Respostas fisiológicas de cabras leiteiras submetidas ao regime de suplementação com concentrado em dois sistemas de produção

Adriana Sampaio Nunes, Orlando Rus Barbosa* e Julio César Damasceno

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
**Autor para correspondência. e-mail: orbarbosa@uem.br*

RESUMO. Analisaram-se as variáveis fisiológicas e a produção de calor, de setembro (1997) a junho (1998), de 30 cabras mestiças em dois sistemas de produção: pastagem (S1) e semiconfinamento (S2) e dois regimes de concentrado: 30% das exigências em energia líquida em toda lactação (R1), 60% das exigências diárias em energia líquida da 3ª a 13ª semana de lactação e 15% das exigências em energia líquida da 14ª semana ao final da lactação (R2). O sistema de produção influenciou a temperatura retal da tarde (TRt), a freqüência respiratória da manhã e da tarde (FRm e FRt). O regime alimentar influenciou a TRt. A temperatura retal da manhã (TRm) sofreu efeito da produção inicial e da temperatura do globo da manhã. A TRt foi influenciada pela ordem de lactação, temperatura do globo da tarde (TGt), velocidade do vento da manhã e da tarde (VVm e VVt) e umidade relativa da manhã. A FRm sofreu efeito do peso mensal, TGt, VVt, da temperatura do ar da manhã (TBSm) e umidade relativa da tarde (URt). A FRt foi influenciada pela TGt, temperatura do ar da tarde (TBSt) e URt. A produção de calor da noite influenciou a FRm e FRt; a produção de calor da madrugada influenciou a TRt e FRt; a produção de calor da manhã influenciou a FRm, a FRt e a produção de calor da tarde influenciou a FRm, FRt, TRm e a TRt.

Palavras-chave: freqüência respiratória, produção de calor, temperatura retal, variáveis climáticas.

ABSTRACT. Physiologic response of dairy goats submitted to supplementation diet with concentrate in two production systems. Physiological variables and heat production were analyzed, from September (1997) to June (1998), estimative of 30 cross breed Saanen dairy goats which were submitted to two production systems, pasture (S1) and semi-confined (S2) and two different diets: 30% of dairy requirements in net energy supplied by concentrate during all lactation (D1) and 60% of requirements from the third to the 13th week of lactation and 15% from the 14th until the end of lactation (D2). The afternoon rectal temperature (RTa), the morning and the afternoon respiratory rate (RRm and RRa) were influenced by the production system. The morning rectal temperature (RTm) was influenced by initial production (IP) and by the morning globe temperature (GTm); the RTa was influenced by the lactation sequence (LS) by the afternoon black-globe temperature (GTa), morning and afternoon air velocity (AVm and AVa), and morning relative humidity (RHm). The RRm was influenced by monthly weight (MW), GTa, AVa, morning dry-bulb temperature (DBTm) and afternoon relative humidity (RHa). The RRa was influenced by GTa, afternoon dry-bulb temperature (DBTa) and RHa. The RRm and RRa was influenced by night heat production (NHP); the RTa and RRa were influenced by dawn heat production (DHP), the RRm and RRa were influenced by the morning heat production (MHP) and the RRm, RRa, RTm and RTa were influenced by the afternoon heat production (AHP).

Key words: climatic variables, heat production, rectal temperature, respiratory rate.

Introdução

Os países em desenvolvimento adotam cada vez mais o sistema intensivo na produção animal. Essa produção é avaliada com certa precisão a partir da mensuração de variáveis apropriadas, tais como: ganho de peso, eficiência alimentar e quantidade de leite ou trabalho. A literatura internacional é vasta nas verificações dos fatores ambientais que impõem, coletiva ou separadamente, um certo grau de estresse nos ruminantes, mensuráveis pelos resultados das disfunções na homeotermia.

Pesquisas demonstram que a eficiência no desempenho é resultante do funcionamento homeotérmico, e disfunções desse sistema acarretam alterações significantes na eficácia da produção. São variáveis ambientais os componentes do microclima que se encontram ao redor do rebanho e se traduzem pelas condições climáticas de temperatura, pressão atmosférica, umidade, velocidade do vento, radiação térmica e outras variáveis encontradas nas circunvizinhanças do próprio animal (Nää, 1989).

As cabras, como outros organismos vivos, são sistemas termodinâmicos abertos, trocando energia e matéria com o ambiente. Durante o estresse térmico, o ambiente animal interno ajusta-se fisiologicamente em função das condições ambientais externas. No entanto, se os mecanismos fisiológicos, em resposta ao estresse, não forem suficientes para prevenir a hipertermia, que leva a um aumento de entropia nos processos biológicos, os animais domésticos geralmente diminuem a ingestão alimentar e a taxa metabólica na tentativa de manter a homeotermia endotérmica (Baccari *et al*., 1997).

O ambiente térmico tem influência direta na quantidade de calor liberada pelos homeotermos. Sabendo que o animal produz calor transformando a energia química dos alimentos em energia (carne, leite, ovos) ou trabalho, conclui-se que, se seu balanço de energia for afetado, isso poderá refletir diretamente no crescimento, na produção e na saúde dos animais (Pitarello, 1994).

