

## ESTRESSE CALÓRICO E SUAS INTERFERÊNCIAS NO CICLO DE PRODUÇÃO DE VACAS DE LEITE – REVISÃO

Gisele Dela Ricci<sup>1</sup>  
Alessandra Módena Orsi<sup>1</sup>  
Paulo Francisco Domingues<sup>2</sup>

### RESUMO

A adaptação dos animais de raças de clima temperado ao clima tropical está relacionada principalmente a fisiologia e a sua adequação ao ambiente. Com temperaturas mais elevadas e umidade do ar diferente da habitual esses animais encontram no estresse térmico um entrave na reprodução e produção dentro de um ciclo operacional de produção. Assim, são necessárias maiores pesquisas para a amplitude do conhecimento sobre métodos que auxiliem no aumento do bem estar desses animais e com isso haja sucesso na produção animal.

**Palavras-chave:** fisiologia, calor, ambiente, temperatura.

### HEAT STRESS AND INTERFERENCE IN PRODUCTION CYCLE OF DAIRY COWS - REVIEW.

#### ABSTRACT

The adaptation of the animals breed in temperate to tropical climates are primarily related to physiology and its suitability for the environment. With higher temperatures and humidity from the usual in these animals are an obstacle heat stress on reproduction and production within an operating cycle of production. This calls for further research to the extent of knowledge about methods that assist in enhancing the welfare of these animals and thus be successful in animal production.

**Key words:** physiology, heat, ambient, temperature.

### ESTRÉS TÉRMICO Y LA INJERENCIA EM CICLO DE PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS - EXAMEN.

#### RESUMEN

La adaptación de los animales de razas de climas templados a climas tropicales se relaciona principalmente con su fisiología e idoneidad para el medio ambiente. Ante altas temperaturas y humedad diferente a la habitual, estos animales enfrentan en el estrés térmico un obstáculo para la reproducción y la producción dentro de un ciclo productivo. Así, es necesario aumentar el conocimiento acerca de los métodos que ayudan a mejorar el bienestar de estos animales con el objetivo de tener éxito en la producción animal.

**Palabras-clave:** fisiología, calor, ambiente, temperatura.

### INTRODUÇÃO

<sup>1</sup> Acadêmica do 5º ano do curso de Zootecnia da FMVZ- UNESP- Campus de Botucatu.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Campus de Botucatu

Inicialmente a bovinocultura de leite desenvolveu-se em regiões temperadas. Nas regiões tropicais os animais apresentavam-se com menor capacidade produtiva, com isso procurou-se introduzir nessas regiões animais de raças de clima temperado na tentativa de melhorar os índices zootécnicos através de cruzamentos com animais nativos ou mesmo da criação de raças puras (1).

Nos trópicos há um problema na adaptação de raças leiteiras de origem européia ao clima, que por sua alta produtividade sofrem com problemas fisiológicos e comportamentais causados pelo estresse térmico diminuindo sua produção (2).

Há uma grande variação na literatura sobre a temperatura crítica superior e inferior, que delimitam a faixa de termoneutralidade para animais, pois o conforto térmico depende também da umidade relativa do ar, da capacidade adaptativa do animal, do metabolismo e do período produtivo (3).

A variação exagerada da temperatura gera uma diminuição na produção leiteira devido à redução na ingestão de alimentos. Além da temperatura ambiente, a umidade relativa do ar elevada compromete a capacidade da vaca de dissipar calor para o ambiente influenciando diretamente na diminuição da produção (4).

O estresse térmico pode afetar negativamente em vários aspectos a produção leiteira, a diminuição da produção de leite e as perdas reprodutivas causam um impacto significativo no potencial econômico das granjas produtoras de leite (5).

Para uma máxima lucratividade na produção leiteira é necessário que se mantenha a normalidade no ciclo reprodutivo, pois a produção e reprodução têm estreita relação. Considerando essa relação, os fatores ambientais podem afetar a produção em diversas circunstâncias atingindo a performance reprodutiva de um animal. O ambiente, principalmente o ambiente físico, tem grande influência sobre a fisiologia animal. O ambiente térmico, uma das divisões deste, é determinado pelo clima de uma região. Neste ambiente encontram-se os fatores climáticos como: temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do ar, que são reunidos em uma única variável, a temperatura efetiva (6).

