and thermal stress (climatic chamber, 38°C). Cows were fed a diet of sugar cane plus urea and concentrate mixture, which were offered separately and *ad libitum*. The ability of cows to select their diets was identified by comparing the composition of diet selected in different environments, as well as ruminal parameters and diet digestibility. A significant decrease ( $p < 0.05$ ) of 22% on total dry matter intake was observed in animals kept under heat stress compared to animals kept under comfort temperature, while concentrate:roughage ratio chosen was similar for both treatments. Ruminal parameters were equal for both treatments, while digestibility of dry matter and some of its fraction were reduced in stressed animals. Animals under heat stress decreased dry matter intake without changing dietary energy or fiber levels, probably attempting to maintain the stability of ruminal environment.

**Key words:** voluntary intake, thermal comfort, discomfort, choice, ruminants.

### Introdução

Nos sistemas de produção animal, são fornecidas dietas com composições de alimentos pré-estabelecidas, a fim de que sejam atendidas as exigências para manutenção, crescimento, reprodução e lactação. Entretanto, os ancestrais dos animais domésticos selecionavam alimentos que ingeriam sem qualquer interferência humana e, ainda assim, suas exigências para diversas funções eram atendidas. Desta forma, formulou-se a hipótese de que os animais são capazes de selecionar sua ingestão de alimentos de maneira

voluntária, de forma a atender suas exigências (FORBES, 1998).

Cropper et al. (1985; 1986) observaram mediante a oportunidade de escolher alimentos com baixo ou alto teor de proteína que ovelhas selecionaram proporções destes alimentos de forma a atender suas exigências para crescimento. Em estudos com dietas rápida ou lentamente fermentescíveis associadas com proteína de alta ou baixa degradabilidade ruminal, a escolha da dieta contendo proteína de alta degradabilidade foi associada à fonte de carboidrato rapidamente fermentescível, evidenciando a

importância do sincronismo de nutrientes e da manutenção da estabilidade deste órgão (KYRIAZAKIS; OLDHAM, 1997).

Tais relatos serviram para sustentar o modelo sugerido por Forbes (1999), no qual os animais se alimentam para minimizar desconfortos de ordem física ou metabólica. Assim, a modificação no fornecimento de nutrientes para órgãos e tecidos pode levar a mudanças na escolha dos alimentos a serem ingeridos (FORBES, 1995).

Mudanças ambientais também podem contribuir para que o animal escolha determinada combinação de alimentos. O aumento da temperatura ambiente pode influenciar negativamente a ingestão de alimentos, modificando os parâmetros de fermentação ruminal e o aproveitamento dos nutrientes (SILANIKOVE, 1992).

Em tais circunstâncias, Beede e Collier (1986) recomendaram aumento da densidade energética da dieta, por meio da relação volumoso: concentrado a ser ofertada, a fim de se minimizar o incremento calórico gerado pelos alimentos fibrosos.

Objetivou-se avaliar se bovinos possuem capacidade de perceber diferentes incrementos calóricos gerados por alimentos volumosos e concentrados, uma vez em condição de estresse térmico, de forma a minimizar o desconforto proporcionado pelo aumento da temperatura do ambiente em que se encontram.

## Material e métodos

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa (685 kg de peso vivo em média), não-lactantes, não-gestantes e portadoras de cânulas ruminais, totalizando 12 unidades experimentais. Os animais foram mantidos em baías individuais providas de comedouros subdivididos e bebedouros automáticos, instaladas em dois ambientes. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (PIMENTEL GOMES, 2000), com dois tratamentos e seis unidades experimentais por tratamento. Os tratamentos foram os ambientes de Conforto Térmico, em galpão coberto (temperatura média 21°C), e Estresse térmico, em câmara bioclimática (temperatura média 38°C). A identificação de que diferentes temperaturas ambientes influenciam o processo de escolha foi realizada pela comparação da composição da dieta selecionada pelos animais nos diferentes ambientes, assim como pelo monitoramento dos parâmetros de fermentação ruminal e digestibilidade *in vivo* da matéria seca e suas frações.

