

Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização

Evaluation of the production in dairy cattle in different climatization systems

M. Perissinotto¹, D. J. de Moura² & V. F. da Cruz³

RESUMO

O presente estudo avaliou a eficiência térmica de diferentes sistemas de arrefecimento evaporativo; aspersão (TA) e nebulização (TN), conjugados com a ventilação forçada, quanto à melhoria do microclima interior das instalações e na resposta produtiva dos animais. O estudo foi realizado numa vacaria em sistema de estabulação livre localizada no interior de São Paulo/Brasil, tendo sido utilizado 10 animais da raça Holstein Friesian por tratamento. A recolha de dados efectuou-se, durante 21 dias consecutivos. No interior da vacaria recolheram-se os dados climáticos, em cada tratamento, e calculou-se o Índice de Temperatura e Humidade (THI). Os sistemas de arrefecimento avaliados não diferiram estatisticamente ao longo do período de estudo. Os sistemas só foram accionados quando a temperatura ambiente ultrapassou os 24 °C. Ambos os tratamentos (TA e TN) mantiveram um ambiente com condições termohigrométricas acima das recomendadas pela literatura. O consumo alimentar foi semelhante em ambos tratamentos, porém, o sis-

tema de arrefecimento por aspersão (TA) promoveu um aumento na produção de leite de 8%, relativamente ao sistema por nebulização (TN).

ABSTRACT

This study evaluated the thermal efficiency of different systems of evaporative cooling; sprinkling (TA) and fogging (TN), conjugated with the forced ventilation, in the improvement of the internal microclimate of the installations and in the productivity of dairy cattle. The study it was carried through a cow house provided with free-stall system in the interior of Sao Paulo/Brasil. Ten animals of Holstein Frisian breed per treatment were used. Collection of data occurred in November of 2003 during 21 consecutive days. Outside and inside climatic data in each treatment were recorded and the Index of Temperature and Humidity (THI) was calculated. The system of evaporative cooling evaluate had not differed with relation to the climatic variables. Both systems (TA and TN) had kept an en-

¹ Dep de Engenharia Rural, Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Av. Pádua Dias, 11 CP. 09 CEP: 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil e ICAM – Instituto de Ciências Agrárias Mediterrânicas, e-mail: mperissi@esalq.usp.br; ² Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. ³ Dep. de Engenharia Rural e ICAM, Universidade de Évora

vironment with thermohygrometric conditions inside that recommended in the literature. The feed intake was similar with both cooling systems, however, the system of cooling by sprinkling (TA) leads to an increase of 8% in the milk production, compared with the fogging system (TN).

INTRODUÇÃO

O animal é uma máquina biológica que pode expressar todo o seu potencial quando trabalha em condições ambientais ótimas. Quando essas condições não são adequadas, geralmente ocorre um reflexo negativo na produtividade. Devido às diferenças climáticas existentes entre os diferentes países, e até mesmo entre suas regiões, os sistemas e a tecnologia existentes devem ser adaptados às condições locais. Segundo Silva (1999), não há uma tecnologia padrão que possa ser utilizada em todos os países, nem em todo o território nacional, pois para sua utilização deve-se considerar a raça dos animais, a fase de desenvolvimento, o nível tecnológico, o nível de produção, as características climáticas e de relevo das regiões, os sistemas e instalações já existentes, entre outros factores. Outro ponto importante é a antecipação dos problemas, evitando-se que se recorra a soluções somente na época mais crítica do ano, porém, em algumas áreas, o controle é necessário durante todo o ano, prevenindo os efeitos do acentuado calor do Verão. O problema principal está na adaptação às condições climáticas das raças leiteiras de origem europeia, que, devido aos seus altos padrões de produção, sofrem muitas vezes problemas de alterações fisiológicas e comportamentais provocadas pelo stress térmico, causando redução na produção de leite. As alternativas para manter ou melhorar o desempenho e o bem-estar dos animais em climas quentes envolvem, necessariamente,

os processos metabólicos de utilização de energia e sua transferência através dos processos de trocas de calor entre o animal e o ambiente (Johnson, 1987).