Entre os principais métodos de controle do estresse térmico pode-se citar o ambiente, o sombreamento, o sistema silvipastoril, a água, a ventilação e o manejo nutricional.

O objetivo dessa revisão é a busca pelo maior entendimento sobre o estresse calórico, sua influência na reprodução e na nutrição de vacas de leite, além da análise dos fatores que controlados permitem redução do estresse aos animais.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **Estresse Calórico**

O estresse calórico é definido por Silva (7) como a força exercida pelos componentes do ambiente térmico sobre um organismo, causando nela uma reação fisiológica proporcional à intensidade da força aplicada e a capacidade do organismo em compensar os desvios causados pela força. O estresse calórico, especialmente nas regiões tropicais, consiste em uma importante fonte de perda econômica na pecuária, tendo efeito adverso sobre a produção de leite, produção de carne, fisiologia da produção, reprodução, mortalidade de bezerros e saúde do úbere. É um típico problema encontrado no manejo de vacas leiteiras nos trópicos e subtropicais, causando reduções na produção e mudanças na composição do leite, redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água. A perda de produção de leite devido ao aumento de temperatura depende de fatores como a umidade relativa do ar, velocidade do vento, nutrição e outros fatores relacionados ao manejo. No entanto, são frequentemente observadas perdas produtivas de 10% ou mais (8).

Quando não existe compensação, ou quando as trocas de calor entre ambiente e animal são ineficientes, estabelecem-se os episódios de estresse. Em função da adversidade climática existente entre as regiões, as estratégias de manejo ambientais devem ser adaptadas às condições locais. Um dos grandes problemas da ambiência na produção de leite é que existem vários modelos relacionados aos sistemas de climatização, entretanto, sua maioria, foi desenvolvida em condições ambientais distintas dos países tropicais (9).

## **ASPECTOS INFLUENCIADOS PELO ESTRESSE CALÓRICO**

### **Comportamento animal**

O estudo do comportamento animal é de grande importância. A divisão de um rebanho leiteiro em grupos de animais com produção semelhante é o sistema mais utilizado em confinamento de vacas leiteiras, visando maior eficiência na utilização dos recursos produtivos e econômicos (10). As principais variáveis comportamentais estudadas, em vacas leiteiras, têm sido aquelas relacionadas às atividades de alimentação, ruminação, ócio (outras atividades) e procura por água e sombra (10-12).

O conhecimento do comportamento ingestivo dos bovinos leiteiros pode ser utilizado pelos produtores, de forma que venha a maximizar a produtividade, garantindo uma melhor saúde e, conseqüentemente, maior longevidade aos animais. Como exemplos práticos de alguns desses benefícios, podem ser citados: a localização de sistemas automáticos de fornecimento de água e alimento; acessibilidade da ração; redução da competição entre os animais por espaço, alimento e água; horário e frequência de distribuição da ração; dentre outros (13).

Em condições de pastejo, as vacas apresentam comportamento típico, com picos de alimentação ao amanhecer e ao anoitecer, observando-se que esse padrão é mais intenso durante o verão. Durante o período hibernal, ocorrem pequenas variações durante o dia e maiores no turno da noite (14, 15).

As pesquisas indicam que o ócio, atividades que não incluem alimentação e ruminação, consome cerca de 10 horas diárias. Segundo alguns autores, os animais procuram a sombra e reduzem as atividades nas horas mais quentes do dia, permanecendo deitados na área de descanso (16). Já durante a noite animais dirigem-se para área descoberta, permanecendo afastados uns dos outros, para permitir a dissipação de calor para o meio ambiente (11, 12). Entretanto, em estudo realizado no Brasil central, os animais em ócio preferiram permanecer em pé nas horas mais quentes do dia, enquanto à noite mantiveram-se deitados (10).

Segundo Pires e Campos (17), as melhores condições de temperatura e umidade relativa para criar animais, em termos gerais, estão em torno de 13 a 18°C e 60 a 70%, respectivamente. Silanikove (18) relatou que temperaturas elevadas reduzem a frequência de alimentação nas horas mais quentes do dia, retardam o início do pico de procura à tarde e aumentam a frequência nas primeiras horas da manhã. O padrão de procura de alimento por bovinos confinados é bem característico, com dois momentos principais: início da manhã e final da tarde. O tempo despendido diariamente nessa atividade, por vacas leiteiras estabuladas, tem sido cerca de 4,5 horas.

