

Efeito da exposição à radiação solar sobre parâmetros fisiológicos e estimativa do declínio na produção de leite de vacas mestiças (*Holandês X Gir*) no sul do estado do Piauí

Tairon Pannunzio Dias e Silva*, Ravy Guerra de Oliveira,
Severino Cavalcante Sousa Júnior, Karina Rodrigues dos Santos

Campus "Professora Cinobelina Elvas", Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: tairon.mvet@gmail.com

Resumo

Este trabalho teve o objetivo de avaliar e correlacionar as características termorreguladoras de vacas mestiças (*Holandês x Gir*) submetidas a três períodos diferentes de exposição à radiação solar com algumas variáveis meteorológicas e seus efeitos na produção de leite. Foram utilizadas doze vacas lactantes divididas em três grupos compostos por quatro animais cada, todos de terceira lactação, acima de cinco anos de idade e aproximadamente 50 dias de lactação, submetidos a diferentes períodos de exposição à radiação solar. A produção de leite em quilogramas por vaca foi registrada em duas ordenhas diárias. A frequência respiratória (FR), a frequência cardíaca (FR), a temperatura retal (TR) e o declínio da produção de leite (DPL) obtido pela diferença entre as pesagens das ordenhas da manhã e tarde por vaca durante o experimento foram coletados quatro vezes por semana, em maio e junho de 2011. Os resultados revelaram que o índice temperatura e umidade (ITU) para as vacas expostas a duas horas de radiação solar foi superior a valores considerados críticos para bovinos em lactação. O grupo três apresentou valores críticos superiores para todas as características termorreguladoras dos animais quando comparada com os grupos um e dois. As características termorreguladoras dos animais dos grupos dois e três correlacionaram-se positivamente com o declínio da produção de leite e de maneira diferente com as variáveis meteorológicas.

Palavras-chave: bem-estar animal, estresse térmico, termorregulação, produtividade

Effect of exposure to solar radiation on physiological parameters and decline estimation of milk production by crossbred cows (*Holstein x Gir*) in the southern Piauí State, Brazil

Abstract

This work aimed to evaluate and correlate the thermoregulatory characteristics of crossbred cows (*Holstein x Gir*) submitted to three different periods of exposure to solar radiation with some meteorological variables and their effects on milk production. Were twelve lactating cows divided into three groups consisting of four animals each, all of the third lactation, up to five years of age and approximately 50 days of lactation, submitted to different periods of exposure to solar radiation. Milk production per cow in kilograms was recorded in two daily milkings. The respiratory rate (RR), heart rate (RR), rectal temperature (RT) and the decline in milk production (DPL) obtained by the difference between the weights of the morning and afternoon milkings per cow during the experiment were collected four times a week in May and June 2011. The results revealed that the temperature and humidity index (THI) for cows exposed to two hours of solar radiation was higher than values considered critical for lactating cattle. The group presented three upper critical values for all thermoregulatory characteristics of animals when compared with groups one and two. The thermoregulatory characteristics of animals of groups two and three groups were positively correlated with the decline in milk production and differently with meteorological variables.

Key Words: animal welfare, heat stress, thermoregulation, productivity

Recebido: 31 Agosto 2011
Aceito: 07 Março 2012

Introdução

Dois terços do território brasileiro estão situados na região tropical, onde o clima é Bsh, segundo a classificação de Köppen (ano), caracterizando-se pela predominância de temperaturas elevadas, conseqüentes da alta incidência de radiação solar, baixa umidade do ar e elevadas taxas de evaporação. A principal característica dessa região está na escassez e irregularidade acentuada na distribuição de chuvas, tanto no tempo quanto no espaço, com a ocorrência de longos períodos de estiagem (Azevedo et al., 2005; Ferreira et al., 2009).

Mesmo sob condições climáticas desfavorável à produção animal, a bovinocultura leiteira é uma atividade de grande relevância para a economia das regiões de clima semiárido, gerando emprego e renda para as populações rurais e, conseqüentemente o suprimento das necessidades alimentares de leite e seus derivados (Rodrigues et al., 2010).