Os alimentos disponibilizados para os animais manifestarem suas escolhas foram cana-de-açúcar

acrescida de uréia (alimento 1 = volumoso), corrigida para o teor de 14% de proteína bruta (PB), e mistura concentrada à base de grão de milho moído e farelo de soja (alimento 2 = concentrado), também com 14% de PB. Os teores de proteína bruta dos alimentos disponíveis (concentrado e volumoso) foram os mesmos, de forma a diminuir a influência deste nutriente sobre a escolha. A correção do teor proteico da cana foi realizada pela adição de mistura contendo nove partes de uréia e uma parte de sulfato de amônio.

As análises bromatológicas dos alimentos e das fezes referentes aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) foram realizadas segundo normas da AOAC (1985), e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering e Van Soest (1970). A análise de amido foi realizada conforme descrito por Rossi Junior e Pereira (1995), procedendo-se à extração dos carboidratos solúveis segundo Hendrix (1993).

A fim de evitar que a escolha ou separação fosse influenciada pelas necessidades de minerais, a mineralização foi realizada via fístula ruminal, na dose diária de 100 gramas de suplemento mineral por animal, administrada durante o momento das refeições, que foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8 e 16h. A composição do suplemento mineral, por quilo de produto, foi a seguinte: cálcio: 150,0 g, fósforo: 80,0 g, sódio: 144,4 g, enxofre: 12,0 g, zinco: 4.500,0 mg, manganês: 1.400,0 mg, cobre: 1.600,0 mg, cobalto: 210,0 mg, iodo: 180,0 mg e selênio: 27,0 mg.

O experimento teve duração total de 30 dias, sendo os dez primeiros dias de adaptação dos animais à dieta (período pré-experimental) e os 20 dias subsequentes destinados à coleta de dados (período experimental). Durante o período pré-experimental, seis animais foram alocados a cada tratamento. O período experimental foi dividido em duas fases: nos cinco primeiros dias, entre os dias -5 e -1, os animais permaneceram nos ambientes a que foram alocados em temperaturas de conforto em ambos, recebendo cana-de-açúcar acrescida de 4,3% de uréia e mistura concentrada. A partir do dia 0 foi acionado o sistema de aquecimento da câmara bioclimática, provocando o estresse térmico durante 14 dias. Durante os 20 dias do período experimental, ou seja, do dia -5 ao dia 14, o consumo individual de todos os ingredientes disponíveis em cada tratamento foi medido para obtenção da composição da dieta ingerida considerando a proporção volumoso: concentrado, fibra detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT). O NDT foi estimado por simulação da dieta no programa NRC (2001).

Do dia -5 ao dia 14, foi coletado líquido ruminal para dosagem de ácidos graxos voláteis (AGV) acético, propiônico e butírico, níveis de nitrogênio amoniacal e pH ruminal. Com auxílio de bomba de vácuo, as amostras de conteúdo ruminal foram coletadas diariamente em três pontos diferentes, correspondentes ao antro e sacos ventrais anterior e posterior. Foram retirados, no mínimo, 500 mL de conteúdo ruminal, que foram devolvidos ao pró-ventrículo, após colheita das devidas alíquotas. Tais amostragens foram realizadas diariamente às 11h, ou seja, 3 horas após o fornecimento da dieta na manhã realizado às 8h. No último dia experimental (dia 14) foram realizadas coletas de líquido ruminal ao longo do dia, às 0, 3, 6, 9 e 12 horas após o fornecimento das dietas pela manhã.