O arrefecimento evaporativo das instalações, particularmente as de confinamento de gado leiteiro, tem se expandido rapidamente devido à sua relativa simplicidade, exequibilidade técnica e relação custo/benefício, proporcionando incrementos significativos na produção de leite (Armstrong and Welchert, 1994). O arrefecimento evaporativo é, essencialmente, um processo de saturação adiabática. No ábaco psicrométrico esse processo desenvolve-se ao longo de uma linha adiabática, isto é, de temperatura de bolbo húmido e entalpia constantes. Os sistemas de arrefecimento evaporativo são classificados em “*misting*” (nebulização de baixa a média pressão), “*fogging*” (nebulização de alta pressão), “*sprinkling*” (aspersão) e “*pad cooling*” (painéis evaporativos). A diferença entre os sistemas “*misting*” e “*fogging*” é basicamente o tamanho das gotas. O sistema “*fogging*” é o método mais eficiente de arrefecimento do ar pelo menor tamanho das gotas, porém é mais caro do que o “*misting*” e requer maior manutenção (Bucklin & Bray, 1998). Nos sistemas de nebulização, pequenas gotas de água são aspergidas no ar, arrefecendo-o, ao evaporarem. Quando o animal contacta com o ar mais fresco, há troca de calor com o ar mais fresco e conseqüentemente remoção de calor do corpo. A grande vantagem do sistema de nebulização em relação à aspersão é que, quando bem ajustado, mantém o piso seco (Bucklin & Bray, 1998). No dimensionamento do sistema de nebulização, para cada tipo de instalação, calcula-se o tamanho e número de bicos, número de linhas, posicionamento das linhas e a intermitência de funcionamento do sistema, evitando-se assim, o aumento excessivo da humidade relativa do ar. A instalação aleatória, não

correctamente dimensionada, pode causar aumento da humidade relativa, prejudicando os animais (Silva, 1999). A aspersão não tem a finalidade de arrefecer o ar, pois usa gotas largas para molhar o pêlo e a pele das vacas. O animal perde calor devido à evaporação da água retida na superfície da pele e nos pêlos, permitindo que este processo seja mais eficiente do que quando a evaporação se dá apenas devido ao suor. Com o objectivo de reduzir a temperatura do ar, favorecendo as trocas de calor sensível, o sistema de arrefecimento evaporativo do ar visa a aumentar a dissipação de calor na forma evaporativa e convectiva. De acordo com Bucklin & Bray (1998), o principal benefício do uso de sistemas de chuveiros ou aspersores sobre animais, associados à ventilação forçada de ar, está baseado no aumento de consumo de alimento e consequente aumento de produção. Esse sistema é bastante eficaz porque, além de aumentar a capacidade de perda de calor através de evaporação, pode ser posicionado em vários locais das instalações: sala de espera (antes da ordenha), área de alimentação, áreas de sombreamento, etc.

Verifica-se, no entanto, a necessidade de estabelecer critérios para a adopção de sistemas de arrefecimento ao nível dos produtores.

A temperatura óptima de produção de leite depende da espécie, raça e grau de tolerância ao calor e ao frio. De modo geral, o limite superior da zona de termoneutralidade (ZTN) de vacas Holstein Frisian, em lactação, situa-se próxima dos 24°C de temperatura de bolbo seco, sendo a humidade relativa considerada ideal pela literatura de 38% (Baccari, 1998). Portanto, num país de clima tropical/subtropical como o Brasil, as vacas leiteiras, principalmente da raça Holstein Frisian, estarão a maior parte do ano submetidas a temperaturas maiores que as desejadas.

Para caracterizar as zonas de conforto térmico adequadas às diferentes espécies animais e quantificar o seu afastamento em relação as temperaturas de alojamento, foram desenvolvidos os índices de conforto térmico. Estes índices resumem, numa única variável, tanto os elementos que caracterizam o ambiente térmico que circunda o animal, como o stress que tal ambiente possa estar causando no mesmo. As respostas dos animais ao stress térmico são fisiológicas e comportamentais, variando de espécie para espécie e dentro da espécie, onde variam conforme o estado de desenvolvimento ou a fase do ciclo de produção do animal. Devido a essas variações, os índices desenvolvidos para determinada espécie e fase de crescimento, em determinado ambiente físico, nem sempre podem ser aplicados a outros animais nem utilizados em regiões com características climáticas diferentes das do local de origem do índice. Segundo Johnson (1987), o Índice de Temperatura e Humidade (THI), foi desenvolvido, inicialmente, para humanos, mas observou-se que as mesmas variáveis psicrométricas causadoras do desconforto térmico em humanos também causam certo desconforto em vacas leiteiras, o que pode acarretar decréscimos na produção de leite. A equação para o cálculo deste índice é dada por:

$$THI = T_{bs} + 0,36 T_{po} + 41,2$$

(Thom, 1958) em que:

T_{bs} - temperatura de bolbo seco, °C;

T_{po} - temperatura de ponto de orvalho, °C.

