

Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Holandesas com Acesso à Sombra Constante ou Limitada¹

Júlio Cesar Damasceno², Flávio Baccari Júnior³, Luiz Antônio Targa⁴

RESUMO - O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar as respostas fisiológicas e produtivas de 16 vacas da raça holandesa, em diferentes estádios de lactação e níveis de produção, mantidas em dois currais tipo "free stall", com ou sem cobertura com lonas plásticas, nas extremidades sudeste-noroeste da área coberta. Os animais foram confinados em sistema "free stall", nos meses de verão, com acesso à sombra constante ou limitada. Foi utilizado delineamento experimental completamente casualizado. As variáveis fisiológicas medidas foram frequência respiratória (manhã e tarde) e temperatura retal (manhã e tarde). As variáveis produtivas foram: produção de leite (manhã, tarde e diária), consumo de matéria seca (MS) (% do peso vivo do animal) e eficiência de produção de leite (kg de leite/kg de MS consumida). Os animais com acesso à sombra constante apresentaram frequência respiratória (74,1 vs 81,0 mov./min.) e temperatura retal (39,5 vs 39,7°C) inferiores e produção de leite (22,6 vs 20,9 kg/dia) e eficiência de produção de leite (1,3 vs 1,2 kg de leite/kg MS) superiores às de animais com acesso à sombra limitada. Não houve efeito sobre o consumo de alimentos.

Palavras-chave: conforto térmico, estresse térmico, frequência respiratória, produção de leite, temperatura retal, vacas leiteiras

Physiologic and Productive Responses of Holstein Dairy Cows with Access to the Constant or Limited Shade

ABSTRACT - The work was carried out to evaluate the physiologic and productive responses of 16 Holstein breed cows, in different lactating stages and production levels, maintained in two free stall corral types, with or without plastic sheet covering, in the southeast-northwest of the covered area edges. The animals were confined in free stall system, during the months of the summer, with access to the constant or limited shade. A complete randomized experimental design was used. The physiological variables measured were respiratory frequency (morning and afternoon) and rectal temperature (morning and afternoon). The productive variables were milk production (morning, afternoon and daily), dry matter (DM) intake (% live weight) and efficiency of milk production (kg of milk/kg DM intake). The animals with access to the constant shade presented respiratory frequency (74.1 vs 81.0 breath/min.) and rectal temperature (39.5 vs 39.7°C) lower and milk production (22.6 vs 20.9 kg/day) and efficiency of milk production (1.3 vs 1.2 kg of milk/kg DM ingested) higher than the animals with access to the limited shade. There was no effect on the dry matter intake.

Key Words: thermal comfort, heat stress, respiratory frequency, milk production, rectal temperature, dairy cows

Introdução

A participação de vacas holandesas na produção de leite no Brasil é considerável. Devido às condições climáticas existentes nos países de origem, os animais desta raça são os que mais sofrem com as condições climáticas observadas em regiões tropicais, especialmente no verão, quando ocorrem altas temperaturas e umidades e radiação solar intensa, ficando impedidos de expressarem todo o potencial genético para a produção leiteira.

Decréscimos de 2,3 a 11,5 kg na produção de leite nos meses de verão, comparados com meses de temperaturas amenas, têm sido relatados (CHANDLER, 1987 e IGONO et al., 1992). McDOWELL et al. (1976) verificaram decréscimo de 17% na produção de leite ao longo da lactação, quando compararam vacas parindo no verão com aquelas parindo no inverno.

Normalmente, os animais respondem ao estresse pelo calor com aumentos na frequência respiratória, temperatura retal, redução no consumo de matéria

¹ Parte da Tese apresentada pelo primeiro autor à FCA/UNESP, Botucatu como um dos requisitos para obtenção do título "Doctor Scientiae" em Agronomia, Área de Concentração em Energia na Agricultura.

² Professor do Departamento de Zootecnia da UEM, Av. Colombo, 5790 - 87020-900, Maringá, PR.

³ Professor do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ/UNESP - 18618-000, Botucatu, SP.

⁴ Professor do Departamento de Engenharia Rural da FCA/UNESP - 18603-970 - Botucatu, SP.

seca e queda na produção de leite. Estas respostas, no entanto, variam em função de fatores como nível e estágio de produção, proporção de volumosos na dieta, quantidade e qualidade da proteína fornecida e amplitudes de variação das variáveis ambientais (CHANDLER, 1987 e CHEN et al., 1993). Condições de estresse brando pelo calor, com temperaturas entre 27 e 27,7°C e índices de temperatura e umidade entre 72,3 e 74,4, deprimiram a produção de leite de vacas holandesas de 3,6 a 4,5% (AGUIAR et al., 1996) em comparação à condição de conforto térmico.