Os animais homeotérmicos em geral são adaptáveis em uma ampla gama de ambientes. Entretanto, ocorrem diversas alterações térmicas no ambiente normal dos animais, causando-lhes estresse, desencadeando redução no desempenho, como resultado da diminuição na saúde e na higidez. Dentro de certos limites, os animais sustentam a homeostase, se ajustando fisiológica, comportamental ou imunologicamente de modo a minimizar as conseqüências adversas. Neste processo de ajuste, entretanto, as funções menos vitais ao organismo, como o desempenho (produção e reprodução) e o bem-estar, são influenciados negativamente quando a intensidade e a duração dos estressores excedem a capacidade compensatória dos animais, geneticamente determinada (Bertipaglia et al., 2007).

Para a manutenção da homeotermia, abrigam-se da radiação solar sob coberturas disponíveis que proporcionem sombras, procuram lâminas de água ou terrenos úmidos onde se espojam, diminuem a ingestão de alimentos, aumentam a ingestão de água. Além de, aumentarem os batimentos cardíacos, a circulação periférica a frequência respiratória e a taxa de sudação (Rodrigues et al., 2000).

As condições ambientais estão

intimamente relacionadas com a produção de leite. O comprometimento da homeostase e da produção de leite pelo estresse térmico ao calor deve-se, principalmente pela redução na ingestão de alimentos, à hipofunção da tireóide e pela energia despendida para eliminar o excesso de calor corporal. Quanto maior a intensidade do estresse térmico, maior será a redução no consumo de alimentos, e seria devido principalmente à inibição, pelo calor, do centro do apetite localizado no hipotálamo, resultante da hipertermia corporal, podendo acarretar em um decréscimo de 17% na produção de leite de vacas de 15 kg de leite/dia e de 22% em vacas de 40 kg/dia (Pinarelli, 2003).

A temperatura do ar elevada, sobretudo quando associada à umidade elevada e intensa radiação solar são responsáveis pela diminuição na produção de leite de vacas de média e alta produção (Baccari Jr., 2001; Aguiar et al., 2003). Diante do exposto, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de se avaliar o comportamento das características fisiológicas e estimar o declínio da produção de leite de vacas mestiças (*holandês x gir*), de rebanho comercial, frente a diferentes períodos de exposição à radiação solar, bem como correlacionar tais características com algumas variáveis meteorológicas registradas no ambiente semiárido.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi realizada no setor de Bovinocultura, do módulo didático produtivo do Campus de Bom Jesus da Universidade Federal do Piauí (UFPI), localizado no município de Bom Jesus, sul do estado do Piauí, região do Vale do Gurguéia. O município localizado a 09°04'28" latitude sul e 44°21'31" longitude oeste, estando a uma altitude de 277 metros, e distante a 635 km da capital Teresina.

Aleatoriamente foram escolhidas 12 vacas mestiças (*Holandês x Gir*), de rebanho comercial, todas de terceira lactação com período de aproximadamente 50 dias de lactação e produção inicial média de 10±2,09 kg de leite/dia, com mais de cinco anos de idade, pesando entre 400 a 500 kg. Esses animais eram mantidos em sistema semi-intensivo, sendo soltos em pátio de descanso nos períodos entre

as ordenhas, que eram realizadas duas vezes ao dia, às 04h30min e às 15h00min. Recebiam alimentação volumosa a base de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cv. Roxo, picado, mais suplemento mineral, duas vezes ao dia, especificamente, de 08h00min as 10h00min e as 15h00min.

O controle sanitário do rebanho foi acompanhado mediante vacinações contra aftosa, leptospirose e raiva, controle de endo e ectoparasitas além do prévio controle de mastite.

Os animais foram identificados e distribuídos ao acaso em três grupos, onde estes eram compostos por quatro animais cada, sendo o grupo um, controle, mantido sob manejo normal da fazenda e com acesso livre a sombra natural com aproximadamente 6m²/animal, durante todo o experimento, onde suas variáveis fisiológicas eram mensuradas às 10h00min. Os grupos dois e três foram submetidos à radiação solar direta no curral de espera, sem acesso a água e/ou qualquer tipo de alimento. Sendo o grupo dois durante uma hora, das 10h00min às 11h00min, e o grupo três submetido a duas horas de exposição à radiação solar, das 10h00min às 12h00min. Ao final do tempo de exposição eram registradas as variáveis fisiológicas e os animais soltos no pátio de descanso.

