

Características termorreguladoras e desempenho de cabras leiteiras no terço inicial da lactação em clima tropical

Thermoregulatory traits and performance of dairy goats in early lactation in tropical weather

Débora A. E. F.¹, Ângela M. V.^{2*}, Fátima R. G. L.², Ângela M. X. E.³,
Auricléia O. L. A.⁴, Magda M. G.⁵, Aline V. L.²

¹UFERSA

²Universidade Estadual Vale do Acaraú

³Embrapa Caprinos e Ovinos

⁴UNIMONTES

⁵UFRN

Resumo: Teve-se como objectivo avaliar o comportamento de características termorreguladoras, a condição corporal e a produção de leite no início da lactação de 45 cabras de diferentes tipos raciais (15 da raça Saanen, 15 cruzadas _ Sem Padrão Racial Definido (SPRD) x _ Murciana e 15 Alpinas Americanas). Foram tomadas a temperatura retal, a frequência respiratória, o escore da condição corporal a produção diária de leite e as concentrações plasmáticas de triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) avaliados até os 36 dias da lactação. As concentrações de T3 e T4 foram obtidas pelo método de radioimunoensaio. As variáveis meteorológicas foram registradas às 15 h, no mesmo horário da coleta dos dados fisiológicos. Os resultados obtidos indicaram que as cabras da raça Alpina Americana tiveram as maiores temperaturas retais e frequências respiratórias, além de menores concentrações de triiodotironina e tiroxina, associados a menor produção de leite e condição corporal possivelmente como reflexo de menor adaptação ao clima. As cabras Saanen e _ Murciana SPRD apresentaram menores temperaturas retais e frequências respiratórias, maior escore da condição corporal e concentrações séricas de triiodotironina e tiroxina. As temperaturas retais foram iguais entre os grupos genéticos _SPRD x _ Murciana e diferente para as cabras saanen. No terço inicial de lactação animais mestiços leiteiros juntamente com as cabras Saanen, demonstraram maior adaptabilidade, bom desenvolvimento corporal e melhor desempenho lactacional. As cabras Alpinas Americanas mostraram menores respostas adaptativas e produtivas o que evidencia a importância do ambiente térmico na criação desses animais.

Palavras-chave: adaptação, caprinos, condição corporal, hormônios tireoideanos

Summary: The objective of this study was to evaluate physiological and performance characteristics in early lactation of dairy goats of several breeds, namely thermoregulation, body condition and milk production. Forty five females were used (15 Saanen, 15 of crosses between undefined breed and _ Murciana and 15 American Alpine). Records were made of rectal

temperature, respiratory rate, body condition score and daily milk production in the 36 first days of lactation. Plasma concentrations of triiodothyronine and thyroxine were obtained by radioimmunoassay method. The meteorological variables were registered at 15 pm, at the same time as the collection of physiological indicators.

Results indicate that American Alpine goats had higher rectal temperatures and respiratory frequency, lower concentration of triiodothyronine and thyroxine, associated to a smaller milk production and body condition, possibly due to the worse climate adaptation. Saanen and _ Murciana crosses presented lower rectal temperatures and respiratory frequency, higher body score and triiodothyronine and thyroxine concentrations. Rectal temperatures were similar between the genetic groups undefined breed x _ Murciana and different for Saanen goats.

In the initial third of lactation crossbred goats along with Saanen goats showed greater adaptability, good physical development and better milk production. The American Alpine goats showed less productive and adaptive responses which highlights the importance of the thermal environment in the management of these animals.

Keywords: adaptation, goats, body condition, thyroid hormones

Introdução

A caprinocultura representa uma atividade de grande importância econômica e social para o Nordeste brasileiro, que detém cerca de 91% do efetivo nacional (IBGE, 2008). Ao longo do tempo, surgiram em diferentes microrregiões animais perfeitamente adaptados às condições semiáridas, todos explorados para a produção de carne e pele, no entanto para o melhoramento genético desses rebanhos nativos têm-se utilizado em larga escala raças leiteiras oriundas de clima temperado.