### **Produção e Reprodução**

O estresse de altas temperaturas e umidade pode aumentar a suscetibilidade a infecções intramamárias, bem como aumentar o número de patógenos aos quais as vacas estão expostas. A taxa de infecções por patógenos ambientais foi maior no verão e coincidiu com o maior número de coliformes nas camas dos animais (19).

Deve-se considerar que, em condições de estresse calórico, ocorre também um aumento na ingestão de água (20). Além disso, na época do ano em que há abundância de chuvas a alimentação restringe-se à pastagem, que apresenta um maior teor de água em sua composição. Esses fatores somados podem provocar uma diluição dos sólidos totais do leite (3, 21).

No trabalho realizado por Porcionato et al. (22), são descritos aspectos da produção leiteira que são afetados diretamente pelo estresse térmico pelo calor. Dentre eles, é descrita a composição do leite como fator determinante a ser alterado pelo estresse calórico, através da redução nos teores de gordura, proteína, cálcio-lactose, ácido cítrico e potássio.

A diminuição na produção de leite das vacas sob o estresse térmico advindo de elevadas temperaturas deve-se, primordialmente, à redução no consumo de alimentos (23, 24), à hipofunção da tireoide e à energia despendida para eliminar o excesso de calor corporal. A redução no consumo de alimentos é maior quanto mais intenso o estresse térmico, e seria devido principalmente à inibição, pelo calor, do centro do apetite localizado no hipotálamo, resultante da hipertermia corporal (24).

Além da redução no consumo de alimentos, as respostas das vacas em lactação ao estresse térmico incluem: redução na produção e porcentagem de gordura no leite; redução no consumo de forragem como porcentagem do total de alimento, quando oferecida separadamente; aumento das necessidades de manutenção; diminuição da atividade, especialmente durante o dia; aumento da frequência respiratória e hipertermia (24).

A perda de produção de leite devido ao aumento de temperatura depende de fatores como a umidade relativa do ar, velocidade do vento, nutrição e outros fatores relacionados ao manejo. No entanto, são frequentemente observadas perdas produtivas de 10% ou mais (8).

Uma possível explicação para os menores teores de gordura observados no leite de vacas em situações de estresse calórico seria a variação no consumo de forrageiras pelos animais. O menor consumo de volumosos provoca uma alteração na relação acetato/propionato, alterando assim a composição do leite (25). Na maioria dos casos, a proteína do leite é negativamente afetada pelo estresse calórico, com decréscimo nos teores de caseína. Os íons cálcio, fósforo e magnésio geralmente diminuem, enquanto os níveis de cloro aumentam (26).

As vacas sujeitas ao estresse térmico correm maior risco de acidose ruminal. Aparentemente, as vacas com estresse térmico podem apresentar líquido ruminal de pH inferior, menos atividade de ruminação, menor porcentagem de gordura no leite e capacidade de tamponamento reduzida pela saliva (27).

Outro mecanismo fisiológico que ocorre em condições de estresse térmico também pode contribuir para a acidose ruminal: à medida que as vacas são afetadas pelo estresse térmico, a frequência respiratória aumenta e o  $\text{CO}_2$  é eliminado dos pulmões mais rapidamente do que é produzido. Isto leva a queda no  $\text{CO}_2$  sanguíneo. Para tentar manter a relação  $\text{CO}_2$ /bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) constante no sangue, o rim aumenta a excreção de  $\text{HCO}_3$ . Com mais  $\text{CO}_2$  saindo dos pulmões e mais bicarbonato excretado pela urina, a concentração sérica de bicarbonato é reduzida, tornando o pH do sangue mais alcalino, sendo denominado de alcalose respiratória (27).

A recuperação da produção de leite após o estresse calórico ocorre lentamente e em graus que variam com a intensidade e duração do estresse, além da fase da lactação, dentro dos limites fisiológicos da glândula mamária, podendo recuperar totalmente a produção normal ou até comprometer toda a lactação (3).