Este índice é utilizado para estabelecer classes que são definidas de acordo com a reacção fisiológica e/ou comportamental do animal. Caso o animal se encontre dentro de uma faixa de THI considerada adequada, ele desempenhará as suas características produtivas de forma otimizada. Esta faixa pode variar em função da raça, fase de lactação e

idade do animal. De acordo com Du Preez et al. (1990), depois de amplos estudos, as classes para vacas holandesas podem ser estabelecidas da seguinte forma:

- Normal, para valores de THI menores que 70,
- Alerta, para valores de THI situados entre 70 a 72,
- Alerta e acima do índice crítico para a produção de leite (perda), para valores de THI situados entre 72 a 78,
- Perigo, para valores de THI situados entre 78 a 82,
- Emergência, para valores de THI situados acima de 82.

Este trabalho teve assim como objectivo a avaliação dos sistemas de arrefecimento (aspersão e nebulização), conjugados com a ventilação forçada, quanto à eficiência térmica na melhoria do microclima interior das instalações e na resposta produtiva dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi desenvolvido num rebanho leiteiro comercial, localizado no município de São Pedro/São Paulo/Brasil. O estudo teve a duração de vinte e oito dias consecutivos do mês de Novembro de 2003, utilizando-se os sete primeiros dias para a adaptação dos animais aos sistemas de climatização a serem testados. Utilizaram-se 20 vacas da raça Holstein Frisian, múltiparas, em lactação, com peso médio de 650 kg e seleccionadas de acordo com a produção de leite (em torno de 21 litros/animal/dia) e dias de lactação (aproximadamente 180 dias), sendo então, divididos ao acaso em dois grupos de 10 animais, mantidos em abrigo do tipo estabulação livre. Cada grupo recebendo um tipo de climatização, isto é, 10 animais foram

sujeitos a um sistema de arrefecimento evaporativo por aspersão e 10 foram sujeitos a um sistema de arrefecimento evaporativo por nebulização. A instalação utilizada possuía 120 m de comprimento e largura total de 28 m, tendo capacidade de alojar 240 animais adultos, divididos em quatro lotes com aproximadamente 60 animais cada. Possuía aproximadamente 9 m de altura na parte central e 3,5 m nas laterais. O corredor central tinha 2,92 m de largura, o telhado era coberto com telha de barro e o piso era de betão simples. Foram utilizados ventiladores da marca CASP® tipo VA 92 plus, espaçados a cada 11 m, equipados com motor de 0,5 CV, com capacidade de produzir movimentação de ar até 2,5 m/s na altura do dorso do animal. Os ventiladores instalados na área de alimentação dos animais foram montados a 2,5 m de altura, e os instalados na área de descanso a 2,0 m de altura. Os sistemas de aspersão e de nebulização foram montados logo abaixo dos ventiladores, sobre a manjedoura dos animais, sendo constituídos por tubos de PVC, com espaçamento entre bicos de 1 m e, tal como os ventiladores, tiveram o funcionamento controlado por um termostato e um temporizador. Os sistemas só foram accionados quando a temperatura ambiente ultrapassava 24 °C. O sistema de aspersão foi equipado com bicos com vazão de 30 l/hora por bico, com intermitência de 12 min, sendo que o sistema permaneceu ligado durante 60 segundos e desligado durante 11 min. O sistema de nebulização foi equipado com bicos com vazão de 2,5 l/hora por bico e foi regulado para funcionar com uma intermitência de 1 min, ficando ligado 20 segundos e desligado 40 segundos. A intermitência de ambos os sistemas foi determinada através de testes preliminares. As variáveis meteorológicas recolhidas no interior da instalação foram temperatura e humidade relativa do ar, através de um data logger HOBO®, possi-

bilitando o cálculo do índice de temperatura e humidade (THI). Os dados foram recolhidos no data logger de 20 em 20 minutos. Os animais receberam água e alimento à vontade durante todo o período de ensaio. Foram realizadas 3 ordenhas diárias (às 3, 10 e 17 h), sendo analisada a produção de leite dos dez animais previamente selecionados para cada tratamento. A ordenha foi feita em sala rotativa e os dados foram registados de acordo com o controle da exploração. Foi registado, diariamente, o consumo de alimentos dos animais, por diferença de peso entre o que era fornecido e o que sobrava, sendo esse valor dividido pelo número de animais do lote, obtendo-se, assim, o consumo diário por animal. Para a determinação dos dados de ingestão de matéria seca (MS) amostrou-se semanalmente o alimento e determinou-se a sua matéria seca em estufa. O delineamento experimental adoptado foi o de blocos casualizados, considerando como blocos os dias de análise, e os tratamentos, os diferentes tipos de climatização. Para o estudo de comparação das médias, adoptou-se o teste de Tukey. Os resultados de análise estatística foram obtidos por meio do programa estatístico “Statistical Analysis System” (SAS, 1992).