Para melhorar a produtividade dos rebanhos regionais foram introduzidas raças exóticas especializadas

*Correspondência: angv06@hotmail.com

Tel: +(55) 88 9623 8559; Fax: +(55) 88 3611 6527

para produção de leite, principalmente as raças Saanen, Parda Alpina, Anglonubiana e ultimamente Alpina Americana e Murciana das quais se espera reunir características produtivas superiores e adaptação ao ambiente semiárido através de cruzamentos com animais de raças nativas ou sem padrão racial definido.

Em regiões quentes como o nordeste brasileiro, que apresenta altas temperaturas associadas com a umidade do ar e radiação elevada, os animais de clima temperado podem sofrer alterações no seu comportamento fisiológico durante o processo adaptativo, cujas respostas podem afetar a ingestão de alimentos e redução do nível de produção. Nesses casos, frequentemente verifica-se a ocorrência do desequilíbrio térmico, cujos indicadores são alterações na taxa metabólica como diminuição nas secreções dos hormônios tiroxina e triiodotiroxina, na temperatura corporal e frequência respiratória (Souza Junior *et al.*, 2008).

Desta forma é imprescindível dispor de conhecimentos sobre os meios fisiológicos e/ou comportamentais, que venham a contribuir com as condições de sobrevivência dos animais oriundos de regiões temperadas em ambiente quente. Assim a interação entre animal-ambiente deve ser levada em consideração quando se busca maior eficiência, considerando-se que o conhecimento das variáveis climáticas e suas ações sobre as respostas comportamentais e fisiológicas são preponderantes na adequação do sistema de produção aos objetivos da atividade pecuária (Souza *et al.*, 2012).

Neste contexto, objetivou-se avaliar as respostas termorreguladoras e sua associação com a secreção de hormônios tireoidianos, a variação da condição corporal e a eficiência de produção de leite, no terço inicial da lactação de cabras leiteiras de diferentes grupos genéticos criadas clima tropical.

Material e métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Sítio Acauã, localizado no município de Caucaia, litoral norte do estado do Ceará, com latitude de 3°45' S, altitude de 15 m e longitude de 40,21°W. Segundo a classificação de Köppen o clima local é BSh, semiárido, com precipitação pluviométrica anual em torno de 1350 mm, concentrada de janeiro a maio. De acordo com dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme, 2009), a média anual de temperatura do ar é de 26 °C, com umidade relativa do ar de 65% na época seca e 87%, na época chuvosa.

Na segunda quinzena do mês de novembro, um total de 68 cabras em idade reprodutiva foi submetido à sincronização de estro, utilizando-se o protocolo recomendado por Machado e Simplício (2001) e Maia e Santos (2010). Este procedimento foi realizado para que todos os animais pudessem parir e iniciar a lac-

tação na mesma época, sendo submetidos às mesmas condições meteorológicas.

Após a confirmação do diagnóstico de prenhez positivo, foram selecionadas 45 cabras adultas, todas de segunda lactação, sendo 15 _ Murciana x _ Sem Padrão Racial Definido (SPRD), 15 Alpinas Americanas e 15 Saanen, com idade variando entre três e cinco anos. Esses animais foram confinados em aprisco de alvenaria com meia parede, coberto com telhas de barro, com pé direito de 3,0 m, dividido em baias de piso ripado, suspenso a 0,8 m do solo, com solários amplos, comedouros, bebedouros e saleiros individuais por baias com corredor central para circulação de animais e manejadores. A alimentação era composta por capim elefante picado (*Pennisetum purpureum* Schum.), oferecido "ad libitum", e concentrado comercial em quantidades variando entre 600 e 1200 g diários, de acordo com o nível produtivo de cada animal. Em cada baia era fornecido sal mineral em barra, com livre acesso.

Os partos ocorreram aos 144 dias de gestação, entre a segunda e a terceira semanas do mês de abril, correspondendo à época chuvosa da região. Foi prestada assistência às matrizes, não tendo sido verificada nenhuma intercorrência nas parições. As crias foram separadas das mães e transferidas para cabriteiros de baias coletivas, cerca de 12 horas após o nascimento. Foi adotado o aleitamento artificial.