A determinação dos AGV contidos no fluido ruminal foi realizada por meio de cromatografia gasosa, segundo método preconizado por Erwin et al. (1961). Uma alíquota de aproximadamente 100 mL de conteúdo ruminal foi centrifugada a 3.500 rpm por 15 minutos, sendo que 1 mL do sobrenadante foi colocado em tubo de ensaio arrolhado contendo 0,2 mL de ácido fórmico puro para análise. Posteriormente, as alíquotas foram congeladas à -20°C até o momento da análise, realizada por cromatógrafo a gás (Finnigan® modelo 9001) equipado com coluna megabore de 30 m de comprimento e 0,53 mm de diâmetro com fase de 1,0 µm (OV-351, Ohio Valley Specialty Chemical). O número de repetições por amostra foi aquele necessário para que a diferença entre leituras fosse inferior a 5%.

Com objetivo de determinar a concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal, alíquotas de 2 mL de conteúdo ruminal foram colocadas em tubos de ensaios contendo 1 mL de solução de ácido sulfúrico 1 N e armazenadas sob refrigeração até a realização das análises. A determinação do nitrogênio amoniacal foi realizada por colorimetria, segundo método adaptado de Kulasek (1972). Imediatamente após a coleta, 100 mL de fluido ruminal foram utilizados para a determinação do pH em potenciômetro digital portátil, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

Nos últimos 10 dias experimentais, foi realizado o ensaio da digestibilidade *in vivo* da matéria seca (MS) da dieta e suas frações (PB, EE, ENN, FDN e FDA) por meio do marcador óxido crômico (BATEMAN, 1970). Os animais receberam o óxido crômico via cânula ruminal, através de envelopes confeccionados em papel absorvente. Este foi administrado na dosagem de 2 g de marcador por kg de MS de alimento consumido, sendo as administrações do marcador e as coletas de fezes

realizadas duas vezes ao dia. A administração do marcador foi realizada por 10 dias, sendo os cinco primeiros dias destinados à adaptação das concentrações do óxido crômico ao longo do trato digestivo e os cinco últimos dias destinados à coleta de fezes. A concentração de óxido crômico foi determinada por colorimetria, por meio de sua reação com a s-difenilcarbazida, conforme Conceição et al. (2007).

A fim de se monitorar os ambientes aos quais os animais foram alojados, foram registradas diariamente, às 6h e 30 min., 11h e 30 min., 15h e 30 min. e 18h e 30 min., a temperatura e a umidade relativa do ar por meio de termohigrômetros e a temperatura radiante por termômetro de globo negro, durante todo o experimento. As temperaturas máxima e mínima diárias foram registradas, em termômetro próprio, sempre às 9h. À medida que o estresse calórico é ocasionado pela combinação de fatores ambientais sobre os animais (NEVES et al., 2009), foram calculados os Índices de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) que contemplam a combinação dos fatores temperatura e umidade relativa do ar, por meio das seguintes fórmulas:  $ITU = Tbs + (0,36 \times To) + 41,2$  e  $ITGU = Tgn + (0,36 \times To) + 41,5$ , sendo Tbs a temperatura do termômetro de bulbo seco, Tgn a temperatura do termômetro de globo negro e To a temperatura do ponto de orvalho.

Os dados do consumo médio de MS e de nutrientes obtidos nos quatro últimos dias do período experimental (do dia 11 ao dia 14), bem como digestibilidade da MS e suas frações foram analisados pelo programa Statistical Analysis System (SAS, 2001), sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias comparada pelo teste F. Os dados foram submetidos à análise de variância, que contemplou o efeito de tratamento como causa de variação. Foi utilizado nível de significância de 5% para todos os testes realizados.

Dados de AGV, nitrogênio amoniacal e pH tomados no 14º dia foram analisados como medidas repetidas no tempo, referentes às diferentes horas de amostragem (comando Repeated do PROC GLM do SAS). A análise por tempo somente foi realizada quando as interações entre efeito de tempo e efeito de tratamentos foram significativas. Os dados foram submetidos à análise de variância, que separou como fontes de variação os efeitos de tratamento. Foi utilizado nível de significância de 5% para todos os testes realizados, sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias comparada pelo teste F.