O experimento desenvolvido teve como objetivo avaliar os efeitos do meio ambiente nas respostas fisiológicas de cabras leiteiras mestiças Saanen, submetidas a diferentes regimes de suplementação concentrada, em sistema de semiconfinamento e em pastagem.

Material e métodos

O experimento foi realizado no período de setembro de 1997 a junho de 1998, no setor de Caprinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná (UEM).

Foram utilizadas 30 cabras mestiças Saanen primíparas e multíparas, em lactação, mantidas em dois sistemas de produção (pastagem - S1 e semiconfinamento - S2) e dois regimes de fornecimento de concentrado (30% das exigências em energia líquida ao longo de toda a lactação - R1, 60% das exigências diárias em energia líquida da 3ª a 13ª semana de lactação e 15% das exigências em energia líquida da 14ª semana até o final da lactação - R2) (NRC, 1981). Os animais pertencentes ao sistema S2 tiveram acesso ao abrigo com paredes e piso ripado (20m × 9m × 2m), coberto com telha fibracimento, em orientação no sentido norte-sul, durante a noite, permanecendo em baias individuais de 3,75m^2 (2,5m x 1,5m), contendo bebedouros, cochos para ração e sal mineral, e uma área de pastagem de estrela africana (*Cynodon nienfuensis*), durante o dia; os animais pertencentes ao sistema S1 tiveram acesso somente à área de pastagem (10.000m^2). Os concentrados fornecidos aos animais em crescimento e aos adultos continham 72% de milho e 28% de farelo de soja, 75% de milho e 25% de farelo de soja, respectivamente. A suplementação era fornecida logo após a ordenha da manhã e da tarde; já a água e o sal mineral eram fornecidos à vontade.

Na coleta dos dados de velocidade do vento, utilizou-se um termoanemômetro. As temperaturas e umidade do ar foram obtidas por um psicrômetro não ventilado de bulbo seco e bulbo úmido. Para a obtenção do calor radiante foi utilizado um globo de Vernon de 0,15m de diâmetro exposto ao sol (Silva, 1989). A coleta de dados de todas as variáveis climáticas foram efetuadas duas vezes por semana, em intervalos de uma hora, das 8h às 18h. A partir dos dados de temperatura e umidade do ar, foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU), mediante a fórmula referida por Kelly e Bond (1971):

$$ITU = TS - 0,55\ (1 - UR)\ (TS - 58)$$

em que
TS = temperatura de bulbo seco, (°F),
UR = umidade relativa expressa como um valor decimal.

Após a obtenção do ITU interpretaram-se os dados, segundo Du Prez *et al*. (1990), onde: ITU inferior a 70 representa ausência de estresse; entre 70 e 72, alerta, alcançando o nível crítico; entre 72 e 78, acima do ponto crítico; 78 a 82, perigo, e superior a 82, emergência.

A temperatura retal (TR) individual foi medida por meio de um termômetro clínico digital inserido no reto do animal, a uma profundidade de aproximadamente 3,5cm e mantido nele durante três minutos. A freqüência respiratória (FR) foi obtida pela contagem dos movimentos do flanco, com o auxílio de um cronômetro por um período de 10 segundos, sendo o resultado multiplicado por 6 para obtenção em minutos. A coleta das variáveis fisiológicas foi realizada em dois períodos: manhã (8h às 9h) e tarde (13h às 15h), duas vezes por

semana. Os animais foram pesados em intervalos de 28 dias.

A fórmula descrita por Scott *et al*. (1983) foi usada como base para a estimativa de produção de calor dos animais, levando-se em consideração algumas suposições: 1) a quantidade de vapor d'água evaporada por 15 animais; 2) situação instantânea; 3) área estimada de ocupação da pastagem de $60m^2$ e $30m^2$ para semiconfinamento; 4) temperatura corporal média da espécie (39,5°C). A fórmula usada foi a seguinte:

$$Q_{vent} = V_v \cdot 0,1 \cdot A \cdot (T_r - T_{bs})$$

Em que: Q_{vent} = calor gerado pelos animais (W), V_v = velocidade do vento (m/s), 0,1 = vapor d'água evaporado para 15 animais (J), A = área ocupada pelos animais (m^2), T_r = temperatura corporal média da espécie (°C), T_{bs} = temperatura de bulbo seco (°C).

A análise estatística dos dados seguiu três passos: primeiramente, efetuou-se a seleção das variáveis climáticas, utilizando o procedimento de regressão "Stepwise", segundo Draper e Smith (1981), permanecendo apenas a variável que exibiu significância mínima de 5%; em seguida, avaliaram-se as variáveis selecionadas, determinando os seus efeitos sobre as variáveis animais, utilizando o procedimento do coeficiente de trilha; por último, foi realizada a análise de variância, por meio do programa Saeg (UFV, 1997), considerando como covariáveis os efeitos lineares, quadráticos e cúbicos das variáveis climáticas selecionadas pelo procedimento "Stepwise", bem como o peso mensal, a produção inicial, a ordem de lactação e o grau de sangue dos animais.