Para coleta dos dados as vacas foram conduzidas ao brete de contenção. Os dados foram coletados quatro vezes por semana, no qual totalizaram vinte coletas, em maio e junho de 2011. Nos animais foi mensurada inicialmente a frequência respiratória (FR), em movimentos respiratórios por minuto, mediante a observação direta dos movimentos do flanco esquerdo; em seguida registrou-se frequência cardíaca (FC), em batimentos por minuto, utilizando-se um estetoscópio posicionado entre o terceiro e quarto espaço intercostal esquerdo, por último foi mensurada a temperatura retal (TR), por meio de um termômetro clínico introduzido diretamente no reto dos animais durante dois minutos de acordo com as metodologias utilizadas por Sousa Jr et al. (2008). A produção de leite em quilogramas por vaca foi registrada durante as duas ordenhas, utilizando-se balança digital, obtendo-se o total diário e o declínio da

produção de leite, onde este foi obtido pela diferença entre as pesagens das ordenhas da manhã e tarde por vaca nos dias de exposição à radiação solar direta.

As variáveis ambientais utilizadas foram obtidas diretamente da estação meteorológica de superfície automática, situada no Campus Professora Cinobelina Elvas, pertencente à Universidade Federal do Piauí, na cidade de Bom Jesus e distante aproximadamente seis quilômetros do local de realização da pesquisa. Avaliou-se a temperatura do ar (TA) e umidade relativa (UR), registrada por meio dos dados médios fornecidos a cada hora pela referida estação durante todo o período de coleta das variáveis fisiológicas, para cada grupo de animais, ou seja, controle, grupo exposto a uma hora e grupo exposto a duas horas de radiação solar direta, com os quais foram calculados os índices de temperatura e umidade (ITU) para os respectivos grupos, segundo metodologia descrita por Thom (1959): $ITU: (0,8 \times T + (UR(\%)/100) \times (T - 14,4) + 46,4)$, onde: T = temperatura do ar °C e UR = umidade relativa do ar.

Os dados obtidos da estação meteorológica, características termorreguladoras mensuradas e a estimativa do declínio da produção de leite, foram submetidos ao teste de normalidade, quando foi verificada a homocedasticidade dos dados, após isso foram realizadas as análises de variância e correlações de Pearson, com o objetivo de comparar as médias utilizando o teste de Tukey ($P < 0,05$), por meio do pacote estatístico SAS, versão 9. 1.3 (SAS Institute, 2003).

Resultados e Discussão

A amplitude térmica foi de 2,37°C entre 10h00min e 11h00min e 5,02°C entre 10h00min e 12h00min, provavelmente devido à maior incidência dos raios solares nos respectivos intervalos de tempo (Tabela 1). Já a umidade relativa, para o grupo três, de maior exposição à radiação solar, ou seja, das 10h00min às 12h00min, atingiu valor de 64,55%, o qual estava abaixo do valor considerado limite (70%) de UR para conforto de vacas lactantes em climas quentes (Näas & Arcaro Júnior, 2001), que é uma característica do nordeste do Brasil. Campos

(1985) relatou que são aceitáveis valores de UR compreendidos entre 70 e 80% para animais da raça holandesa, intervalo que pôde ser alcançado no horário das 10h00min às 11h00min,

com temperatura média de 22,04°C.

Com relação ao ITU, os maiores valores foram observados para os animais que foram

Tabela 1. Médias das variáveis meteorológicas e índices de temperatura e umidade registrados pela estação meteorológica durante o período experimental.

Variáveis	Tratamentos		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Temperatura do ar (°C)	19,67±2,03 ^c	22,04±1,87 ^b	24,69±1,57 ^a
Umidade do ar (%)	86,57±6,88 ^a	76,95±7,71 ^b	64,55±6,85 ^c
ITU	66,61±3,08 ^c	69,83±2,45 ^b	73,13±1,85 ^a

*Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; *ITU: Índice de temperatura e umidade

submetidos a duas horas de exposição à radiação solar direta, como consequência do aumento da temperatura do ar, decorrente da maior incidência de radiação solar, combinado a uma baixa umidade relativa do ar. Portanto, o ITU apresentou valor superior ao limite da zona de conforto térmico dos bovinos, indicando que vacas expostas à radiação solar direta em ambiente em que o ITU ultrapasse o valor de 72 se encontram em condições estressantes, principalmente vacas de alta produção (Pires et al., 1999; Silva et al., 2002).