## Resultados e discussão

Os dados referentes às variáveis climáticas e índices de conforto térmico encontram-se na Tabela 1, na qual pode ser observado que o ambiente de galpão e da câmara bioclimática mimetizaram adequadamente as condições inicialmente propostas, de conforto e estresse respectivamente.

**Tabela 1.** Valores médios e variação (valores máximos e mínimos) observados para as variáveis climáticas e índices de conforto térmico nos diferentes ambientes.

*Table 1. Mean values and variation (maximum and minimum values) observed for climatic variables and thermal comfort index at different environments.*

Variáveis climáticas e índices Climatic variables and indexes	Tratamentos Treatments	
	Conforto Comfort	Estresse Stress
Temperatura do ar (°C) <i>Air temperature (°C)</i>	19,1 (6 a 27)	31,5 (23 a 40)
Temperatura de Globo Negro (°C) <i>Black globe temperature (°C)</i>	19,2 (7 a 29)	31,4 (21 a 40)
Umidade relativa do ar (%) <i>Relative air humidity (%)</i>	62 (29 a 87)	58 (46 a 73)
Índice de temperatura e umidade <i>Temperature and humidity index</i>	64 (58 a 69)	81 (72 a 85)
Índice de temperatura de globo negro e umidade <i>Black globe temperature and humidity index</i>	65 (58 a 69)	81 (72 a 85)

Os dados de consumo dos alimentos disponíveis nos diferentes tratamentos podem ser observados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Médias do consumo diário dos nutrientes pela seleção dos alimentos nos últimos 4 dias nos diferentes tratamentos, com coeficientes de variação (C.V.) e valor de P.

*Table 2. Daily feed nutrients intake for the diet selection during the last 4 days with coefficients of variation (C.V.) and P-value.*

Consumo dos nutrientes Nutrients intake	Tratamentos Treatments		Média Mean	C.V. C.V.	Valor P P value
	Conforto Comfort	Estresse Stress			
Matéria seca (kg dia <sup>-1</sup> ) <i>Total dry matter (kg day<sup>-1</sup>)</i>	13,53	10,60	12,06	18,81	0,0158
Volumoso (kg MS dia <sup>-1</sup> ) <i>Roughage (kg DM day<sup>-1</sup>)</i>	3,02	2,19	2,60	37,11	0,1474
Concentrado (kg MS dia <sup>-1</sup> ) <i>Concentrate (kg DM Day<sup>-1</sup>)</i>	10,52	8,40	9,46	21,40	0,0663
Concentrado (% MS) <i>Concentrate (% DM)</i>	77,25*	78,58*	77,92	9,24	0,7648
NDN (kg MS dia <sup>-1</sup> ) <i>NDF (kg DM day<sup>-1</sup>)</i>	3,04	2,32	2,68	21,69	0,0220
(% MS) (% DM)	22,63	22,13	22,38	12,01	0,7655
NDT (kg MS dia <sup>-1</sup> ) <i>TDN (kg DM day<sup>-1</sup>)</i>	10,50	8,26	9,38	19,10	0,0215
(% MS) (% DM)	77,44	77,78	77,61	2,33	0,7631

\*Difere do consumo casual (50% de cada alimento) em nível de 5% (p < 0,05).

\*Different from casual intake (50% of each feed) on 5% level (p < 0,05).

Foi observada redução (p < 0,05) de 22% no consumo de matéria seca total nos animais submetidos ao estresse, quando comparados aos mantidos em temperatura de conforto. Não houve diferença no consumo voluntário de volumoso. A relação concentrado:volumoso escolhida pelos

animais foi semelhante em ambos os tratamentos, sendo mantida em torno de 78% de concentrado e 22% de volumoso, mas diferindo (p < 0,01) da ingestão casual de alimentos (50% de cada um). Com relação ao consumo de FDN e NDT, em kg de MS ingerida por animal diariamente, foram verificadas reduções de 0,720 kg dia<sup>-1</sup> (24%) de FDN e 2,240 kg dia<sup>-1</sup> (21%) de NDT consumidos para os animais mantidos nas condições de estresse térmico, comparados àqueles em conforto (p < 0,05).