Os decréscimos observados na produção de leite em vacas sob estresse pelo calor ocorrem em virtude dos efeitos envolvidos na regulação térmica, no balanço de energia e nas modificações endócrinas, dentre outros (JOHNSON, 1985). Deve-se destacar que as alterações observadas no organismo animal objetivam reduzir a produção de calor (taxa metabólica) e incrementar as perdas de calor para o meio ambiente. Neste sentido, as vacas leiteiras tendem a reduzir consideravelmente a produção leiteira em razão do aumento da temperatura ambiente, uma vez que as atividades ligadas à produção de leite geram grandes quantidades de calor (WOLFY e MONTY, 1974 e COLLIER e BEEDE, 1985).

A principal razão para a redução da produção de leite em climas quentes é a redução no consumo de matéria seca (MS) (McDOWELL et al., 1976; McGUIRE et al., 1989; e CHEN et al., 1993). Segundo COLLIER e BEEDE (1985) e CHANDLER (1987), os animais reduzem o consumo de alimentos, à medida que a temperatura do ar se eleva, na tentativa de diminuir a taxa metabólica. A redução no consumo seria, também, devido à ação inibidora do calor sobre o centro do apetite, pelo aumento da frequência respiratória (McDOWELL et al., 1969) e pela redução na atividade do trato gastrointestinal, resultando em diminuição da taxa de passagem do alimento pelo rúmen e acelerando a inibição do consumo pelo enchimento do rúmen (COLLIER et al. 1981).

Modificações no ambiente natural parecem ser essenciais para desempenhos produtivos adequados em regiões de clima quente, conforme indicado em alguns estudos (WIERSMA et al., 1984 e TARGA et al., 1993). Os métodos de alívio do estresse pelo calor, em vacas leiteiras confinadas, que têm sido utilizados são: sombreamento, ventilação, resfriamento do ar a partir da aplicação de gotículas de água, aspersão de água sobre os animais acompanhada de ventilação forçada e condicionamento do ar

(KIMMEL et al., 1992 e BACCARI JR., 1986). Entretanto, as respostas dos animais a estes métodos de alívio têm sido muito variáveis. Pesquisas têm demonstrado os benefícios do sombreamento adequado no conforto e desempenho de vacas leiteiras.

HARRIS et al. (1960) relataram que vacas sem acesso à sombra apresentaram maiores valores de temperatura retal e frequências respiratória e cardíaca comparadas àquelas mantidas em abrigos sombreados.

Estudando os benefícios do sombreamento em vacas leiteiras, ROMAN-PONCE et al. (1977) verificaram que a temperatura de globo negro diferiu entre os ambientes sombra e sol (28,4°C contra 36,7°C). A produção de leite foi elevada em 10,7% (16,6 kg contra 15,0 kg), entretanto, a temperatura retal e a frequência respiratória foram reduzidas pelo sombreamento.

De forma semelhante, BACCARI JR. et al. (1982), estudando as respostas fisiológicas e produtivas de vacas cruzadas zebu-europeu, em lactação, às diferenças ambientais em locais com ou sem sombra, verificaram que a temperatura de globo negro diferiu entre os ambientes. Observaram ainda que as vacas não abrigadas tiveram maior temperatura retal, indicando que acumularam mais calor durante o dia.

Em experimento realizado no Estado de Minas Gerais com vacas da raça holandesa, CARDOSO et al. (1983) não observaram diferenças entre sombreamento total ou parcial, para variáveis fisiológicas, indicando que o uso de cobertura total torna-se desnecessário para abrigar estes animais. Quando parte do ambiente é coberto, os animais procuram a sombra nas horas mais quentes do dia, evitando parte da carga térmica adicional proveniente da radiação solar direta. No trabalho de BACCARI JR. et al. (1995), não ocorreu diferença na produção de leite, ingestão de matéria seca e eficiência da produção de leite de vacas holandesas com sombra total e parcial durante verão brando.

Numerosos trabalhos de pesquisas estudando o efeito das condições climáticas no desempenho de vacas leiteiras têm sido publicados em várias regiões do mundo, principalmente nos Estados Unidos, mas no Brasil este número ainda é muito reduzido, particularmente estudos que considerem alterações estruturais em sistemas de produção intensivo. Por esta razão, foi realizado este experimento com o objetivo de avaliar o efeito da disponibilidade de sombra na área de descanso, sobre frequência respiratória, temperatura retal, consumo de matéria seca, produção de leite e

eficiência de produção de leite, em vacas da raça holandesa exploradas em sistema "free stall", no verão.

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante os meses de janeiro e fevereiro de 1993, nas dependências do Departamento de Produção de Ruminantes da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP, na cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo.