Resultados e discussão

Na Figura 1, estão presentes os valores da temperatura do bulbo seco (TBS) e do índice de temperatura e umidade (ITU), para os períodos da manhã e da tarde, durante o período experimental.

Durante as manhãs, valores de TBS inferiores a 25°C ocorreram ao longo de todo período experimental, sendo 100% freqüente nos meses de abril a junho. Quanto aos valores de ITU, observou-se em todos os meses estudados uma maior percentagem de dias com ITU inferior a 70. No período da tarde, houve uma maior oscilação dos valores de TBS e ITU, sendo que durante os meses de outubro e dezembro ocorreram temperaturas de bulbo seco mais elevadas. Apesar das condições climáticas observadas não apresentarem potencial estressante, verifica-se que ocorreram maiores oscilações e maiores valores de TBS e ITU durante o período da tarde.

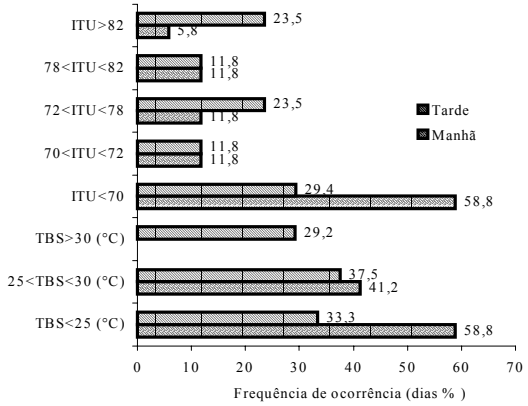

Figura 1. Freqüência de ocorrência (% dias) da temperatura do bulbo seco (TBS) e do índice de temperatura e umidade (ITU), durante o período experimental

Valores de FR e TR encontrados no período da tarde foram mais elevados (79 resp./min. e 39,4°C), em relação ao período da manhã (38 resp./min. e 38,6°C), provavelmente em função de maiores valores e oscilações das variáveis climáticas. Acharya *et al*. (1995), estudando as características do manto de cabras em relação à tolerância calórica nos trópicos, também encontraram maiores valores na temperatura retal e na freqüência respiratória no período da tarde, em relação ao período da manhã, explicando esse comportamento em função da temperatura ambiente.

A partir do procedimento estatístico "Stepwise", selecionaram-se as variáveis climáticas significativamente relacionadas às variáveis fisiológicas dos animais, obtendo-se as equações abaixo:

FRm = -9,207616 - 5,348898 TBSm + 1,800469 TGt + 0,418465 VVt - 1,864572 URt ;
FRt = -39,958362 - 10,730404 TBSm + 4,841300 TGm - 0,442810 TBSt + 4,693356 TGt+ 1,112954 VVt + 4,0258746 URt;
TRm = 37,068491 - 0,147072 TGm + 0,055938 URm;
TRt = 36,312190 - 0,077315 TGm + 0,007211 VVm +0,069617 URm + 0,085912 TGt + 0,005964 VVt.

Em que: FRm = freqüência respiratória da manhã (resp./min.); FRt = freqüência respiratória da tarde (resp./min.); TRm = temperatura retal da manhã (°C); TRt = temperatura retal da tarde (°C); TBSm = temperatura do bulbo seco da manhã (°C); TBSt = temperatura do bulbo seco da tarde (°C);

TGm = temperatura do globo da manhã (°C); TGt = temperatura do globo da tarde (°C); VVm = velocidade do vento da manhã (m/s); VVt = velocidade do vento da tarde (m/s); URm = umidade relativa da manhã (%); URt = umidade relativa da tarde (%).

Os resultados da análise de coeficientes de trilha para TRm, TRt, FRm, FRt encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Estimativa dos efeitos diretos e indiretos das variáveis climáticas selecionadas sobre as variáveis fisiológicas

	TRm		TRt		FRm		FRt	
	Direto	Diretos e indiretos	Direto	Diretos e indiretos	Direto	Diretos e indiretos	Direto	Diretos e indiretos
TBSm	-	-	-	-	0,419	0,421	0,050	0,512
TBSt	-	-	-	-	-	-	0,410	0,606
TGm	0,280	0,268	0,250	0,441	-	-	0,084	0,459
TGt	-	-	0,266	0,405	-0,018	0,249	0,177	0,534
VVm	-	-	-0,115	-0,218	-	-	-	-
VVt	-	-	0,133	0,131	0,126	0,122	0,019	0,053
URm	0,043	-0,032	0,123	-0,060	-	-	-	-
URt	-	-	-	-	-0,052	-0,141	0,060	-0,358
r^2	0,074		0,253		0,195		0,386	

TBSm = Temperatura de bulbo seco da manhã, TBSt = temperatura de bulbo seco da tarde, TGm = Temperatura do globo da manhã, TGt = Temperatura do globo da tarde, VVm = Velocidade do vento da manhã, VVt = Velocidade do vento da tarde, URm = Umidade relativa da manhã, URt = Umidade relativa da tarde, TRm = temperatura retal da manhã, TRt = temperatura retal da tarde, FRm = freqüência respiratória da manhã, FRt = freqüência respiratória da tarde e r^2 = Coeficiente de determinação

Verifica-se que a TGm apresentou efeito direto elevado, comparado com URm, além de correlação mais elevada com TRm, indicando ser importante determinar a variação em TRm. O efeito direto baixo, assim como a correlação baixa da URm sobre TRm, determina sua pouca utilidade para a estimativa de TRm.