De acordo com Beede e Collier (1986) a ingestão voluntária de MS é muito afetada pela temperatura ambiente e diminui a partir de 25 a 27°C de temperatura média diária. As condições ambientais como temperatura ambiente e umidade relativa do ar são interrelacionadas e seus efeitos combinados devem ser considerados quando se determina a influência do estresse térmico sobre a ingestão de alimentos. Desta forma, o índice de temperatura e umidade (ITU) pode descrever mais adequadamente a sensação térmica que incide sobre os animais, conforme Ravagnolo et al. (2000). Holter et al. (1996) relataram que reduções na ingestão diária de MS se iniciam quando o ITU mínimo excede 57 e continua até atingir 72 e observaram redução de 22% no consumo de MS diário de vacas Jersey dentro das condições de ITU máximo de 85. Tais resultados estão em concordância com os obtidos no presente experimento, em que foi observado valor médio de ITU de 81 para o tratamento com estresse, com redução de 22% na ingestão de MS. Também Habeeb et al. (1992) reportaram acentuada redução na ingestão de MS em vacas leiteiras sob situação de estresse térmico, assim como West et al. (2003).

Com relação aos dados de parâmetros ruminais, apresentados na Tabela 3, não houve diferença sobre a concentração total de AGV no líquido ruminal, porcentagens molares dos ácidos acético, propiônico e butírico, relação acético/propiônico e pH ruminal em vacas submetidas a diferentes temperaturas ambientais.

Foi observado aumento na concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen nos animais submetidos ao estresse comparado àqueles mantidos em conforto térmico (p < 0,05), independente do tempo de observação. Observou-se interação entre tempo e tratamento (p < 0,05) para a concentração total de AGV, porcentagem molar dos ácidos acético, propiônico e butírico, relação acético/propiônico e pH ruminal. Porém, ao se realizar a análise em cada tempo separadamente não foram observados efeitos de tratamento.

**Tabela 3.** Concentração total de ácidos graxos voláteis (AGV) no líquido ruminal, porcentagens molares dos ácidos acético, propiônico e butírico, relação acético/propiônico, pH ruminal e concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, nos diferentes tratamentos, com os coeficientes de variação (CV) e valor de P para efeito de tratamento e de interação entre tratamento e tempo de coleta.

**Table 3.** Total concentration of volatile fatty acids (VFA) in ruminal fluid, molar percentage of acetic, propionic and butyric acids, acetic/propionic acid ratio, ruminal pH and ammonia nitrogen concentration in ruminal fluid, with coefficient of variation and P-values of treatment effect and interaction between treatment and time.

Variáveis Variables	Tratamentos Treatments				Valor P P-value	
	Conforto Comfort	Estresse Stress	Média Mean	C.V. C.V.	Tratamento Treatment	Interação Interaction
AGV totais (mM) <i>Total VFA (mM)</i>	106,06	105,42	105,74	15,41	NS	0,0218
Ácido acético (molar %) <i>Acetic acid (molar %)</i>	64,29	62,21	63,25	9,17	NS	0,0001
Propiônico (% molar) <i>Propionic acid (molar %)</i>	25,83	26,96	26,40	26,12	NS	0,0063
Butírico (% molar) <i>Butyric acid (molar %)</i>	9,88	10,83	10,35	23,38	NS	0,0003
Relação acético/propiônico <i>Acetic/propionic ratio</i>	2,56	2,63	2,59	32,07	NS	0,0416
pH fluido ruminal <i>Ruminal fluid pH</i>	6,36	6,21	6,29	4,91	NS	0,0211
Nitrogênio amoniacal (mg dL <sup>-1</sup> ) <i>Ammonia nitrogen (mg dL<sup>-1</sup>)</i>	9,54	14,05	11,79	48,07	0,0253	NS

NS: não significativo.