Os dados foram coletados no dia do parto e semanalmente até 44 dias após o parto, sempre às 15 h, por se tratar de um horário no qual, teoricamente, o estresse térmico pode ser mais severo. As variáveis termorreguladoras registradas foram: frequência respiratória, por contagem direta dos movimentos dos flancos durante 60 segundos, temperatura retal, utilizando-se um termômetro clínico digital de precisão, introduzido no reto do animal durante dois minutos. Foi aferido o escore da condição corporal, em escala variando de 1 (muito magra) a 5 (obesa). O controle leiteiro foi realizado semanalmente nos mesmos dias estabelecidos pela rotina de coletas dos dados na propriedade. Foi também coletada uma amostra de 10 mL de sangue de cada animal, por venipunção da jugular, utilizando-se sistema a vácuo. Essas amostras foram centrifugadas na propriedade, a 3.500 rpm, durante 10 minutos, para a extração do plasma, que foi acondicionado em microtubos de 1,5 mL e congeladas a - 20 °C. As dosagens de triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) foram realizadas em duplicata, no Laboratório de Endocrinologia da Embrapa Caprinos e Ovinos, utilizando-se kits comerciais de radioimunoensaio (Chadio *et al.*, 2002). Nestes mesmos dias de coleta de dados nos animais foram realizados, também às 15 h, registros de temperatura do bulbo seco, temperatura do bulbo úmido, temperatura do globo negro e velocidade do vento, por meio de um psicrômetro, um anemômetro e um globo negro de cobre, instalados no interior de uma baia vazia do aprisco.

Posteriormente foi estimada a umidade do ar, expressa em pressão parcial de vapor, segundo Varejão-Silva (2001). Como Índices de Conforto Térmico foram estimados o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (Buffington *et al.*, 1981) e a Carga Térmica Radiante (Silva, 2007).

Resultados

As médias das variáveis meteorológicas (Tabela 1) demonstram que, durante a fase experimental, o ambiente ocupado pelos animais apresentou valores consideravelmente elevados de temperatura e umidade do ar.

Tabela 1 - Variáveis meteorológicas e índices de conforto térmico, registradas às 15h00min, no interior das instalações durante o período experimental

Itens	Média
Temperatura do ar (°C)	30,4
Umidade do Ar ^a (Kpa)	2,86
Velocidade do vento (m/s)	1,1
Índice de Temperatura de Globo e Umidade	89,86
Carga Térmica Radiante (W/m2)	767,38

^aExpressa em Pressão Parcial de Vapor

Os maiores níveis de radiação, traduzida pelas maiores carga térmica radiante ocasionam aumento sobre as variáveis termorreguladoras (Silva *et al.*, 2007). No presente trabalho a média da Carga Térmica Radiante (CTR) e o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) foram elevados, confirmando que a associação entre radiação e umidade do ar promoveram um ambiente possivelmente fora da zona de conforto térmico para a maioria das raças exóticas, menos adaptadas ao clima tropical.

Pelas variáveis meteorológicas encontradas (Tabela 1), pode-se dizer que os animais tiveram que recorrer a ajustes fisiológicos de termorregulação (Tabela 2), em busca do equilíbrio térmico

Morais *et al.* (2008) em seu estudo com cabras leiteiras verificaram que os animais utilizaram em maior escala a termólise respiratória para eliminar o excesso de calor e assim manter a temperatura retal em níveis

fisiológicos normais, indicando que esse mecanismo foi eficiente e evitou a hipertermia. No presente estudo observa-se que as médias de temperatura retal (TR) foram iguais entre os animais _SPRD x _Murciana e Alpinas Americanas e menores ($P < 0,05$) que às Saanen. A frequência respiratória (FR) foi maior ($P < 0,05$) nas cabras Alpinas Americanas o que reflete a maior necessidade de perda térmica, mesmo apresentando a mesma temperatura retal que os animais _SPRD x _Murciana. Em regiões áridas é importante a manutenção da temperatura corporal, principalmente através da ofegação e de uma eficiente economia de água, através da redução da perda evaporativa (Ahmed e El Kheir, 2004). Os animais _SPRD x _Murciana foram os que menos utilizaram a termólise respiratória e, apesar disso, conseguiram manter a temperatura corporal em limites considerados fisiologicamente normais.