Foram utilizadas 16 vacas da raça holandesa, com 92 dias de lactação, em média, e produção inicial média de 22 kg de leite por dia, mantidas em dois abrigos tipo "Free Stall" (oito vacas em cada abrigo). Cada abrigo possuía área coberta de telhas térmicas constituídas de duas chapas metálicas em aço galvanizado, com núcleo poliuretano, com 61,1 m² (6,3 x 9,7 m), orientadas no sentido sudeste-noroeste, pé direito de 5,0 m na parte mais alta e 4,4 m na parte mais baixa, com baias individuais (área de descanso), piso de areia e desprovidos de paredes ou cortinas, área descoberta com piso de concreto, corredores de acesso às baias e cochos para o fornecimento de alimento e água.

Em um dos abrigos foram utilizadas coberturas de lonas plásticas amarelas nas extremidades sudeste-noroeste da área coberta, com o objetivo de garantir sombra em todas as horas do dia, impedindo que os raios solares atingissem diretamente a área de descanso dos animais.

No abrigo sem proteção, a área de descanso recebia raios solares diretamente durante algumas horas da manhã e da tarde.

A distribuição dos animais nos currais foi realizada considerando-se a produção de leite no início do experimento e o estágio de lactação.

As vacas permaneciam durante o dia todo com livre acesso às baias e demais áreas dos abrigos, mas sem acesso às pastagens. Eram ordenhadas duas vezes ao dia, às 6 e às 18 h, com ordenhadeira mecânica, retornando, em seguida, aos abrigos.

A alimentação consistiu de silagem de milho, concentrado e caroço de algodão, fornecidos misturados nas seguintes proporções: silagem de milho representando 50 % da MS total e os 50% restantes como caroço de algodão (2,0 kg/animal/dia) e concentrado. A distribuição e a mistura dos ingredientes nos cochos foi efetuada três vezes ao dia (6, 12 e 17 h), garantindo alimento de qualidade ao longo do dia. Antes da alimentação matutina retiravam-se, pesavam-se e amostravam-se as sobras de alimento nos cochos,

bem como o alimento a ser fornecido para, em seguida, efetuar a análise da matéria seca (MS). A quantidade de MS fornecida era corrigida semanalmente, garantindo mínimo de 15% de sobras, com o objetivo de não ocorrer limitação do consumo voluntário da dieta pelo animal, em função da disponibilidade de alimento no cocho.

Durante o período experimental, mediram-se temperatura e umidade relativa do ar, temperatura de globo negro, velocidade do vento, precipitação pluviométrica, radiação solar e horas de brilho de sol. Posteriormente determinou-se o índice de temperatura e umidade (ITU).

A temperatura e umidade do ar foram registradas por intermédio de termôgrógrafo instalado na extremidade leste de frente os currais. A partir dos dados obtidos, foram consideradas as seguintes variáveis: umidade relativa média do ar, temperatura mínima, máxima e média do ar e número de horas do dia com temperaturas inferiores a 21°C (frio), entre 21 e 27°C (conforto) e superior a 27°C (quente), de acordo com IGONO et al. (1992).

Os termômetros de globo negro foram instalados a 1,70 m do solo na parte central da área coberta de cada abrigo. As leituras eram efetuadas diariamente em intervalos de uma hora das 7 às 18 h.

Para medir a velocidade do vento utilizou-se um anemômetro localizado na extremidade leste de frente aos abrigos. As leituras seguiram o mesmo esquema citado para as leituras do termômetro de globo negro, sendo considerada como variável a velocidade diária média do vento.

A partir dos dados de temperatura e umidade, o ITU foi determinado mediante modelo proposto por KELLY e BOND (1971):

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

em que

ts: temperatura de bulbo seco, °F; e

UR: umidade relativa expressa como valor decimal.

Após a obtenção dos valores do ITU, consideraram-se as seguintes variáveis: ITU mínimo, máximo e médio e número de horas com ITU inferior a 70, entre 70 e 72, entre 72 e 78, entre 78 a 82 e superior a 82 (DU PREEZ et al., 1990a,b)

Os valores de precipitação pluviométrica, radiação solar e horas de brilhos de sol foram obtidos na estação meteorológica do Departamento de Física da ESALQ, localizada próxima ao local do experimento.

Determinou-se individualmente, mediante pesagem, a produção de leite diária na ordenha da manhã, da tarde e total.

A temperatura retal (TR) foi medida usando-se um termômetro clínico inserido no reto por 3 minutos, diariamente entre 8 e 9 h (TRm) e 15 e 16 h (TRt).

Medidas da frequência respiratória foram feitas, diariamente, em intervalos de uma hora das 7 às 18 h, mediante contagem dos movimentos do flanco por um período de 60 segundos. A partir destes valores considerou-se como frequência respiratória no período da manhã (Frm) contagens feitas entre 8 e 9 h e como frequência respiratória da tarde (Frt), contagens realizadas entre 15 e 16 horas.

Determinou-se, diariamente, o consumo voluntário de matéria seca (MS), por grupo de animais, a partir da diferença entre a quantidade fornecida e a quantidade de sobras de MS.