RESULTADOS

Seleccionou-se o intervalo horário das 9 h às 17 h para a análise dos dados climáticos, por este corresponder ao período de utilização dos sistemas de climatização. Os resultados da análise estatística da média das variáveis climáticas, do consumo alimentar e da produção de leite é mostrado no Quadro 1.

Os resultados da análise estatística apresentados no Quadro 1 mostram que não houve diferença estatística significativa entre o uso do sistema de arrefecimento utilizando a aspersão e o uso do sistema de arrefecimento com nebulização em relação as variáveis climáticas estudadas, ou seja, a temperatura de bolbo seco, a humidade relativa do ar. As temperaturas máximas e mínimas também não diferiram estatisticamente nos tratamentos estudados. Consequentemente também não foi observada diferença significativa entre o índice de temperatura e humidade do tratamento com aspersão em relação ao tratamento com nebulização.

Verificou-se que o consumo de alimentos dos animais confinados no local que dispõe de sistema de climatização com aspersão associada à ventilação forçada (15,0 kg de MS/vaca/dia) não difere estatisticamente do consumo dos animais confinados em locais

QUADRO 1 - Média das variáveis climáticas no intervalo horário das 9 h às 17 h, do consumo de alimento e da produção de leite, durante o período experimental

Variáveis	Tratamentos	
	Aspersão (TA)	Nebulização (TN)
Temperatura de bolbo seco (Tbs) (°C)	27,0 ^a	26,6 ^a
Humidade relativa do ar (HR) (%)	59,8 ^a	60,3 ^a
Índice de temperatura e humidade (THI)	75,1 ^a	74,7 ^a
Temperatura mínima (°C)	19,7 ^a	19,3 ^a
Temperatura máxima (°C)	29,4 ^a	29,0 ^a
Consumo de alimento (kg de MS/vaca/dia)	15,0 ^a	14,9 ^a
Produção de leite média (litros/vaca/dia)	21,1 ^a	19,5 ^b

com sistema de climatização com nebulização associada à ventilação forçada (14,9 kg de MS/vaca/dia), sendo essa diferença de apenas 1%, equivalendo, segundo os dados obtidos, a 3 kg de MS/animal/mês. Por outro lado verificou-se que os animais submetidos ao tratamento com sistema de arrefecimento por aspersão obtiveram uma produção de leite significativamente superior aos animais que dispunham de arrefecimento por nebulização, sendo a produção média no tratamento com aspersão de 21,1 litros/vaca e no tratamento com nebulização de 19,5 litros/vaca, ou seja, uma diferença de 1,6 litros/vaca/dia.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos diferem dos encontrados por Bucklin & Bray (1998), que verificaram uma melhoria no microclima interno das instalações que dispunham de arrefecimento por nebulização em relação as que dispunham de um sistema de aspersão, sendo que, segundo esses autores, o sistema de aspersão não tem a finalidade de resfriar o ar, e sim de usar gotas largas de água para molhar o pêlo e a pele das vacas. Essa discordância pode ter ocorrido devido a grande abertura das instalações utilizadas (aproximadamente 9 m de altura na parte central e 3,5 m nas laterais) que, devido a utilização da ventilação forçada, favoreceu uma grande renovação do ar do interior da instalação, e não possibilitou uma ação eficaz do sistema de arrefecimento por nebulização. Essa explicação pode ser reforçada pela análise dos valores da humidade relativa do ar, que não diferiu entre os sistemas de arrefecimento avaliados, sendo que, se esperava um aumento no tratamento com nebulização, devido à maior quantidade de vapor de água produzida pelo sistema.