A VVt apresentou efeito direto reduzido e correlação baixa com TRt. Portanto, essa variável é pouco determinante na estimativa de TRt. A TGm e a TGt, devido ao efeito direto elevado e à alta correlação com TRt, demonstraram que, ao serem utilizadas na estimativa dos efeitos climáticos sobre TRt, poderão trazer grandes benefícios. A VVm apresentou baixo efeito direto e alta correlação com TRt. Sendo assim, seu efeito ocorre, principalmente, indiretamente por meio de outras variáveis do modelo, e seu uso é de pouca utilidade na determinação dos efeitos climáticos sobre TRt.

A TBSm demonstrou estar altamente correlacionada com FRm, devido ao seu elevado efeito direto e a sua alta correlação com essa variável fisiológica. Por outro lado, tanto a VVt como a URt, em função do seu reduzido efeito direto e correlação baixa com FRm, são de pouca utilidade para estimar os efeitos climáticos sobre FRm. A TGt demonstrou ter correlação elevada com a FRm, mas efeito direto reduzido; seu efeito ocorre, principalmente, indiretamente por meio de outras variáveis.

Tanto a TBSm como a TBSt apresentaram alto efeito direto e alta correlação com FRt, sendo, portanto, importantes na estimativa das variáveis climáticas sobre essa variável fisiológica. De modo contrário, a VVt demonstrou ser de pouca importância na estimativa das variáveis climáticas sobre FRt, pois apresenta baixo valor de efeito direto e correlação com FRt. O efeito de TGm, TGt e URt ocorrem indiretamente por meio de outras variáveis climáticas, em função do baixo valor do efeito direto e alta correlação com FRt.

O regime alimentar influenciou ($p<0,05$) apenas a TRt, enquanto o sistema de produção influenciou ($p<0,05$) a TRt, a FRm e a FRt (Tabela 2). A TRt das cabras que encontravam-se em pastagem foi menor ($p<0,05$) quando comparada às semiconfinadas, sendo que, em relação à FRm e à FRt, o comportamento foi inverso ($p<0,05$). Sabendo que o animal usa o aumento da dissipação de calor através da pele e a via respiratória, como mecanismo de compensação contra o aumento da temperatura corporal (MacManaus, 1995), verifica-se que os animais do sistema de produção a pasto usaram mais eficientemente esse mecanismo compensatório, conseguindo, assim, redução significativa na sua temperatura corporal, obtida no período da tarde, em relação aos animais em semiconfinamento.

Tabela 2. Análise de variância dos dados de temperatura retal da manhã e da tarde (TRm e TRm) e freqüência respiratória da manhã e da tarde (FRm e Frt)

		Quadrado médio			
Fonte de variação	GL	TRm	TRt	FRm	FRt
Regime Alimentar	1	-	1,46*	-	-
Sistema de *produção*	1	-	13,76*	13807,08*	50764,13*
Peso mensal					
Linear	1	-	-	2008,85*	-
Produção inicial					
Linear	1	14,21**	-	-	-
Ordem de lactação					
Linear	1	-	5,40*	-	-
TBSm					
Linear	1	-	-	80885,70*	-
TBSt					
Linear *(Linear)*	1	-	-	-	96406,33*
TGm					
Linear	1	81,90**	-	-	-
TGt					
Linear *(Linear)*	1	-	39,55**	7549,13*	6601,68*
VVm			-		
Linear	1	-	13,47*	-	-
VVt *(Ava)*					
Linear	1	-	8,08*	7862,00*	-
Urm					
Linear	1	-	0,97*	-	-
URt *(Rha)*					
Linear *(Linear)*	1	-	-	7,22*	23107,38*
Quadrático	1	-	-	43,02*	29251,53*
Resíduo		0,65	0,18	296,37	898,18
GL resíduo		1577	1084	1465	1467
CV (%)		2,10	1,84	44,52	35,24

TBSm = Temperatura do bulbo seco da manhã, TBSt = Temperatura do bulbo seco da tarde, TGm = Tempertura do globotermômetro da manhã, TGt = Tempertura do globotermômetro da tarde, VVm = Velocidade do vento da manhã, VVt = Velocidade do vento da tarde ,URm = Umidade relativa da manhã, Urt = Umidade relativa da tarde, GL = Grau de liberdade, CV = Coeficiente de variação, **(p<0,01), *(p<0,05)

Considerando que pela manhã 41,2% dos dias exibiram valores de TBS entre 25 e 30°C, enquanto os 58,8 % dos dias restantes apresentaram valores inferiores a 25°C, a FRm observada nos dois sistemas encontra-se de normal a baixa, concordando com os resultados obtidos por Baccari *et al*. (1997), que, trabalhando com cabras Alpinas, não lactantes, em ambiente controlado de 20ºC a 20,5°C e 26,5ºC a 35°C, encontraram uma FRm média de 28 ± 0,91 e 60 ± 2,15, respectivamente. Tendo em vista que o fato de o sistema de produção não ser significativo para a TRm, pode-se dizer que, apesar da FRm ser significativamente diferente em relação ao sistema de produção, ambas foram eficientes na redução da temperatura corporal.