A cada 15 dias estimava-se o peso vivo dos animais, mediante determinação do perímetro torácico, utilizando-se fita métrica e convertendo-se os valores para quilogramas.

As estimativas eram feitas logo após a ordenha da manhã. Os valores de peso corporal (PC) foram utilizados para expressar o consumo voluntário do lote como percentagem do peso corporal dos animais (CMSPC). Com estes valores determinou-se a eficiência de produção de leite (EF), dividindo-se a quan-

tidade de leite produzida pela MS consumida.

Para a análise dos dados utilizou-se o Sistema de Análise Estatística e Genética, SAEG (EUCLYDES, 1983).

O estudo das respostas dos animais às modificações ambientais foi realizado mediante análise de variância. Nesta análise consideraram-se como covariáveis os efeitos lineares das variáveis climáticas selecionadas pelo procedimento "stepwise", comum para os dois abrigos, bem como a produção de leite e dias pós-parto no início do experimento (SNEDECOR e COCHRAN, 1989).

Resultados e Discussão

Os valores médios e amplitudes das variáveis climáticas, ao longo do período experimental, encontram-se na Tabela 1.

Nota-se que as condições climáticas, nos meses de janeiro e fevereiro, no município de Piracicaba, São Paulo, são potencialmente estressantes para vacas leiteiras da raça holandesa. Os valores médios das temperaturas média, mínima e máxima foram 25,0; 21,9; e 30,9°C, respectivamente, e das médias de índice de temperatura e umidade (ITU) médio, mínimo e máximo, 74,6; 69,3; e 81,7, respectivamente.

Tabela 1- Média e amplitude diária das variáveis climáticas ao longo do período experimental
Table 1- Average and range of daily climatic variables during the experiment

Variável <i>Variable</i>	Média <i>Average</i>	Amplitude <i>Range</i>
Temperatura do ar (°C) <i>Air temperature</i>		
Média (<i>Mean</i>)	25,0	21,1 a 29,4
Máxima (<i>Maximum</i>)	30,9	23,0 a 36,0
Mínima (<i>Minimum</i>)	21,1	18,0 a 24,0
Número de horas do dia <i>Number of hours per day</i>		
<21°C	2,7	0,0 a 11,0
21 a 27°C	15,1	6,0 a 24,0
>27°C	6,2	0,0 a 13,0
ITU (<i>THI</i>)		
Médio (<i>Mean</i>)	74,7	69,5 a 79,9
Máximo (<i>Maximum</i>)	81,7	72,7 a 87,9
Mínimo (<i>Minimum</i>)	69,3	64,1 a 74,6
Número de horas do dia <i>Number of hours per day</i>		
<70	4,9	0,0 a 20,0
70 a 72	3,3	0,0 a 13,0
72 a 78	9,2	3,0 a 19,0
78 a 82	4,5	0,0 a 10,0
>82	2,0	0,0 a 8,0
Umidade do ar (<i>Relative humidity</i>), %	82,2	44,0 a 95,0
Radiação solar (<i>Solar radiation</i>), cal/cm ² .dia ⁻¹	368,0	84,0 a 647,0
Insolação (<i>Insolation</i>), horas/dia	4,4	0,0 a 11,0
Velocidade média do vento (<i>Average wind speed</i>), km/hora	16,7	4,1 a 31,9
Precipitação pluviométrica (<i>Rainfall</i>), mm/dia	7,7	0,0 a 39,4

Com o objetivo de orientar técnicos e produtores de leite sobre os riscos de ocorrência de estresse térmico em vacas leiteiras, pesquisadores têm classificado o ambiente térmico a partir de valores médios de ITU (JOHNSON, 1985; DU PREZZ et al., 1990a,b; e IGONO et al., 1992).

DU PREZZ et al. (1990a,b) descreveram ambientes para vacas leiteiras na África do Sul utilizando-se a seguinte classificação: ITU inferior a 70 (ausência de estresse), entre 70 e 72 (alerta, alcançando o nível crítico), entre 72 e 78 (alerta, acima do ponto crítico), 78 a 82 (perigo) e superior a 82 (emergência). A partir desta classificação, a condição climática média, no presente estudo, pode ser considerada moderadamente estressante. Em setenta e sete por cento dos dias experimentais, os valores de ITU variaram entre 72 e 78, enquanto em 16% dos dias houve ausência de estresse ou situação próxima ao nível crítico ($ITU < 72$). Somente em 7% dos dias foram observados ITU médios superiores a 78.

A Figura 1 apresenta os valores médios horários da temperatura de globo negro (TGN), entre 7 e 18 horas, em ambos os currais.

Os menores valores de TGN foram observados no início da manhã, aumentando gradativamente até atingir valores máximos por volta das 13 às 14 h, decrescendo a seguir, independente da proteção contra radiação solar direta.