Segundo Du Preez *et al.* (1990), as vacas leiteiras apresentam produção normal quando o índice de temperatura e humidade está abaixo do valor 70. Nos dados obtidos pela análise climática o valor de THI é superior e portanto, atingiu-se a classe de alerta, acima do índice crítico para a produção de leite, devendo ocorrer perda na produção. A análise do Quadro 1 mostra que houve diferença estatística significativa na produção média de leite entre os animais do tratamento com aspersão e os do tratamento com nebulização. Observa-se que, no tratamento com aspersão, a produção foi 48 l/animal/mês (8%) maior que no tratamento com nebulização. Por outro lado, os resultados obtidos neste estudo estão de com as pesquisas realizadas por Bucklin & Bray (1998), entre outros, no que se refere à utilização de sistema de arrefecimento por aspersão, quando comparados a sistemas de produção não climatizados. Com a utilização destes sistemas, os autores mencionados obtiveram acréscimos de 12,7% na produção leiteira. Segundo Perissinotto (2003), concordando com os resultados obtidos por Chastain & Turner (1994), Frazzi *et al.* (1998) Lin *et al.* (1998) e Martello (2002), que avaliaram a eficiência da aspersão nas respostas fisiológicas de vacas leiteiras Holstein Frisian, a maior produção no tratamento com aspersão pode estar relacionada principalmente aos melhores resultados obtidos com este sistema com relação às variáveis fisiológicas temperatura rectal e frequência respiratória. Também o facto de “molhar” o bovino, parece corresponder a uma “sensação” de bem-estar que foi evidenciada na análise comportamental dos animais. Esta é demonstrada no estudos de Perissinotto (2003) onde se mostrou que os animais preferiram permanecer próximos aos sistemas de arrefecimento, porém o sistema de aspersão fez com que os animais permanecessem mais tempo na área de

manjedoura e menos tempo em ócio que o sistema por nebulização.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que não houve diferença estatística significativa entre o uso do sistema de arrefecimento por aspersão conjugado com ventilação forçada e o uso do sistema de arrefecimento com nebulização, também conjugado com ventilação forçada, em relação às variáveis climáticas. Ambos os sistemas mantiveram um ambiente com condições termohigrométricas acima das recomendadas pela literatura. Os sistemas de arrefecimento estudados, não promoveram diferenças quanto ao consumo de alimento, porém o sistema de aspersão promoveu um aumento na produção de leite de 8% (48,0 litros/animal/mês/) quando comparado ao sistema de nebulização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armstrong, D.W. & Welchert, W.T. 1994. Dairy cattle housing to reduces stress in a hot-arid climate. *In International Dairy Housing Conference*, p.598-604. Dairy systems for the 21st century. Orlando: ASAE, 1994. Orlando, Florida.

Baccari, F.J. 1998. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. *In I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite 1.*, pp. 24-67. [Anais] Piracicaba: FEALQ, 1998, Piracicaba.

Bucklin, R.A & Bray D.R. 1998. The american experience in dairy management in warm and hot climates. *In I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção*

de Leite, pp.56-174. [Anais]. Piracicaba: FEALQ, 1998. Piracicaba,

Chastain, J.P. & Turner, L.W. 1994. Practical results of a model of direct evaporative cooling of dairy cows. *In: International Dairy Housing Conference, Orlando*, pp.337-352. Dairy systems for the 21st century. Orlando: ASAE. Flórida.

Du Preez, J.D., Giesecke, W.H., Hattingh, P.J. & Eisenberg, B.E. 1990. Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. II Identification of areas of potential heat stress during summer by means of observes true and predicted temperature-humidity index values. *Onderstepoort Journal Vet. Res.*, **57**: 183-187.

Frazzi, E., *et al.* 1998. Behavior of dairy cows in response to different barn cooling systems. *In International Dairy Housing Conference*, pp. 387-394. 4. St. Louis, Missouri, 1998. St. Louis: ASAE,

Johnson, H. D. 1987. *Bioclimatology and adaptation of livestock*. Amsterdam: Elsevier, 279p.

Lin, J.C. *et al.* 1998. Comparasion of variours fan, sprinkler, and mister systems in reducing heat stress in dairy cows. *American society of agricultural engineers*, **14(2)**: 177-182,

Martello, L. S. 2002. *Diferentes Recursos de Climatização e Sua Influência na Produção de Leite, na Termorregulação dos Animais e no Investimento das Instalações*. Pirassununga. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

Perissinotto, M. 2003. *Variação da Eficiência Produtiva e Energética de Sistemas de Climatização em Galpões Tipo "Freestall" para Confinamento de Gado Leiteiro*. Piracicaba, Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agri-

cultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

Silva, I.J.O. 1999. Vacas produzem mais e melhor em ambientes adequados. *Revista Balde Branco*, **35**: 20-27.