Os animais que receberam 30% das exigências em energia líquida ao longo de toda a lactação (R1) apresentaram TRt maior em relação aos animais que receberam 60% das exigências diárias em energia líquida da 3ª a 13ª semana de lactação e 15% das exigências em energia líquida da 14ª semana até o final da lactação (R2) (Tabela 3).

Tabela 3. Médias estimadas das variáveis fisiológicas entre regimes alimentar e sistemas de produção.

	TRt (°C)	FRm (resp./min.)	FRt (resp./min.)
Regime alimentar		-	-
30:30 (R1)	39,41 a	ns	ns
60:15 (R2)	39,31 b	ns	ns
Sistema de produção			
Pasto	39,24 b	39,30 a	82,00 a
Semiconfinamento	39,51 a	35,41 b	75,22 b

Médias, nas colunas, seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste de Tukey a 5%

Essa diferença entre temperaturas em função da suplementação alimentar era esperada, pois, segundo Kabunga e Sarpong (1991), o efeito do clima sobre animais alimentados com menores quantidades de alimento concentrado é mais comparado àqueles que recebem quantidades mais elevadas. Quanto maior a participação dos volumosos na dieta, maior será a produção de calor, em função do calor de fermentação e do calor do trabalho de digestão (Chandler, 1987).

A produção inicial (PI) e a TGm determinaram na TRm um comportamento linear (Tabela 4), de modo que cabras que tiveram PI mais elevadas apresentaram TRm mais baixas em relação àquelas com PI mais baixas.

Segundo Kabunga (1992), a temperatura retal obtida no período da manhã sofre efeito distinto das variáveis ambientais em relação aos obtidos no período da tarde, indicando haver um efeito retardado das variáveis climáticas sobre a temperatura retal, além de efeitos imediatos. Além disso, os valores das variáveis fisiológicas obtidas no período da manhã têm sido inferiores àqueles obtidos no período da tarde, sendo esse efeito mais acentuado em altas temperaturas em raças mais sensíveis e de acordo com o nível de produção dos animais.

Tabela 4. Resumo das equações de regressão das covariáveis sobre as variáveis fisiológicas (VF): temperatura retal da manhã (TRm) e da tarde (TRt), freqüência respiratória da manhã (FRm) e da tarde (Frt)

VF	Y =	b_0	+	b_1X_1	+	b_2X_2	r^2
TRm	PI (kg)	38,59	-	$0,127X_1$	+		0,0135
	TGm (ºC)	38,59	+	$0,045X_1$	+		0,0735
TRt							
Pasto	OL	39,30	-	$0,045X_1$	+		0,0198
	Urm (%)	39,30	+	$0,004X_1$	+		0,0036
	VVm (m/s)	39,30	-	$0,166X_1$	+		0,0480
	TGt (ºC)	39,30	+	$0,026X_1$	+		0,1290
	VVt (m/s)	39,30	+	$0,135X_1$	+		0,0293
Semiconfinado	OL	39,50	-	$0,045X_1$	+		0,0198
	Urm (%)	39,50	+	$0,004X_1$	+		0,0036
	VVm (m/s)	39,50	-	$0,166X_1$	+		0,0480
	TGt (ºC)	39,50	+	$0,026X_1$	+		0,1290
	VVt (m/s)	39,50	+	$0,135X_1$	+		0,0293
30:30	OL	39,43	-	$0,045X_1$	+		0,0198
	Urm (%)	39,43	+	$0,004X_1$	+		0,0036
	VVm (m/s)	39,43	-	$0,166X_1$	+		0,0480
	TGt (ºC)	39,43	+	$0,026X_1$	+		0,1290
	VVt (m/s)	39,43	+	$0,135X_1$	+		0,0293
60:15	OL	39,37	-	$0,045X_1$	+		0,0198
	URm (%)	39,37	+	$0,004X_1$	+		0,0036
	VVm (m/s)	39,37	-	$0,166X_1$	+		0,0480
	TGt (ºC)	39,37	+	$0,026X_1$	+		0,1290
	VVt (m/s)	39,37	+	$0,135X_1$	+		0,0293
FRm							
Pasto	PM (kg)	44,32	-	$0,200X_1$	+		0,0046
	TGt (ºC)	44,32	-	$0,544X_1$	+		0,0171
	VVt (m/s)	44,32	+	$4,158X_1$	+		0,0178
	URt (%)	44,32	-	$0,150X_1$	-	$0,022X_2$	0,0285
	TBSm (ºC)	44,32	+	$3,078X_1$	+		0,1570
Semiconfinado	PM (kg)	37,63	-	$0,200X_1$	+		0,0046
	TGt (ºC)	37,63	-	$0,544X_1$	+		0,0171
	VVt (m/s)	37,63	+	$4,158X_1$	+		0,0178
	URt (%)	37,63	-	$0,150X_1$	-	$0,022X_2$	0,0285
	TBSm (ºC)	37,63	+	$3,078X_1$	+		0,1570
FRt							
Pasto	TBSt (ºC)	92,19	+	$4,695X_1$	+		0,0682
	TGt (ºC)	92,19	+	$0,742X_1$	+		0,0050
	URt (%)	92,19	+	$0,458X_1$	-	$0,035X_2$	0,0217
Semiconfinado	TBSt (ºC)	80,26	+	$4,695X_1$	+		0,0682
	TGt (ºC)	80,26	+	$0,742X_1$	+		0,0050
	URt (%)	80,26	+	$0,458X_1$	-	$0,035X_2$	0,0217