O resfriamento de vacas secas (não lactantes) melhora o *status* metabólico durante a transição para a lactação, particularmente com relação à mobilização de lipídios. A expressão de enzimas lipogênicas na glândula mamária foi reduzida durante o período seco em vacas resfriadas, quando comparadas com as vacas sob o estresse térmico. E as enzimas associadas

com a captação de lipídios das reservas orgânicas estavam aumentadas nas vacas resfriadas em relação às sob estresse térmico (28).

A taxa de prenhez é especialmente vulnerável devido à sensibilidade do ovócito e do espermatozóide no momento da inseminação, e à sensibilidade do embrião nos estágios iniciais de desenvolvimento, quando exposto a um breve aumento na temperatura corporal. Várias respostas reprodutivas sensíveis ao estresse calórico já foram identificadas (ex.: comportamento estral, desenvolvimento folicular, desenvolvimento do ovócito e do embrião, função placentária e crescimento fetal). O conhecimento dessas respostas produtivas termosensíveis levou ao desenvolvimento de tecnologias de reprodução que podem ser usadas no manejo durante períodos sazonais de infertilidade associada ao estresse calórico. Entre elas está a transferência em tempo fixo de embriões normais produzidos *in vitro*, sexados, ou embriões tratados com fatores (ex.: IGF-1) que promovem a fertilidade (29).

Um sistema que mantenha a temperatura cutânea a 35°C (máximo) previne reduções no rendimento leiteiro. O resfriamento intensivo para eliminar totalmente o estresse calórico praticamente normaliza a fertilidade, indicando que os curtos períodos de hipertermia comprometem a fertilidade. Entretanto, a fertilidade não retorna aos níveis do inverno (29).

## MÉTODOS DE CONTROLE DE ESTRESSE TÉRMICO

A exposição crônica à radiação solar e a ambientes com alta temperatura e umidade devem ser reduzidas, proporcionando aos animais oportunidades adicionais para perder calor, como o oferecimento de sistemas de ventilação, aspersão e resfriamento evaporativo. Muitas dessas estratégias podem ser implantadas com custos diretos não elevados, porém algumas alternativas são aplicadas com base na produtividade do rebanho (8).

Um índice de temperatura-umidade (THI) foi desenvolvido para ajudar a definir as condições ambientais que podem comprometer a produtividade e o bem estar dos animais. O THI também é conhecido como “Índice do desconforto”. Acredita-se que as vacas de alta produtividade não sofrem estresse com THI inferior a 72 e estejam sujeitas a estresse intenso com THI superior a 88. Essas diretrizes podem variar um pouco, dependendo da quantidade de leite produzida, do grau de movimentação do ar e da radiação solar direta (27).

Embora o THI seja uma ferramenta útil para avaliar o grau do potencial de estresse térmico na vaca, as respostas da própria vaca ao clima quente são indicadores mais confiáveis do grau de estresse térmico. Quando a temperatura retal é superior a 39,16°C e a frequência respiratória maior que 60 por minuto, as vacas estão à beira de estresse térmico significativo; nessas condições, a vaca acabará sujeita a aquecimento exponencial se permanecer expostas a aumentos na temperatura e umidade. Estratégias de manejo devem ser adotadas para evitar que a temperatura corporal aumente ainda mais. Caso contrário, as perdas econômicas poderão ser significativas (27).

Vários aspectos devem ser considerados para assegurar uma ventilação natural eficiente: altura do pé direito; orientação das instalações, garantindo que o vento passe no sentido transversal da instalação; conhecimento prévio dos ventos da região; abertura mínima da parede lateral de 1 m<sup>2</sup> por cada m<sup>2</sup> de área de piso; abertura do cume: 5 cm para cada 3 m de largura do estábulo; evitar uso de estruturas no telhado e o uso exagerado de arborização em torno da instalação. As forças naturais disponíveis para o aumento do movimento do ar são devido à ação do vento através das aberturas da instalação e da diferença de temperatura entre o interior e o exterior (30).

O uso de instalação que reduza o calor pode melhorar tanto a produção de leite como a taxa de prenhez. A redução no calor depende da otimização da troca de calor através de convecção, condução, radiação e evaporação, e o melhor sistema de resfriamento depende de cada local (29).

Segundo Perissinotto et al. (20), a aspersão utilizada em galpões tipo *free stall* pode proporcionar um aumento de 3% na produção de leite em relação à utilização de nebulização. Esse aumento de produção representou cerca de 18 litros/vaca/mês. Essa diferença na produção, apesar de pouco significativa, representa um incremento de 5,8% na receita mensal por animal.