A simples provisão de lonas plásticas nas extremidades do abrigo resultou em benefícios significativos na produção de leite e nas variáveis fisiológicas estudadas, com menores valores de TGN ao longo de todo o dia, refletindo em menor TGN médio (29,4 contra 28,7°C) ($P < 0,05$). Isto ocorreu devido à ausência de radiação solar direta na área de descanso

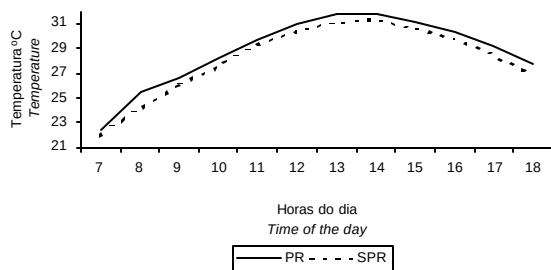


Figura 1 - Valores diurnos da temperatura do termômetro de globo negro (°C) em abrigos com (PR) e sem (NPR) proteção contra a radiação solar direta.

Figure 1 - Diurnal values of the black globe temperature (°C) in shelter with (PR) or without (NPR) protection against direct solar radiation.

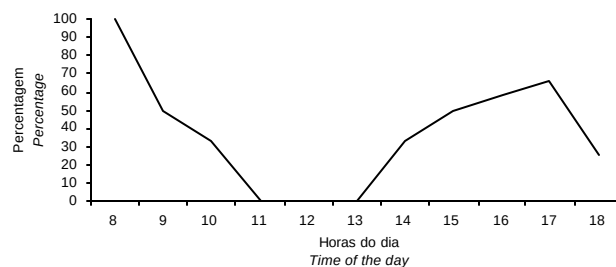


Figura 2 - Porcentagem da área de descanso que recebeu radiação solar direta, ao longo do dia, no abrigo sem proteção.

Figure 2 - Percentage of the resting area that received direct solar radiation, daily, in the shelter without protection.

no abrigo com proteção, conforme demonstrado na Figura 2. Verifica-se que em algumas horas do dia porção considerável das baias no abrigo sem proteção recebia radiação solar direta, resultando em desconforto para os animais, principalmente nas horas mais quentes do dia, entre 14 e 17 h.

O sombreamento eficiente tem sido destacado como essencial para que os animais desenvolvam o potencial produtivo em climas quentes (BACCARI JR., 1986). Vários autores obtiveram resultados expressivos com a utilização de sombreamento adequado (HARRIS et al., 1960; ROMAN-PONCE et al., 1977; COLLIER et al., 1981; BACCARI JR. et al., 1982; e CARDOSO et al., 1983).

ARMSTRONG e WELCHERT (1994) afirmam que a sensibilidade dos animais ao estresse pelo calor é diretamente proporcional ao nível de produção destes, indicando que a carência de sombras adequadas, como ocorreu neste trabalho, seria altamente prejudicial para animais de potencial genético superior para produção.

Os valores médios das variáveis produtivas e fisiológicas dos animais, nos abrigos com e sem proteção, constam na Tabela 2.

As produções de leite da manhã, tarde e total foram superiores em 7,6; 8,8; e 8,1% ($P < 0,05$), respectivamente, ao passo que as temperaturas retais e frequências respiratórias da manhã e tarde, inferiores ($P < 0,05$) para os animais mantidos no abrigo com proteção.

Não se observou influência dos tratamentos no consumo de MS, no entanto, a eficiência de produção de leite foi maior ($P < 0,05$) para os animais mantidos em abrigos com proteção (1,3 contra 1,2 kg de leite/kg de MS consumida).

Estes resultados refletem o sombreamento ineficiente dos animais mantidos no sistema "free

Tabela 2 - Efeito da modificação do ambiente sobre produção de leite, consumo de matéria seca (%PV), temperatura retal frequência respiratória e eficiência de produção de leite

Table 2 - Effect of ambient modification on milk production, dry matter intake (%LW), rectal temperature, respiratory frequency and efficiency of milk production

Item	Sem proteção solar Without solar protection	Com proteção solar With solar protection
Produção de leite (kg) Milk production		
Manhã (Morning)	11,8 b	12,7 a
Tarde (Afternoon)	9,1 b	9,9 a
Total (Total)	20,9 b	22,6 a
Temperatura retal (°C) Rectal temperature		
Manhã (Morning)	39,4 a	39,2 b
Tarde (Afternoon)	40,1 a	39,9 b
Frequência respiratória (mov/min) Respiratory frequency		
Manhã (Morning)	73,0 a	66,3 b
Tarde (Afternoon)	89,0 a	81,9 b
Consumo de MS (%PV) Dry matter intake	3,3	3,4
Eficiência de produção de leite (kg leite/kg MS consumida) Efficiency of milk production (kg milk/kg DM intaked)	1,2 b	1,3 a

Médias na linha seguidas de letras distintas são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste F.