Embora as concentrações de hormônios tireoidianos estivessem dentro da faixa de normalidade para a espécie caprina (Chadio *et al.*, 2002), as concentrações de tiroxina (T3) e triiodotironina (T4) foram menores ($P < 0,05$) nas cabras Alpinas Americanas, refletindo menor taxa metabólica, provavelmente associada com redução na produção de leite e no escore da condição corporal (ECC) verificada nessa raça. Foi verificado neste estudo que os animais do grupo genético _SPRD x _Murciana apresentaram valores de hormônios tireoidianos maiores ($P < 0,05$), apesar de menores médias de temperatura retal e frequência respiratória. Não houve diferença ($P > 0,05$) quanto ao ECC, produção diária de leite (PL) e concentrações séricas de T3 e T4 entre os animais da raça Saanen e os _SPRD x _Murciana.

A maior TR (39,9 °C) foi observada nos primeiros trinta dias após o parto nas cabras dos grupos genéticos Saanen e os _SPRD x _Murciana. Os animais da raça Alpina Americana não exibiram o mesmo comportamento, uma vez que a maior média de temperatura corporal foi registrada no dia do parto (39,6 °C).

A raça Alpina Americana apresentou maiores concentração de T3 plasmática entre 2,00 ng/mL e 2,09 ng/mL dos 21 aos 36 dias pós-parto coincidindo com o pico da lactação. A secreção de T4 foi normal e cres-

Tabela 2 - Características termorreguladoras e de desempenho de cabras leiteiras de diferentes grupos genéticos no terço inicial da lactação

Variáveis	Grupos genéticos			CV (%)	R ²
	Saanen	_SPRDg x _Murciana	Alpinas Americanas		
TRa(°C)	39,6a	39,3b	39,3b	0,47	0,82
FRb (mov/min)	37,7b	35,0 ^c	41,8a	12,05	0,68
T3c (ng/ml)	1,98a	2,04a	1,87b	4,38	0,71
T4d (_g/dl)	129,2a	131,4a	104,3b	8,74	0,63
PDLe (kg)	1,26a	1,36a	0,7b	6,43	0,75
ECCf	3,00a	3,00a	2,75b	1,02	0,67

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. TRa = temperatura retal; FRb = frequência respiratória (movimentos/min); T3c = concentrações séricas de triiodotironina; T4d = concentrações séricas de tiroxina; PDLe = produção diária de leite; ECCf = escore da condição corporal, em escala variando de 1 a 5; SPRDg = sem padrão racial definido.

cente variando de 148,33 $\mu\text{g/dL}$ a 113,09 $\mu\text{g/dL}$ até quatorze dias pós-parto, nos três grupos genéticos, demonstrando maior atividade da tireóide nesse período. O escore da condição corporal (ECC) de todos os grupos genéticos diminuiu gradativamente com a aproximação do pico da lactação ficando entre 2,75 e 300, confirmando a mobilização de tecidos comumente observada nesta fase do ciclo lactacional, que caracteriza o Balanço Energético Negativo.

Pelos coeficientes de correlação entre as variáveis meteorológica, termorreguladoras e de desempenho das cabras leiteiras (Tabela 3), observa-se que a temperatura do ar correlacionou-se de forma positiva e significativa com a TR e a FR. No entanto, apresentou correlação negativa e significativa com as concentrações de T₄. A umidade do ar foi correlacionada significativamente apenas com a TR e a FR e a velocidade do vento com a frequência respiratória, no entanto os coeficientes foram muito baixos.

Por outro lado, as correlações entre o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e as variáveis termorreguladoras foram elevadas e significativas, sendo positivas para TR e FR e negativas para T₃ e T₄. Diante desses resultados, pode-se constatar que a associação entre temperatura radiante e umidade do ar influenciou mais as reações fisiológicas dos animais do que esses elementos isoladamente.