Além de proporcionar conforto animal, a arborização de pastagens pode promover a conservação e a melhoria da qualidade do solo por favorecer o controle da erosão, a ciclagem de nutrientes e a adição de matéria orgânica, desta forma, também utilizar a radiação solar mais eficientemente e capturar nutrientes e umidade do solo em diferentes profundidades, diminuindo, portanto, a dependência de entradas externas de nutrientes ou estabelecendo melhor relação custo/benefício. Aspectos estes que irão influenciar positivamente na qualidade da forrageira e no bem estar animal (31).

Os sombrites podem ser disponibilizados para os animais no intuito de evitar a intensa radiação solar, este tipo de sombreamento pode ser com instalações permanentes ou móveis. Sombrites móveis quando colocados nas pastagens e manejados de modo a não criar áreas de constante permanência dos animais, evita-se a degradação do local (32).

Embora estruturas como sombrites possam aliviar parcialmente a exposição ao calor da radiação solar, não alteram a temperatura atmosférica ou a umidade relativa, conseqüentemente, as vacas em lactação em ambientes tropicais/subtropicais requerem estratégias de resfriamento adicionais (29).

O sistema silvipastoril é um conjunto de técnicas alternativas para utilização da terra, que combina espécies florestais com cultivos agrícolas, com produção pecuária ou ambos (33). A arborização de pastagens está integrada nos sistemas silvipastoris e tem como objetivo principal aperfeiçoar a produção animal (34). Além dos benefícios gerados pelo conforto térmico aos animais, a associação de árvores a pastagens promove ao produtor mais benefícios incrementando a renda da propriedade, somando a produção animal com produção de madeira ou frutas (31).

Além dos fatores mencionados, para diminuir os efeitos do estresse térmico sobre as vacas de leite, devem ser adotadas algumas estratégias de manejo nutricional, como aumentar a frequência de alimentação, fornecendo alimentos frescos, tornando a dieta uma mistura total, o que previne a seleção dos alimentos. Oferecer a maior parte da dieta no período da noite aproveitando a temperatura ambiente mais baixa, promover pelo menos 75 cm de espaço nos comedouros para cada vaca, não formar lotes com excesso de animais e evitar mudanças repentinas na dieta (32).

Staples (27) indica que, para reverter pelo menos em parte a diminuição da ingestão de matéria seca ocasionada pelo estresse térmico é necessário resfriar fisicamente os animais e alimentá-los nas primeiras horas do dia e no final da tarde, atenuando a carga de calor sobre as vacas.

À medida que a temperatura aumenta, a quantidade de energia consumida pela vaca para manter a homeotermia também aumenta. Segundo Monty Junior e Garbarena (12) a ingestão de MS precisa aumentar de 18,19 para 19,41 kg/d para cobrir este custo adicional com energia. Entretanto, quando o calor é intenso a ingestão de MS cai para 16,69 kg/d. A vaca então é duplamente afetada, pois, tem maiores custos com energia para tentar manter a homeotermia e ao mesmo tempo menor ingestão de alimento causando um déficit de energia levando então a queda na produção de leite (27).

Em razão da redução do consumo de alimento se faz necessário oferecer aos animais uma dieta com maior densidade de nutrientes para evitar a queda na produção de leite. Dietas com baixo teor calórico reduzem a quantidade de calor, e o decréscimo na relação de forragem com concentrado pode ser considerada uma alternativa, principalmente se a dieta conter uma maior concentração de lipídeos (35).

O pico de produção de calor da vaca ocorre cerca de 3-4 horas após a refeição, embora tal fator seja influenciado pela quantidade de ração consumida na refeição. Portanto, alimentar a vaca às 17-18h permitirá que o animal fique na porção decrescente da curva de produção de calor, à medida que se aproxima do pico do estresse térmico ambiental, bem como conciliar a produção de calor resultante da digestão de ração com temperaturas mais amenas do dia através de um manejo nutricional programado faz todo o sentido do ponto de vista biológico (27).

A quantidade de água consumida por uma vaca está intimamente relacionada à ingestão alimentar, produção de leite e temperatura corporal. A redução da carga de calor na vaca através de refeições nos períodos mais frescos do dia poderá fazer com que ela consuma menos água nesse dia (27).