Means within a row followed by different letters are different ($P < 0,05$ by F test)

stall” sem proteção, utilizado neste estudo e estão coerentes com aqueles verificados por alguns autores, embora ligeiramente inferiores.

COLLIER et al. (1981) relataram redução na temperatura de globo termômetro (30,1 vs 38,8°C), na temperatura retal (38,8 vs 39,7°C) e na frequência respiratória (77,5 vs 114,2 movimentos/minuto) e aumento de 17% (15,1 vs 12,7 kg) na produção diária de leite, quando sombrearam adequadamente vacas da raça holandesa. ROMAN-PONCE et al. (1977) obtiveram aumentos de 10,7% na produção de leite diária (16,6 vs 15,0 kg) com o sombreamento dos animais, contudo, a temperatura retal e frequência respiratória foram reduzidas. Deve-se destacar que estes estudos confrontaram animais com exposição total ao sol contra animais totalmente sombreados, o que não aconteceu no presente trabalho.

Já HARRIS et al. (1960) e BACCARI JR. et al. (1982) observaram efeitos do sombreamento apenas sobre as variáveis fisiológicas, enquanto a produção de leite não variou. Segundo BACCARI JR. et al. (1982), este fato pode ser em função do baixo nível produtivo dos animais avaliados.

As Tabelas 3 e 4 apresentam as comparações,

Tabela 3 - Temperatura retal dos animais estabulados em sistema “free stall”, com ou sem proteção contra a radiação solar

Table 3 - Rectal temperature of animals confined in free stall system, with or without protection against solar radiation

Abrigo Shelter	Temperatura retal Rectal temperature		Média Average
	Manhã Morning	Tarde Afternoon	
Sem proteção solar Without solar protection	39,6 b	40,1 a	39,7±1,42 A
Com proteção solar With solar protection	39,2 b	39,8 a	39,5±0,62 B
Média Average	39,3 b	39,9 a	-

Médias, na linha/coluna, seguidas de letras minúsculas/maiusculas diferentes são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste F.

Means, within a row/column, followed by different small/capital letters are different ($P < 0,05$) by F-test.

Tabela 4 - Frequência respiratória dos animais estabulados em sistema “free stall”, com ou sem proteção contra a radiação solar

Table 4 - Respiratory frequency of the animals confined in free stall system, with or without protection against solar radiation

Abrigo Shelter	Frequência respiratória Respiratory frequency		Média Average
	Manhã Morning	Tarde Afternoon	
Sem proteção solar Without solar protection	73,0 b	89,0 a	81,0±20,8 A
Com proteção solar With solar protection	66,3 b	81,9 a	74,1±17,9 B
Média Average	69,7 b	85,4 a	

Médias, na linha/coluna, seguidas de letras minúsculas/maiusculas diferentes são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste F.

Means, within a row/column, followed by different small/capital letters are different ($P < 0,05$) by F-test.

dentro de curral, entre TRm e TRt e entre FRm e FRt, respectivamente.

Verifica-se que, em ambos os abrigos, os valores das variáveis fisiológicas obtidos de manhã foram inferiores aos obtidos à tarde ($P < 0,05$), o que concorda com os resultados obtidos por AGUIAR et al. (1996). Vários autores têm encontrado comportamento semelhante, sendo a diferença entre manhã e tarde mais acentuada em altas temperaturas ambientes, em animais mais sensíveis e de acordo com o nível de produção (WOLFF e MONTY JR., 1974 e KABUGA, 1992).

O aumento da temperatura retal reflete o acúmulo de calor no organismo animal, o qual é resultante do excesso de calor recebido do ambiente, somado à produção interna de calor durante o dia, e da incapacidade dos mecanismos termorreguladores em elimi-

nar este excesso de calor (BAETA et al., 1987).

As temperaturas retais e frequências respiratórias obtidas pela manhã e tarde, principalmente para os animais sem proteção, foram superiores às consideradas normais (38 a 39,3°C e 10 a 40 mov./min, respectivamente) por alguns autores (KELLY, 1967; MAUST et al., 1972; CUNNINGHAM, 1992; e IGONO et al., 1992), indicando que as perdas de calor durante a noite foram insuficientes para permitir aos animais atingirem condição de conforto pleno no início da manhã. Isso reforça as recomendações de FRAZZI (1989) para que as variáveis ambientais sejam tomadas ao longo das 24 horas do dia.

A análise dos resultados evidencia a necessidade de se adotarem mecanismos adicionais de manejo ambiental, além do utilizado neste estudo, para oferecer aos animais condições de conforto térmico.