PI = Produção inicial, TGm = Temperatura do globo da manhã, 30:30 = 30% das exigências em energia líquida ao longo de toda a lactação, 60:15 = 60% das exigências diárias em energia líquida da 3ª a 13ª semana de lactação e 15% das exigências em energia líquida da 14ª semana até o final da lactação, OL = Ordem de lactação, URm = Umidade relativa da manhã, VVm = Velocidade do vento da manhã, TGt = Temperatura do globo da tarde, VVt = Velocidade do vento da tarde, PM = Peso mensal, URt = Umidade relativa do ar da tarde, TBSm = Temperatura do bulbo seco da manhã, , TBSt = Temperatura do bulbo seco da tarde e r^2 = coeficiente de determinação

A ordem de lactação (OL) imprimiu um comportamento linear na TRt para ambos os sistemas de produção e regime de suplementação (Tabela 4). Cabras que estavam na primeira lactação apresentaram TRt mais elevadas do que aquelas com maior número de lactações em sua vida produtiva.

Essa diferença pode estar relacionada à taxa de crescimento, pois as cabras ainda estavam em fase de crescimento.

Quanto às variáveis climáticas, a URm, VVm, TGt e VVt, independente do sistema de criação e do regime de suplementação de concentrado, influenciaram linearmente ($p<0,05$) a TRt dos animais. As ações da URm, TGt e VVt foram todas de efeitos ascendentes, ou seja, à medida que a umidade relativa do ar, a temperatura do globo e a velocidade do vento aumentavam, maior era a TRt encontrada nos animais, com exceção da VVm, que apresentou efeito descendente. Mesmo que o efeito tenha sido no sentido de elevar a TRt dos animais, os valores encontrados não mostraram desconforto ao ponto de afetar sua produção e o controle da homeotermia.

Quando se analisa a FRm, nota-se que ela foi influenciada linearmente ($p<0,05$) pelo peso mensal (PM), TGt, VVt e TBSm, nos dois sistemas de criação, a pasto e semiconfinado e quadraticamente ($p<0,05$) pela URt. À medida que o peso médio mensal das cabras aumentava, a FRm diminuía. Esses resultados corroboram com os encontrados por Bodisco *et al*. (1973), citados por Damasceno (1996), os quais encontraram, para vacas leiteiras, efeito do peso sobre a freqüência respiratória.

Com o aumento da TGt, a FRm mostrou valores decrescentes, sendo esse efeito inverso para VVt e TBSm. Os resultados mostram que, embora uma variável climática tenha ação negativa na condição fisiológica dos animais, outras acabam interferindo nos mecanismos termorreguladores, propiciando assim condições adequadas para o equilíbrio térmico.

Para o período da tarde, todas as variáveis climáticas (TBSt, TGt) apresentaram efeito lineares positivos sobre a FRt com a Urt, mostrando efeito cúbico sobre a variável fisiológica.

Embora os efeitos sejam diferentes, os animais criados nos dois sistemas mostraram ser mais susceptíveis às variações do clima, naquele período. A maior freqüência respiratória dos animais implica dizer que ela está sendo utilizada como mecanismo de termorregulação, e que os valores encontrados não caracterizam uma hipertermia, porque tanto a TRt como a FRt encontram-se dentro dos limites normais para a espécie.

O efeito da temperatura do ar sobre a freqüência respiratória de cabras foi observado por vários autores (Bianca e Kunz, 1978, Manohar *et al*., 1980; Baccari *et al*., 1997), e a maior fonte de perda de calor evaporativa ocorre por meio do aumento da taxa respiratória (Gall, 1991).

Todas as variáveis fisiológicas estudadas sofreram influência da temperatura do globo, indicando ser um parâmetro climático importante na estimativa do efeito do clima sobre o comportamento fisiológico do animal. Collier *et al*. (1981), estudando o sombreamento sobre vacas em lactação, relataram aumento na temperatura retal (38,8 vs 39,7°C) e na freqüência respiratória (77,5 vs 114,2 resp./min.), em função do aumento da temperatura do globo (30,1 vs 38,8°C).

A Tabela 5 mostra as equações de regressão da produção de calor pelos animais, obtidas no período noturno, da madrugada, da manhã e da tarde, em relação à temperatura retal da manhã e da tarde, bem como a freqüência respiratória da manhã e da tarde.