O melhoramento genético também pode ser uma estratégia utilizada no controle do estresse térmico, segundo Bohmanova et al. (36), touros que transmitem alta tolerância ao estresse calórico têm filhas com taxas de prenhez mais elevadas, vida produtiva mais longa, porém menor rendimento leiteiro.

Uma seleção contínua para rendimento leiteiro que não leve em conta a tolerância ao calor provavelmente aumentará a susceptibilidade ao estresse calórico. Por outro lado, é bem provável que a seleção de touros para tolerância ao calor diminua o rendimento leiteiro. Isso é esperado, já que à medida que produção média por vaca aumenta, a produção de calor metabólico também aumenta, tornando as vacas susceptíveis ao estresse calórico (29).

Ainda, segundo Thatcher (29), as abordagens tecnológicas mencionadas anteriormente oferecem uma ampla gama de alternativas a produtores de diferentes realidades sócio-econômicas e ambientais, melhorando a produtividade e a fertilidade das vacas de leite.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estresse térmico é responsável por perdas produtivas, reprodutivas e pela carência de bem estar nos animais. Sua prevenção é de grande importância para que não haja perdas econômicas no sistema de produção leiteira.

Existem várias formas para se amenizar o problema do estresse calórico que influi diretamente na nutrição, produção, reprodução e bem estar dos bovinos. A principal forma utilizada atualmente é a sombra, algumas vezes associada à ventilação, nebulização, aspersão de água e programas de alimentação, baseados nas horas mais frescas do dia. A sua maior ou menor eficiência terá uma variação dependendo da região, idade, sexo e fase produtiva dos animais.

Assim, um planejamento do ciclo da produção é primordial para que as instalações, o manejo dos animais, os funcionários e a produção final sejam o mais eficaz e produtivo possível.

## REFERÊNCIAS

1. Marques JA. Atualização da produção de bovinos de corte. In: Anais do 1º Curso de Atualização por Tutoria à Distância; 2001, Maringá. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2001. p.486-527.
2. Silva IJO, Pandorfi H, Acararo Jr E, Piedade SMS, Moura DJ. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. Rev Bras Zootec. 2002;31:2036-42.

3. Titto EAL. Clima: influência na produção de leite. Ambiência na produção de leite em clima quente. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite; 1998, Piracicaba. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz; 1998. p.10-23.
4. Dahl GE. Efeito do estresse térmico durante o período seco no desempenho pós-parto. In: Anais do 14º Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos; 2010, Uberlândia. Uberlândia: Conapec Jr; 2010. p.357-62.
5. Bilby TR, Tatcher WW, Hansen PJ. Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. In: Anais do 13º Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos; 2009, Uberlândia. Uberlândia: Conapec Jr; 2009. p.59-71.
6. Baêta FC, Souza CF. Ambiência em edificações rurais - conforto animal. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa; 1997.
7. Silva RG. Termorregulação. In: Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel; 2000. p.119-58.
8. Head HH. Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments: improving production and reproduction. In: Anais do 1o Congresso Brasileiro de Biometeorologia; 1995, Jaboticabal. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Biometeorologia; 1995. p.26-68.
9. Matarazzo SV, Perissinotto M, Fernandes SAA, Moura DJ, Arcaro Júnior I. Eficiência de sistemas de climatização na área de descanso em instalações do tipo free-stall e sua influência nas respostas produtivas e fisiológicas de vacas em lactação. Bol Ind Anim. 2007;64:221-32.
10. Camargo AC. Comportamento de vacas da raça holandesa em um confinamento do tipo free stall no Brasil central [dissertação]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; 1988.
11. Ray DE, Roubicek CB. Behavioral of feedlot cattleduring two seasons. J Anim Sci. 1971;33:72-6.
12. Monty Junior DE, Garbareno JL. Behavioral and physiologic responses of Holstein-Frisian cows to high environmental temperatures and artificial cooling in Arizona. Am J Vet Res. 1978;39:877-82.
13. Albright JL. Nutrition and feeding calves: feeding behavior of dairy cattle. J Dairy Sci. 1993;76:485-98.
14. Fraser AF. Comportamiento de los animales de la granja. Zaragoza: Acribia; 1980.
15. Balocchi O, Pulido R, Fernández J. Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo com y sin suplementación com concentrado. Agric Tec. 2002;62:87-98.
16. Blackshaw JK. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. Aust J Exp Agric. 1994;34:285-95.