O comportamento das frequências respiratórias e do ITU ao longo do dia (7 às 18 h) pode ser observado na Figura 3. Em todas as horas do dia os animais exibiram FR elevadas. Observa-se rápido aumento nos valores a partir das 9 h, atingindo valores máximos por volta das 13 às 14 h, aproximadamente, decrescendo gradativamente a seguir. Em todos os momentos, os animais mantidos no abrigo com proteção exibiram menores valores de FR, refletindo claramente a menor carga térmica radiante naquele local. Deve-se destacar que as frequências respiratórias seguiram o comportamento observado para o ITU, que variou aproximadamente de 70 às 7 horas até cerca de 80, das 14 às 15 h, evidenciando o estresse térmico dos animais.

Verifica-se na Tabela 3 que a TRm e TRt foram

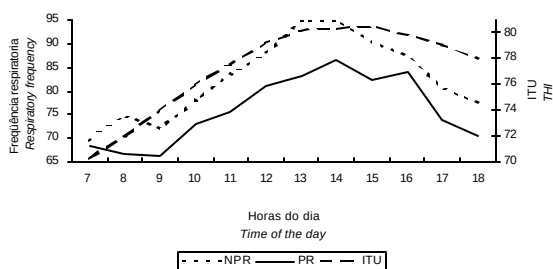


Figura 3 - Frequência respiratória (mov./min) ao longo do dia das vacas mantidas em abrigos com (PR) e sem (NPR) proteção contra a radiação solar direta e variação diurna do índice de temperatura e umidade (ITU).

Figure 3 - Respiratory frequency (breaths./min) during the day of the cows confined in shelter with (PR) or without protection (NPR) against direct solar radiation and diurnal variation of the temperature and humidity index (THI).

inferiores nos animais mantidos no abrigo protegido. A literatura indica que há alta relação entre temperatura retal da manhã e tarde em vacas em lactação, especialmente em condições de altas temperaturas ambientes e exposição à radiação solar (INGRAHAM et al., 1979). Quanto menores as temperaturas retais mínimas (manhã), mais hábeis serão os animais em resistir aos aumentos da temperatura retal, sem se tornarem hipertérmicos (WOLFF e MONTY JR., 1974).

A ausência de efeitos da modificação ambiental no consumo de MS foi surpreendente, uma vez que a produção de leite foi sensivelmente afetada, o mesmo ocorrendo com as variáveis fisiológicas. Fortes evidências indicam que a redução no consumo voluntário de alimentos tem sido a principal razão dos decréscimos na produção de leite, em vacas submetidas ao estresse pelo calor (MAUST et al., 1972; McDOWELL et al., 1976; McGUIRE et al., 1989; e CHEN et al., 1993).

Conclusões

A proteção da área de descanso dos animais contra a radiação solar direta resultou em redução na frequência respiratória e temperatura retal, aumento de 8,1% na produção de leite e melhora na eficiência de utilização do alimento consumido para a produção de leite.

O perfil das condições climáticas nos meses de janeiro e fevereiro caracterizou-se como predominantemente estressante para os animais, uma vez que em 84% dos dias o índice de temperatura e umidade médio foi superior a 72, limite crítico superior em termos de conforto térmico.

As condições ambientais no período noturno não permitiram aos animais sob regime de sombreamento parcial, principalmente, dissipação total do excesso de calor adquirido nas horas mais quentes do dia, resultando em temperaturas retais na manhã seguinte superiores às consideradas normais.

Referências Bibliográficas

- AGUIAR, I.S., BACCARI JR., F., GOTTSCHALK, A.F. et al. Produção de leite de vacas holandesas em função da temperatura do ar e do índice de temperatura e umidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza, CE. *Anais...* Fortaleza: SBZ, p.617-619, 1996.
- ARMSTRONG, D.V., WELCHERT, W.T. Dairy cattle housing to reduce stress in a hot-arid climate. In: INTERNATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 3, 1994, Orlando. *Proceedings...* Orlando: 1994, p. 598-604.
- BACCARI JR., F. et al. Shade management in tropical environment