Tabela 5. Equações de regressão da produção de calor da noite (PCNO), da madrugada (PCMA), da manhã (PCM) e da tarde (PCT) sobre a temperatura retal da manhã (TRm) e da tarde (TRt), freqüência respiratória da manhã (FRm) e da tarde (FRt)

FV	Y =	b_0	+	b_1X_1	+	b_2X_2	+	b_3X_3	r^2
TRm	PCT (W)	38,67	-	$0,00051X_1$	-	$0,000078X_2$	+	$0,0000003X_3$	0,011
TRt									
S1	PCMA (W)	39,24	-	$0,00259X_1$	+	$0,000022X_2$	+		0,013
	PCT (W)	39,24	+	$0,00034X_1$	-	$0,0000525X_2$	+	$0,00000016X_3$	0,013
S2	PCMA (W)	39,56	-	$0,00259X_1$	+	$0,000022X_2$	+		0,013
	PCT (W)	39,56	+	$0,00034X_1$	-	$0,0000525X_2$	+	$0,00000016X_3$	0,013
30:30	PCMA (W)	39,45	-	$0,00259X_1$	+	$0,000022X_2$	+		0,013
	PCT (W)	39,35	+	$0,00034X_1$	-	$0,0000525X_2$	+	$0,00000016X_3$	0,013
60:15	PCMA (W)	39,45	-	$0,00259X_1$	+	$0,000022X_2$	+		0,013
	PCT (W)	39,35	+	$0,00034X_1$	-	$0,0000525X_2$	+	$0,00000016X_3$	0,013
FRm	PCNO (W)	34,69	-	$0,10101X_1$	+	$0,0020424X_2$	-	$0,00003318X_3$	0,009
	PCM(W)	34,69	-	$0,11770X_1$	+	$0,0016614X_2$	-	$0,00000393X_3$	0,006
	PCT(W)	34,69	+	$0,05718X_1$	-	$0,0017872X_2$	+	$0,00000579X_3$	0,012
FRt									
S1	PCNO (W)	63,73	-	$0,18646X_1$	+	$0,0051654X_2$	-	$0,00003615X_3$	0,014
	PCMA(W)	63,73	-	$0,14345X_1$	+	$0,0049326X_2$	-	$0,00001743X_3$	0,003
	PCM(W)	63,,73	-	$0,12055X_1$	+	$0,0030018X_2$	-	$0,00001301X_3$	0,015
	PCT(W)	63,73	+	$0,02800X_1$	-	$0,0030869X_2$	+	$0,00001010X_3$	0,008
S2	PCNO (W)	73,35	-	$0,18646X_1$	+	$0,0051654X_2$	-	$0,00003615X_3$	0,014
	PCMA(W)	73,35	-	$0,14345X_1$	+	$0,0049326X_2$	-	$0,00001743X_3$	0,003
	PCM(W)	73,35	-	$0,12055X_1$	+	$0,0030018X_2$	-	$0,00001301X_3$	0,015
	PCT(W)	73,35	+	$0,02800X_1$	-	$0,0030869X_2$	+	$0,00001010X_3$	0,008
30:30	PCNO (W)	70,38	-	$0,18646X_1$	+	$0,0051654X_2$	-	$0,00003615X_3$	0,014
	PCMA(W)	70,38	-	$0,14345X_1$	+	$0,0049326X_2$	-	$0,00001743X_3$	0,003
	PCM(W)	70,38	-	$0,12055X_1$	+	$0,0030018X_2$	-	$0,00001301X_3$	0,015
	PCT(W)	70,38	+	$0,02800X_1$	-	$0,0030869X_2$	+	$0,00001010X_3$	0,008
60:15	PCNO (W)	66,71	-	$0,18646X_1$	+	$0,0051654X_2$	-	$0,00003615X_3$	0,014
	PCMA(W)	66,71	-	$0,14345X_1$	+	$0,0049326X_2$	-	$0,00001743X_3$	0,003
	PCM(W)	66,71	-	$0,12055X_1$	+	$0,0030018X_2$	-	$0,00001301X_3$	0,015
	PCT(W)	66,71	+	$0,02800X_1$	-	$0,0030869X_2$	+	$0,00001010X_3$	0,008

FV = Fonte de variação, S1 = pasto, S2 = semiconfinamento, 30:30 = 30% das exigências em energia líquida ao longo de toda a lactação, 60:15 = 60% das exigências diárias em energia líquida da 3ª a 13ª semana de lactação e 15% das exigências em energia líquida, da 14ª semana até o final da lactação, r^2 = Coeficiente de determinação

Durante a noite, a produção de calor (PCNO) determinou uma resposta cúbica na FRm e na FRt, e a produção de calor durante a madrugada (PCMA) influenciou a TRt de forma quadrática e a FRt de forma cúbica. Pela manhã, o calor produzido (PCM) pelos animais imprimiu um comportamento cúbico na FRm, FRt; à tarde, a produção de calor (PCT) influenciou a TRm, TRt, FRm, FRt, de forma cúbica. Pode-se observar, por meio dos resultados da influência da PCNO, PCMA, PCM e PCT sobre as variáveis fisiológicas, que o efeito da produção de

calor manifestou-se tanto de forma imediata quanto de forma retardada no metabolismo das cabras, seguindo a mesma tendência observada nos efeitos das variáveis climáticas sobre as variáveis fisiológicas, apresentando como conseqüência efeito significativo da produção de calor, em todos os períodos estudados.