NS: non significant.

Com relação às digestibilidades da MS e suas frações, foi observada nos animais estressados redução ( $p < 0,05$ ) de 49, 55, 26, 31, 44 e 52% na digestibilidade da MS, PB, extrativo não nitrogenado, extrato etéreo, amido e energia bruta, respectivamente, comparado aos animais mantidos em conforto (Tabela 4).

**Tabela 4.** Médias da digestibilidade aparente da matéria seca da dieta e suas frações, nos diferentes tratamentos, com os erros padrão da média (EPM) e valor de P.

**Table 4.** Means of apparent digestibility of diet dry matter and fractions, in different treatments, with standard errors of mean and P-value.

Digestibilidade (%) Digestibility (%)	Tratamentos Treatment				Valor P P value
	Conforto Comfort	Estresse Stress	Média Mean	EPM SEM	
Material seca <i>Dry matter</i>	72,34	37,08	56,31	5,83	0,0001
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	65,32	29,04	47,18	7,49	0,0152
Extrativo não-nitrogenado <i>Non-nitrogen extract</i>	78,79	57,89	68,34	4,53	0,0120
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	78,89	54,70	66,80	4,56	0,0063
Nutrientes digestíveis totais <i>Total digestible nutrients</i>	75,58	42,17	60,40	5,55	0,0001
Amido <i>Starch</i>	91,38	83,52	87,45	2,52	0,1238
FDN <i>NDF</i>	28,29	-37,97	-4,84	13,54	0,0547
FDA <i>ADF</i>	45,26	-7,92	18,67	10,57	0,0547
Energia Bruta <i>Gross energy</i>	70,48	33,46	53,65	38,51	0,0001

Conforme pode ser observado na Tabela 4, as digestibilidades da FDN e FDA apresentaram

valores negativos, os quais podem ter ocorrido pela homogenização imperfeita do marcador ao conteúdo ruminal dos animais mantidos sob estresse, visto que os mesmos reduziram sua movimentação, permanecendo a maior parte do tempo deitados e ofegantes. Os animais estressados limitaram a ingerir alimentos no período da manhã e noturno, quando a temperatura ambiente diminuía e, muitas vezes necessitaram de estímulo para se levantar nos horários das coletas das variáveis estudadas. Além disso, é sabido que durante o estresse térmico o metabolismo torna-se reduzido, em virtude da diminuição dos hormônios tiroideanos, principalmente do triiodotironina (MAGDUB et al., 1982). Este fato, associado à redução da ingestão de matéria seca, faz com que a taxa de passagem da digesta pelo trato gastro intestinal se torne mais lenta, refletindo numa redução da atividade e motilidade ruminal (SILANIKOVE, 1992). Tais fatores podem ter contribuído para uma errônea recuperação do marcador nas fezes, originando valores negativos para a digestibilidade nestas circunstâncias. Silanikove (1992) sugeriu que o aumento na digestibilidade dos alimentos em situação de estresse térmico, principalmente dos componentes fibrosos, seja causado pela redução da taxa de passagem da digesta e maior exposição dos alimentos à atividade microbiana. Também Warren et al. (1974) trabalhando com novilhos da raça Holandesa, relataram aumento na digestibilidade de 6,7% para MS, 8% para FDN e 11% para FDA em animais mantidos a 32°C, em relação àqueles sob temperatura ambiente de 18°C. Entretanto, Habeeb et al. (1992) reportaram acentuada redução na ingestão de matéria seca e digestibilidade aparente, além do comprometimento da utilização da proteína, em situações de estresse calórico.