- for milk production in crossbred cows. In: WESTERN SECTION, AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 33, (SI), 1992, *Proceedings*.... 1982. p. 209.
- BACCARI JR., F. Manejo ambiental para produção de leite nos trópicos. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1, 1986, Botucatu, *Anais*....Botucatu: UNESP, 1986.
- BACCARI JR., F., AGUIAR, I.S., WECHSLER, F.S. et al. Produção de leite de vacas holandesas providas com sombra artificial total e parcial durante verão brando. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETRIOLOGIA, 1, Jaboticabal, *Anais*....Jaboticabal: 1995.
- BAETA, F.C. et al. Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating dairy cows. *ASAE*, n. 874015. 1987. 21p.
- CARDOSO, R.M. et al. Reações fisiológicas de vacas leiteiras mantidas à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.12, n. 3, p. 458-468. 1983.
- CHANDLER, P.T. Problems of heat stress in dairy cattle examined. *Feedstuffs*. v. 59, n. 25, p. 15-16, 35. 1987.
- CHEN, K.H. et al. Effect of protein quality and evaporative cooling on lactational performance of Holstein cows in hot weather. *J. Dairy Sci.*, v. 76, n. 3, p. 816-825. 1993.
- COLLIER, R.J. et al.. Shade management in subtropical environment for milk yield and composition in Holstein and jersey cows. *J. Dairy Sci.*, v. 64, n. 5, p. 844-849. 1981.
- COLLIER, R.J., BEEDE, D.K. Thermal stress as a factor associated with nutrient requirements and interrelationships. In: McDOWELL, L.R. *Animal feeding and nutrition-a series of monographs*. Academic Press, inc. 1985. p. 59-71.
- CUNNINGHAM, J.G. *Textbook of veterinary physiology*. Philadelphia, W.B Saunders Company, 1992, 656p.
- DU PREEZ, J.H., GIESECKE, W.H., HATTING, P.J 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. 1, p. 77-87. 1990a.
- DU PREEZ, J.H. et al. Heat stress in dairy cattle under Southern African conditions. II. Identifications of areas of potential heat stress during summer by means of observed true and predicted temperature-humidity index values. *Onderstepoort J. Vet. Res.* v. 57, n. 3, p. 183-187. 1990b.
- EUCLYDES, R.F. *Manual de utilização do programa SAEG (sistema de análises estatísticas e genéticas)*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa/CPD, 1983. 59 p.
- FRAZZI, E. Considerazioni e proposte in merito alla definizione dei parametri ambientali nelle stalle per vacche da latte. *Genio Rurale*. v. 52, n. 9, p. 74-79. 1989.
- HARRIS, D.L. et al.. A study of solar radiation as related to physiological and production responses of lactating Holstein and jersey cows. *J. Dairy Sci.*, v. 43, p. 1255-1262. 1960.
- IGONO, M.O., BJOTVEDT, G., STANFORD-CRANE, H.T. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of holstein cows in desert climate *Int. J. Biom.* v. 36, p. 77-87. 1992.
- INGRAHAM, RAH., STANLEY, RAW., WAGER, WIC. Seasonal effects of tropical climate on shade and nonshaded cows as measured by rectal temperature, adrenal cortex hormones, thyroid hormone, and milk production. *Am. J. Vet. Res.*, v. 40, n. 12, p. 1792-1797. 1979.
- JOHNSON, H.D. Physiological responses and productivity of cattle. In: YOUSEF, M.K. *Stress physiology in livestock*, v. 2, Boca Raton, Fla: CRC Press, 1985. p. 3-22.
- KABUGA, J.D. The influence of thermal conditions on rectal temperature, respiration rate and pulse rate of lactating Holstein-Friesian cows in the humid tropics. *Int. J. Biom.* v.36, p. 146-150. 1992.
- KELLY, W.R. *Veterinary clinical diagnosis*. London: Bailliére Tindal and Cassel, 1967. 274p.
- 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.
- KIMMEL, E., ARKIM, H., BERMAN, A. Evaporative cooling of cattle: transport phenomena and thermovision. *ASAE*, n. 924028. 1992. 13p.
- MAUST, L.E., McDOWELL, R.E., HOOVEN, N.W. Effect of summer weather on performance of Holstein cows in three stages of lactation. *J. Dairy Sci.*, v. 55, n. 8, p. 1133-1139. 1972.
- McDOWELL, R.E. et al. Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, v. 52, p. 188-194. 1969.
- McDOWELL, R.E., HOOVEN, N.M., CAMOENS, J.K. Effect of climate on performance of Holstein in first lactation. *J. Dairy Sci.*, v. 59, n. 5, p. 965-973. 1976.
- McGUIRE, M.A., BEEDE, D.K., DELORENZO, M.A et al. Effects of thermal stress and level of feed intake on portal plasma flow and net fluxes of metabolites in lactating Holstein cows. *J. Anim. Sci.*, v. 67, p. 1050-1060. 1989.
- ROMAN-PONCE, H. et al.. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. *J. Dairy Sci.*, v. 60, n. 3, p.424-430. 1977.
- SNEDECOR, G., COCHRAN, W.G. *Statistical methods*. 8. ed., Ames: The Iowa State University Press, 1989. 503p.
- TARGA, L.A., BALLARIN, A.W., MARTA FILHO, J. Ventilação natural em instalações para animais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 23, 1993, Ilhéus, BA. *Anais*...Ilhéus: SBEA, CEPLAC, 1993. v. 1, p. 98-106.
- WIERSMA, F. et al. Sistemas de estabulación para la producción lechera en zonas de clima calido. *R. Mundial Zootec.*, v. 50, p. 16-23. 1984.
- WOLFF, L.K., MONTY JR., D.E. Physiologic response to intense summer heat and its effect on the estrous cycle of nonlactating and lactating Holstein-Friesian cows in Arizona. *Am. J. Vet. Res.*, v. 35, n. 2, p. 187-192. 1974.

Recebido em: 17/02/97

Aceito em: 10/11/97