Isso também é confirmado por Finch (1986), que afirma que o metabolismo animal gera cerca de 1/3 da carga térmica em ambiente quente, e que, nessas condições, 85% dessa carga é perdida por meio de calor sensível (condução, convecção e radiação) e insensível (evapotranspiração).

Scott *et al*. (1983) também confirmaram que a transferência total de calor do animal para o meio ambiente depende da magnitude e da direção dos gradientes de temperatura e pressão de vapor, da velocidade do vento sobre a superfície corpórea e a da temperatura das superfícies radiantes do animal.

Conclusão

Os animais apresentaram uma possível adaptação aos sistemas de produção impostos, possibilitando valores fisiológicos dentro dos limites normais, apesar das diferenças.

A suplementação alimentar, com 30% das exigências em energia líquida ao longo de todo período, demonstrou ser mais eficiente na manutenção da temperatura corporal.

Os efeitos das variáveis climáticas obtidas no período da tarde demonstraram ser tanto de efeito imediato quanto de efeito retardado, e importantes na avaliação sobre cabras leiteiras em produção.

Referências

ACHARYA, R.M. *et al*. Coat characteristics of goat in relation to heat tolerance in the hot tropics. *Small Ruminant. Res*., Amsterdam, v.18, p. 245-248, 1995.

BACCARI, P. *et al*.. Thermoregulatory responses of alpine goats during thermal stress. *In*: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 5, 1997, Minneapolis. *Anais*... Minneapolis: 1997. p. 29-31.

BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and hight altitude. *Liv. Prod. Sci*., Amsterdam, v. 5, p. 57-69, 1978.

CHANDLER, P.T. Problems of heat stress in dairy cattle examined. *Feedstuffs,* Mennetonka, v.59, n. 25, p. 15-16, 1987.

COLLIER, R.J. *et al*. Shade management in subtropical environment for milk yeld and composition in holstein and jersey cows. *J. Dairy Sci*., Savoy, v.64, n.5, p.844-849, 1981.

DAMASCENO, J.C. *Respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas com acesso à sombra constante ou limitada*. 1996. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas / Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

DRAPER, N.R.; SMITH, H. *Applied regression analysis*. 2 ed. New York: John Wiley e Sons. 1981.

DU PREZ, J.H. *et al*. Heat stress in dairy cattle under Southern African conditions. I. Temperature-humidity index mean values during the four main seasons. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, v.57, n.3, p.183-187, 1990.

FINCH, V. A. 1986. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *J. Anim. Sci*., Savoy, v.62, p.531-542, 1986.

GALL, C.F. Breed difference in productivity in goats. *In*: MAIJALA, K. *World animal science B 8 disciplinary approach, genetics resources of pig, sheep and goat*. Elsevier, Amsterdam. 1991. p. 413-429.

KABUNGA, J.D. The influence of thermal conditions on rectal temperature, respiration rate and pulse rate of lactating holstein-frisian cows in the humid tropics. *Int. J. Biometereol*., Berlin, v.36, p.146-150, 1992.

KABUNGA, J.D.; SARPONG, K. Influence of weather conditions on milk production and rectal temperature of holsteins fed two levels of concentrate. *Int. J. Biometereol*., Berlin, v.34, p.226-230, 1991.

KELLY, C.F.; BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurement. *In*: *National Academy of Science* - A guide environmental research on animals. Washington, D.C, 1971. p. 7-92.

MACMANAUS, C. Comparação das raças Santa Inês e Bergamácia no Distrito Federal: Características de adaptação em animais adultos. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22, 1995. *Anais*... Brasília: SBZ, 1995. p. 136-137,

MANOHAR, S. *et al*. Note on comparative physiological responses of sheep and goat to high ambient temperature. *Indian J. Anim. Sci.,* Savoy, v.50, n.2, p.205-206, 1980.

NÄÄ, I.A. *Princípios de conforto térmico na produção animal*. São Paulo: Editora Ícone, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients Requirements of goats. Angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries. Washington, DC, 1981.

PITARELLO, D.J.M. *Estimativa de um índice de conforto térmico à produção de suínos utilizando modelos em escala*. 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1994.

SCOTT, I.M. *et al*. Effect of programmed diurnal temperature cycles on plasma thyroxin level, body temperature, and feed intake of holstein dairy cows. *Int. J. Biometereol*., Berlin, v.27, p. 47-62, 1983.

SILVA, R.G. Equações para estimativa da carga térmica radiante através do globo de Vernon. *In*: WORKSHOP DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 2, 1989, . *Anais*... Jaboticabal: Unesp, 1989. p. 1-9.

UFV-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. SAEG – *Sistema de análise estatística e genéticas.* Versão 7.1. Viçosa: UFV, 1997. (Manual do usuário).

Received on February 14, 2002.

Accepted on June 09, 2003.