Neste estudo, partiu-se da hipótese de que as vacas poderiam alterar o consumo de concentrado e volumoso das dietas em função do aumento da temperatura ambiente. Entretanto, a proporção escolhida entre os alimentos não foi alterada pela condição imposta. Reynolds et al. (1991) relataram aumento na taxa de calor metabólico produzido com dietas possuindo alta porcentagem de fibras, aumento este que segundo Ørskov e Ryle (1990) seria proveniente dos processos mecânicos de ingestão e digestão destes alimentos, como maior tempo de mastigação, ruminação e maior número de contrações ruminais. Também Van Soest (1982) verificou que, alterações nas proporções de AGV no rúmen poderiam explicar parte das diferenças observadas no incremento calórico com uso de alimentos fibrosos, em virtude de haver maior produção de calor associada com o metabolismo do

acetato comparado com o do propionato. Neste sentido, se a produção de calor metabólico originária dos processos bioquímicos do metabolismo dos AGV e dos processos mecânicos relacionados à ingestão dos alimentos volumosos é maior em relação aos alimentos concentrados, então as vacas não foram capazes de detectar a diferença individual de cada um destes alimentos. Por outro lado, foi observado que os animais ingeriram proporções semelhantes de concentrado e volumoso nos dois ambientes, mantendo, desta forma, o pH ruminal, a produção de AGV e a relação entre os ácidos acético e propiônico, ou seja, estabilizaram o ambiente ruminal, o que está de acordo com o modelo do desconforto total mínimo, proposto por Forbes (1999). Assim, é possível que as vacas percebam a capacidade acidogênica de cada alimento.

Contudo, contrariamente aos resultados obtidos neste estudo, Van Soest (1982) observou uma redução na concentração de AGV no rúmen de animais mantidos em estresse térmico, em virtude da queda na ingestão de alimentos e, consequentemente, redução dos carboidratos fermentescíveis. Também Habeeb et al. (1992) reportaram redução na concentração de ácidos graxos voláteis e no pH ruminal, observando diminuição da utilização da proteína, em virtude da falta de substrato energético, hormônios e enzimas em situações de estresse calórico. Tal afirmação pode sugerir que a baixa utilização da proteína, por falta de energia disponível no interior do rúmen, seja a responsável pelo aumento do teor de nitrogênio amoniacial observado em animais submetidos ao estresse, no presente estudo.

Os animais sob estresse térmico reduziram a ingestão total de MS sem, contudo, alterar a proporção de concentrado e volumoso das suas dietas, provavelmente na tentativa de manter estável o ambiente ruminal.

## Conclusão

Em condições de estresse térmico, o consumo de matéria seca por vacas não gestantes e não lactantes foi reduzido.

Uma vez apresentada oportunidade de escolha entre alimentos volumosos e concentrados, vacas em estresse térmico realizam seleção não aleatória dos mesmos.

O aproveitamento dos nutrientes por vacas em estresse térmico pode ser comprometido, uma vez que houve redução na digestibilidade de vários componentes da dieta nesta situação.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pelo auxílio à pesquisa e concessão da bolsa de Pós-Doutorado do primeiro autor.