17. Pires MFA, Campos AT. Relação dos dados climáticos com o desempenho animal. In: Resende H, Campos AT. Dados climáticos e sua utilização na atividade leiteira. Juiz de Fora: Embrapa; 2003. p.103-14.
18. Silanikove N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. *Livest Prod Sci.* 1992;30:175-94.
19. Smith KL, Todhunter DA, Schoenberger PS. Environmental mastitis: cause, prevalence, prevention. *J Dairy Sci.* 1985;68:1531-53.
20. Perissinoto M. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. *Eng Agric.* 2006;26:663-71.
21. Holmes CW, Wilson GF. Produção de leite a pasto. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola; 1989.
22. Porcionatto MAF, Fernandez AM, Saran Netto A, Santos MV. Influência do estresse calórico na qualidade e na produção de leite. *Rev Acad Cienc Agrar Ambient.* 2009; 7:483-90.
23. Mcguire MA, Beede DK, De Lorenzo MA, Wilcox CJ, Huntington GB, Reynolds CK, et al. Effects of thermal stress and level of feed intake on portal plasma flow and net fluxes of metabolites in lactating cows. *J Anim Sci.* 1989;67:1050-60.
24. Baccari Jr F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: Editora UEL; 2001.
25. Coolier RJ. Nutritional, metabolic and environmental aspects of lactation. In: Larson, B L, editor. *Lactation.* Iowa: State University Press; 1985. p.80-128.
26. Bernabucci U, Calamari L. Effects of heat stress on bovine milk yield and composition. *Zootec Nutr Anim.* 1998;24:247-57.
27. Staples CR. Alimentação de vacas leiteiras sob estresse térmico. In: Anais do 13º Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos; 2009, Uberlândia. Uberlândia: Conapec Jr; 2009. p.42-58.
28. Adin G, Gelman A, Solomon R, Flamenbaum I, Nikbachat M, Yosef E, et al. Effects of cooling dry cows under heat load conditions on mammary gland enzymatic activity, intake of food water, and performance during the dry period and after parturition. *Livest Sci.* 2009;124:189-95.
29. Thatcher WW. Manejo de estresse calórico e estratégias para melhorar o desempenho lactacional e reprodutivos em vacas de leite. In: Anais do 14º Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos; 2010, Uberlândia. Uberlândia: Conapec Jr; 2010. p.2-25.
30. Polycarpo RC. Estratégias para amenizar o estresse por calor [Internet]. São Paulo; 2011. [cited 2011 Mar 07]. Available from: <http://www.milkpoint.com.br>

31. Porfirio da Silva V. Arborização de pastagens: procedimentos para introdução de árvores em pastagens convencionais. Colombo: Embrapa Florestas; 2006. Comunicado Técnico, 155.
32. Dhiman TR, Zaman MS. Desafio dos sistemas de produção de leite em confinamento em condições de clima quente. In: Anais do 2º Simpósio de Nutrição e Produção de Gado de Leite; 2001, Belo Horizonte. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2001. p.5-20.
33. Araujo RT. Conforto animal: árvores de sombra em pastagens. In: Anais do 24º Simpósio Sobre Manejo da Pastagem; 2007, Piracicaba. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP; 2007. p.219-26.
34. Paciullo DSC, Castro CRT. Sistema silvipastoril e pastagem exclusiva de braquiária para recria de novilhas leiteiras: massa de forragem, qualidade do pasto, consumo e ganho de peso. Juiz de Fora: Embrapa; 2006. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20.
35. Pimentel PG, Moura AAAN, Neiva JNM, Araújo AA, Tair RFL. Consumo, produção de leite e estresse térmico em vacas da raça Pardo-Suíça alimentadas com castanha de caju. Arq Bras Med Vet Zootec. 2007;59:1523-30.
36. Bohmanova JI, Misztal S, Tsuruta HD, Norman TJ. National genetic evaluation of milk yield for heat tolerance of United States Holsteins. In: Proceedings of the 33º Interbull Meeting; 2005, Uppsala. Uppsala, Sweden; 2005. p.160-2.

**Recebido em: 02/04/2012**

**Aceito em: 13/08/2012**