O estresse térmico foi classificado por Armstrong (1994) de acordo com o ITU em ameno ou brando (72 a 78), moderado (79 a 88) e, severo (89 a 98). Ainda ressaltou que valor abaixo de 72, não caracteriza estresse térmico. Os valores de ITU encontrados nesta pesquisa são semelhantes aos registrados por Johnson (1980), que menciona declínio da produção de leite com ITU a partir de 72, sendo este declínio mais acentuado nas vacas mais produtivas. Quanto mais produtiva uma vaca, maior sua

taxa metabólica (produção de calor interno no organismo) e maior, também, sua sensibilidade ao estresse pelo calor. Os grupos um e dois diferiram significativamente ($P < 0,05$), mas ambos possuem ITU abaixo do valor considerado limite superior para conforto térmico, podendo ressaltar que não houve diferença significativa no declínio da produção de leite entre ambos os grupos.

A temperatura retal foi maior nas vacas do grupo três e diferiu dos demais grupos (Tabela 2). Este resultado é explicado pela maior carga térmica recebida na exposição à radiação solar, resultando em um aumento na produção de calor endógeno, estando esses animais com temperatura retal acima dos valores considerados normais por Silva (2000). Tal resultado indica que estes animais estão no limite da utilização dos mecanismos termorreguladores necessários para manter a homeotermia e obter a máxima expressão do seu potencial produtivo.

Sabe-se que em condições ambientais estressantes (frio ou calor) que provoquem

Tabela 2. Médias de frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal e declínio da produção de leite diária em kg das vacas de leite durante o período experimental em Bom Jesus, Piauí.

Características	Tratamentos		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Frequência Respiratória (movimentos/min)	45,70±11,06 ^b	39,73±7,85 ^c	62,61±13,73 ^a
Frequência Cardíaca (batimentos/min)	69,55±5,49 ^b	71,20±7,80 ^b	78,40±5,78 ^a
Temperatura Retal (°C)	38,84±0,49 ^b	38,81±0,29 ^b	39,49±0,54 ^a
Declínio da produção leite (Kg)	1,23±0,52 ^b	1,39±0,43 ^b	2,46±0,95 ^a

*Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de Probabilidade.

alterações nos parâmetros vitais e produtivos que, primeiramente os animais buscam manter os parâmetros fisiológicos dentro da normalidade, ou seja, a homeostase, portanto, são evidenciadas inicialmente modificações na sua produção, referido por Pimentel et al. (2007), também em região semi-árida.

A frequência respiratória mostrou-se mais elevada que os valores de referência indicados na literatura para bovinos (Brasil et al., 2000; Azevedo et al., 2005; Santos et al., 2005; Ligeiro et al., 2006; Souza et al., 2008 e Sousa Jr et al., 2008) e, significativamente ($P < 0,05$) diferente entre os grupos, destacando o grupo três por evidenciar uso da termólise respiratória no período de exposição à radiação solar direta. No entanto, o grupo dois, exposto à uma hora de radiação solar direta, teve a FR significativamente menor que o grupo controle. Pode-se concluir que os animais pertencentes a este último grupo, mesmo ativando o mecanismo de evaporação pelo aparelho respiratório, não necessitou eliminar toda a quantidade de calor recebido do ambiente somado à produção de calor metabólico gerado a partir do aumento da FR (Silva, 2000). Tal fato ocasionou esse aumento na temperatura corpórea dos animais do grupo controle quando comparado ao grupo dois, entretanto, permanecendo dentro da normalidade e, não sendo significativamente ($P > 0,05$) diferente para estes dois grupos.

O mesmo resultado foi verificado para os batimentos cardíacos, com efeito significativo ($P < 0,05$) para os animais do grupo três, apresentando superioridade sobre os demais, comprovando que a incidência de radiação solar direta durante duas horas sobre esses animais, leva a condições estressantes. Baccari Jr. (2001), ressalta que tais condições, citadas acima, provocam diminuição do apetite, alterações comportamentais e comprometimento da produção de leite de vacas, principalmente animais de clima temperado, como verificado nesse experimento. Entretanto, os grupos um e dois, não diferiram significativamente ($P > 0,05$) entre si, com relação à frequência cardíaca, temperatura retal e produção de leite, provavelmente estando estes animais em uma mesma situação térmica. É importante salientar

que, mesmo o declínio da produção de leite não ter-se diferido significativamente ($P > 0,05$) entre esses dois grupos, a perda de qualquer ordem na produção é relevante refletindo consequentemente em perdas econômicas.