## Referências

- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 13<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.: AOAC, 1985.
- BATEMAN, J. **Nutricion animal**: manual de métodos analíticos. México: Herrero Hermanos, 1970.
- BEEDE, D. K.; COLLIER, R. J. Potencial nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 3, p. 543-555, 1986.
- CONCEIÇÃO, D.; JACQUES, R.; BENTO, F.; SIMONETTI, A.; PEDRO SELBACH, P; CAMARGO, F. Redução de cromo hexavalente por bactérias isoladas de solos contaminados com cromo. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1661-1667, 2007.
- CROPPER, M.; LLOYD, M. D.; EMMANS, G. C. An investigation into the relationship between nutrient requirements and diet selection in growing lambs. **Animal Production**, v. 40, n. 3, p. 562, 1985.
- CROPPER, M.; LLOYD, M. D.; EMMANS, G. C. Choice feeding as a method of determining lamb nutrient requirements and growth potential. **Animal Production**, v. 42, n. 2, p. 453-454, 1986.
- ERWIN, E. S.; MARCO, G. J.; EMERY, E. M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v. 44, n. 9, p. 1768-1771, 1961.
- FORBES, J. M. **The voluntary food intake and diet selection of farm animals**. Wallingford: CAB International, 1995.
- FORBES, J. M. Dietary awareness. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 57, n. 5, p. 287-297, 1998.
- FORBES, J. M. Minimal total discomfort as a concept for the control of food intake and selection. **Appetite**, v. 33, n. 3, p. 371, 1999.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, D.C.: Agricultural Research Service, 1970. (Agriculture Handbook).
- HABEEB, A. A. M.; MARAI, I. F. M.; KAMAL, T. H. Heat stress. In: PHILLIPS, C.; PIGGINS, D. (Ed.). **Farm animals and the environment**. 1<sup>st</sup> ed. Wallingford: CAB International, 1992. p. 27-47.
- HENDRIX, D. L. Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues. **Crop Science**, v. 33, n. 6, p. 1306-1311, 1993.
- HOLTER, J. B.; WEST, J. W.; MCGILLIARD, M. L.; PELL, A. N. Predicting ad libitum dry matter intake and yields of Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 5, p. 912-921, 1996.
- KULASEK, G. A micromethod for determination of urea

- in plasma, whole blood and blood cells using urease and phenol reagent. **Polish Archives**, v. 15, n. 4, p. 801-810, 1972.
- KYRIAZAKIS, I.; OLDHAM, J. D. Food intake and diet selection in sheep: The effect of manipulating the rates of digestion of carbohydrates and protein of the foods offered as a choice. **British Journal of Nutrition**, v. 77, n. 8, p. 243-254, 1997.
- MAGDUB, A.; JOHNSON, H. D.; BELYEA, R. L. Effect of environmental heat and dietary fiber on thyroid physiología of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n. 12, p. 2323-2331, 1982.
- NEVES, M. L. M. W.; AZEVEDO, M.; COSTA, L. A. B.; GUIM, A.; LEITE, A. M.; CHAGAS, J. C. Níveis críticos do índice de conforto térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009.
- NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7<sup>th</sup> ed. Washington: NAP, 2001.
- ØRSKOV, E. R.; RYLE, M. **Energy nutrition in ruminants**. London: Elsevier Applied Science, 1990.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Esalq, 2000.
- RAVAGNOLO, O.; MISZTAL, I.; HOOGENBOOM, G. Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 9, p. 2120-2125, 2000.
- REYNOLDS, C. K.; TYRRELL, H. F.; REYNOLDS, P. J. Effects of diet forage-to-concentrate ratio and intake on energy metabolism in growing beef heifers: Whole body energy and nitrogen balance and visceral heat production. **Journal of Nutrition**, v. 121, n. 7, p. 994-1003, 1991.
- ROSSI JUNIOR, P.; PEREIRA, J. R. A. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos**. Piracicaba: Fealq, 1995.
- SAS INSTITUTE INCORPORATION. **SAS user's guide**: statistics. 8<sup>th</sup> ed. Cary, 2001.
- SILANIKOVE, J. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. **Livestock Production Science**, v. 30, n. 6, p. 175-194, 1992.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2<sup>nd</sup> ed. Ithaca: Cornell University Press, 1982.
- WARREN, P. W.; MARTZ, F. A.; ASAY, K. H.; HILDERBRAND, E. S.; PAYNE, C. G.; VOGT, J. R. Digestibility and rate of passage by steers fed tall fescue, alfalfa and orchardgrass hay in 18 and 32 °C ambient temperatures. **Journal of Animal Science**, v. 39, n. 1, p. 93-96, 1974.
- WEST, J. W.; MULLINIX, B. G.; BERNARD, J. K. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 6, p. 232-242, 2003.

Received on February 7, 2009.

Accepted on July 8, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.