A CTR e o ITGU influenciaram TR e a FR o que pode comprometer a homeotermia. Não houve correlação entre o ECC e as variáveis meteorológicas, uma vez que o mesmo exibiu um comportamento esperado, variando de maneira compatível com o déficit energético verificado, sobretudo em função do estágio de lactação no qual os animais se encontravam.

Discussão

Os valores elevados das variáveis meteorológicas verificadas dentro do aprisco podem ser devido à construção de alvenaria, com cobertura em telhas de cerâmica, a baixa altura do pé-direito associada à menor velocidade do vento, normalmente observada na região na época chuvosa, o que pode ter contribuído para o aquecimento (Tabela 1). A associação entre

radiação e umidade do ar nesta pesquisa ocasionou um ambiente provavelmente fora da zona de conforto térmico dos animais. Isso alerta a necessidade do manejo ambiental visando à proteção contra o excesso de radiação, sobretudo nas instalações destinadas a animais confinados e provenientes de clima temperado, para que possam apresentar menores perdas no desempenho, quando introduzidos em regiões de clima quente.

Pelas variáveis meteorológicas encontradas durante a fase experimental (Tabela 1), pode-se dizer que os animais tiveram que recorrer a ajustes fisiológicos de termorregulação (Tabela 2), em busca do equilíbrio térmico para eliminar o excesso de calor e assim manter a temperatura retal em níveis fisiológicos normais, indicando que esse mecanismo foi eficiente e evitou a hipertermia.

A semelhança da temperatura retal (TR) entre os animais $\mu\text{SPRD} \times \mu\text{Murciana}$ e Alpinas Americanas e maiores dos animais tipo Saanen, deve-se provavelmente pelo maior porte destas últimas em relação às outras e isso pode ter dificultado a dissipação de calor corporal e possivelmente potencializado a maior estocagem térmica. Em relação à frequência respiratória (FR) a raça Alpina Americana apresentou maior valor o que reflete diretamente na manutenção da temperatura cerebral, promovendo a troca de calor que ocorre entre o sangue venoso, que vem da mucosa nasal, e o arterial que irriga o cérebro (Aiura *et al.*, 2010). Houve uma necessidade maior de perda térmica, mesmo apresentando a mesma temperatura retal que os animais $\mu\text{SPRD} \times \mu\text{Murciana}$ que utilizaram menos a termólise respiratória e, apesar disso, conseguiram manter a temperatura corporal em limites considerados fisiologicamente normais. Essa observação pode favorecer esses animais, uma vez que à menor FR é condizente com menores desgastes físico e desvio de energia para a termorregulação, possibilitando um maior aporte de energia para as funções produtivas.

As concentrações de tiroxina (T₃) e triiodotironina (T₄) menores nas cabras Alpinas Americanas, refleti menor taxa metabólica. Isso pode ser explicado pelo fato dos hormônios tireoidianos participarem do mecanismo de termorregulação por meio da diminuição

Tabela 3 - Coeficientes de correlação entre variáveis meteorológicas e termorreguladoras e de desempenho de cabras leiteiras em ambiente tropical

Variáveis	TR ^f (°C)	FR ^g (mov/min)	T ₃ ^h (ng/ml)	T ₄ ⁱ ($\mu\text{g/dl}$)	PDL ^j (kg)	ECC ^l (1-5)
TA ^a (°C)	0,384**	0,395**	- 0,139 ^{ns}	- 0,317*	- 0,063 ^{ns}	0,045 ^{ns}
UA ^b (kPa)	0,291*	0,214*	- 0,094 ^{ns}	0,081 ^{ns}	- 0,102 ^{ns}	0,025 ^{ns}
VV ^c (m/s)	0,056 ^{ns}	0,183*	0,142 ^{ns}	0,085 ^{ns}	0,082 ^{ns}	0,032 ^{ns}
ITGU ^d	0,439**	0,349**	- 0,309**	- 0,321*	- 0,291*	0,067 ^{ns}
CTR ^e (W/m ²)	0,351**	0,251*	0,094 ^{ns}	-0,109*	-0,066 ^{ns}	0,034 ^{ns}