Avaliando-se os diferentes grupos pode-se perceber que houve diminuição significativa ($P < 0,05$) na produção de leite entre os animais do grupo três (Tabela 2), quando comparado aos animais do grupo um, que não foram submetidos à radiação solar direta, ou seja, teve acesso livre a sombra natural. Essa diminuição de 1,22 kg (18,37%) verificada no presente estudo, também foi relatada por Roman-Ponce et al. (1977), que verificaram uma diminuição de 10,7% na produção de vacas expostas à radiação solar comparadas a vacas alojadas em abrigo sombreado. Pinarelli (2003) verificou que estresse provocado pelo calor excessivo resultou em perdas de 17% na produção de leite de vacas de 15 kg de leite/dia e de 22% em vacas de 40 kg/dia.

Pimentel et al. (2007) afirmaram que vacas leiteiras, principalmente as de alta produção, que possuem metabolismo acelerado e alta produção de calor metabólico, são muito sensíveis ao estresse térmico, o que provoca diminuição da ingestão de matéria seca, consequentemente a ingestão de energia metabolizável, provocando uma diminuição considerável na produção de leite.

De acordo com Johnson (1982), o estresse pelo calor aumenta a temperatura corporal, o que deprime a ingestão de alimentos no mesmo dia e reduz a produção de leite poucos dias depois, fato contrário ao ocorrido nesta pesquisa que demonstrou um aumento da temperatura corporal e uma significativa diminuição da produção de leite/dia, principalmente para os animais do grupo três, fato que pode ser comprovado por Schneider et al. (1984), que afirmaram que vacas sem acesso a sombra produziram menos leite do que vacas com sombreamento acessível. A manutenção da homeostase é prioritária no metabolismo animal, frente à lactação bem como as demais funções produtivas (Baccari Jr, 2001).

Na Tabela 3, pode-se observar que as variáveis meteorológicas juntamente com o

índice que as representa (ITU) correlacionaram-se positivamente com as características termorreguladoras para os animais do grupo um, indicando que as vacas deste grupo, mesmo tendo acesso livre ao sombreamento natural, utilizaram os mecanismos termorregulatórios para manterem a homeostase, não havendo

influência climática na característica produtiva, verificando-se uma correlação negativa com esta variável, como descrito por Schneider et al. (1984).

Avaliando-se os animais do grupo dois, pode-se observar que o ITU correlacionou-

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais, características termorreguladoras e declínio da produção de leite das vacas em ambiente semiárido.

	Variáveis	Temperatura do ar (°C)	Umidade Relativa (%)	ITU	Declínio da produção de Leite (DPL)
Grupo 1	FR (mov/min)	0,034	0,036	0,041	0,086
	FC (bat/min)	0,082	0,022	0,098	- 0,138
	TR (°C)	0,208	0,160	0,265	-0,011
	DPL (Kg)	-0,014	0,023	-0,013	--
Grupo 2	FR (mov/min)	-0,070	0,145	-0,055	0,104
	FC (bat/min)	-0,010	-0,074	-0,021	0,109
	TR (°C)	0,080	0,251	0,160	0,283
	DPL (kg)	0,043	0,137	0,099	--
Grupo 3	FR (mov/min)	-0,119	0,035	-0,128	0,043
	FC (bat/min)	0,013	0,172	0,076	-0,130
	TR (°C)	-0,046	0,235	0,040	0,168
	DPL (kg)	0,063	-0,148	0,011	--

* FR=Freqüência respiratória; FC=Freqüência cardíaca; TR=Temperatura retal; DPL=Declínio da produção de leite; * P<0,05

se negativamente com a FR e FC, porém positivamente com a TR. Isto indica que houve aumento da produção de calor endógeno sendo refletido na TR. Nos horários de maior aporte térmico ambiental a qual os animais do grupo três eram submetidos, o ITU apresentou correlação positiva com FC e TR, sendo negativa com FR. A elevação do estoque de calor corporal, leva à maior necessidade de dissipação de calor, buscando manter a homeotermia tendo como consequência um alto declínio da produção de leite (Pimentel et al., 2007).

Conclusões

Um manejo ambiental inadequado promovendo a exposição de animais à radiação solar direta por 2 horas a partir das 10h00min gera alterações nos parâmetros fisiológicos levando esses animais a quadros característicos de estresse por calor.

As vacas que permanecem sob exposição solar direta das 10h00min às 12h00min reduziram a produção diária de leite.

As vacas expostas à uma hora de radiação solar das 10h00min às 11h00min não sofreram grandes alterações das características fisiológicas, mantendo-se dentro da zona de

termoneutralidade.

Referências

- Aguiar, I.S., Baccari Júnior, F. 2003. Respostas fisiológicas e produção de leite de vacas holandesas mantidas ao sol e com acesso a sombra natural. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária* 1: 23-27.
- Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science* 77: 2044-2050.
- Azevedo, M., Pires, M.F.A., Sturnino, H.M., Lana, A.M.Q., Sampaio I.B., Monteiro, J.B.N., Morato, L.E. 2005. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras ½, ¾ e 7/8 holandês – zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34: 2000-2008.
- Baccari, J.R.F. 2001. *Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes*. UEL, Londrina, Brasil. 142 p.
- Bertipaglia, E.C.A., Silva, R.G., Cardoso, V., Maia, A.S.C. 2007. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 350-359.
- Brasil, L.H.A., Wechesler, F.S.W., Baccari Júnior, F., Gonçalves, H.C., Bonassi, I.A. 2000. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição

- química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça Alpina. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29: 1632-1641.
- Campos, O.F. 1985. *Criação de bezerros até a desmama*. CNPGL/Embrapa, Coronel Pacheco, Brasil. 77 p.
- Ferreira, M.A., Silva, F.M., Bispo, S.V., Azevedo, M. 2009. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no Semiárido do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38: 322-329.
- Johnson, H.D. 1980. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. *International Journal of Biometeorology* 24: 65-78.
- Johnson, H.D. 1982. *Role of physiology in cattle production in the tropics*. Praeger Scientific, New York, USA. 212 p.
- Ligeiro, E.C., Maia, A.S.C., Silva, R.G. 2006. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35: 544-549.
- Näs, I.A., Arcaro Júnior, I. 2001. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 5: 139-142.
- Pinarelli, C. 2003. The effect of heat stress on milk yield. *Latte* 28: 36-38.
- Pimentel, P.G., Moura, A.A.A.N., Neiva, J.N.M., Araújo, A.A., Tair, R.F.L. 2007. Consumo, produção de leite e estresse térmico em vacas da raça Pardo-Suíça alimentadas com castanha de caju. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 59: 1523-1530.
- Pinarelli, C. 2003. The effect of heat stress on milk yield. *Latte* 28: 36-38.
- Pires, M.F.A., Ferreira, A.M., Coelho, S.G. 1999. Estresse calórico em Bovinos de Leite. *Caderno técnico de Veterinária e Zootecnia* 29: 23-37.
- Porcionatto, M.A.F., Fernandez, A.M., Saran Netto, A., Santos, M.V. 2009. Influência do estresse calórico na qualidade e na produção de leite. *Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental* 7: 483-490.
- Rodrigues, E.H.V.; Araújo, R.C.L. ; Freitas, E.G.A. 2000. *Materiais de Construções - Coleção Construções Rurais*. Editora Universidade Rural, Seropédica, RJ, 203 p.
- Rodrigues, A.L., Souza, B.B., Filho, J.P. 2010. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. *Agropecuária Científica no Semi-Árido* 6: 14-22.
- Roman-Ponce, H., Thatcher, W.W., Buffington, D.E., Wilcox, C.J., Van Horn, H.H. 1977. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. *Journal of Dairy Science* 60: 424-430.
- Santos, F.C.B., Souza, B.B., Alfaro, C.E.P. 2005. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima Semi-árido do Nordeste brasileiro. *Ciência e Agrotecnologia* 29: 142-149.
- SAS (Statistical Analysis System). 2003. *User's Guide*. USA, SAS Institute Inc. 129 p.
- Schneider, P.L., Beede, D.K., Wilcox, C.J. 1984. Influence of dietary sodium and potassium bicarbonate and total potassium on heat stressed lactating cows. *Journal of Dairy Science* 67: 2548-2553.
- Silva, R.G. 2000. *Introdução à bioclimatologia animal*. Nobel, São Paulo, Brasil, 286 p.
- Silva, I.J.O., Pandorfi, H., Acararo Júnior, I., Piedade, S.M.S., Moura, D.J. 2002. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas Holandesas. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31: 2036-2042.
- Thom, E.C. 1959. The discomfort index. *Weather wise* 12: 57-59.
- Sousa Júnior, S.C., Morais, D.A.E., Vasconcelos, A.M. 2008. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região Semi-árida. *Revista Científica de Produção Animal* 10: 127-137.
- Souza, B.B., Souza, E.D., Cezar, M.F. 2008. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no Semiárido nordestino. *Ciência e Agrotecnologia* 32: 275-280.