* P > 0,05; **P > 0,01; ^{ns}: não significativo TA^a = temperatura do ar; UA^b = Umidade do ar; VV^c = velocidade do vento; ITGU^d = Índice de Temperatura de Globo e Umidade; CTR^e = Carga térmica radiante; TR^f = temperatura retal; FR^g = frequência respiratória; T₃^h = concentrações séricas de triiodotironina; T₄ⁱ = concentrações séricas de tiroxina; PDL^j = produção diária de leite; ECC^l = escore da condição corporal.

das suas concentrações plasmáticas em situação de estresse térmico, reduzindo desta forma o seu efeito calorigênico e, as raças européias utilizam com mais ênfase o metabolismo na termorregulação em altas temperaturas (Silva *et al.*, 2007). Os animais do grupo genético os *_* SPRD x *_* Murciana apresentaram valores de hormônios tireoidianos maiores e, menores temperaturas retais e frequência respiratória. Este conjunto de reações pode indicar maior adaptabilidade às condições locais, pelo menor aquecimento corporal, levando, conseqüentemente à menor necessidade de termólise, justificada pelo menor acionamento das perdas respiratórias e maiores concentrações de T₃ e T₄. A maior atividade tireoideana pode ser refletida na produção de leite, devido ao efeito catabólico dos seus hormônios, que contribuem diretamente com a disponibilidade de nutrientes para a síntese do leite. Assim, as concentrações séricas dos hormônios T₃ e T₄ são afetadas pela temperatura e umidade do ar, de modo que, durante o estresse térmico, há uma resposta mais rápida e maior período de latência nas respostas dos hormônios tireoideanos (Starling *et al.*, 2005).

A semelhança do ECC, produção diária de leite (PL) e concentrações séricas de T₃ e T₄ entre os animais da raça Saanen e os *_* SPRD x *_* Murciana pode ser atribuído ao fato das cabras Saanen serem descendentes de animais já criados em clima tropical, portanto mais adaptadas ao calor, como também podem ser considerada os *_* SPRD x *_* Murciana. Já os animais das raças Alpinas Americanas foram importados na forma de embriões de cabras criadas em clima temperado e bruscamente introduzidos em região quente, portanto, as suas reações fisiológicas são características do estresse térmico agudo, no qual ainda estão começando a responder com ajustes homeostáticos inespecíficos e, justamente por isso, ainda não demonstram um perfil adaptativo e produtivo definido.

Ao correlacionar as variáveis meteorológicas e termorreguladoras e de desempenho das cabras leiteiras (Tabela 3), observa-se que nas ocasiões mais quentes houve um incremento da estocagem térmica que estimulou a termólise respiratória e os níveis de T₄ circulante, o que indica uma possível redução da atividade tireoideana em situações de temperatura ambiente mais elevada, umidade do ar e velocidade do vento.

A associação entre temperatura radiante e umidade do ar influenciou mais as reações fisiológicas dos animais do que esses elementos isoladamente, levando a uma possível redução da atividade da tireóide em ocasiões de maior estresse ambiental, traduzidas por TR e FR mais elevadas. Essas reações podem ter causado reflexos negativos à produção de leite, conforme se constata pela correlação negativa (Tabela 3). O comportamento do ECC variou de maneira compatível com o déficit energético verificado, sobretudo

em função do estágio de lactação no qual os animais encontravam-se e as cabras dos grupos genéticos Saanen e *_* Murciana x *_* SPRD apresentaram desempenho semelhante no terço inicial da lactação; no entanto, os animais *_* Murciana x *_* SPRD demonstraram maior adaptabilidade ao ambiente térmico, com menor aquecimento corporal, associado à menor necessidade de redução da taxa metabólica e de acionamento da termólise respiratória. As cabras da raça Alpina Americana demonstraram reações inespecíficas, características de estresse agudo, com menor produção de leite e balanço energético negativo mais severo, mesmo em sistema de confinamento, no qual não se encontravam expostas diretamente às condições climáticas locais.

Conclusões

No terço inicial de lactação animais mestiços leiteiros juntamente com as cabras Saanen, demonstraram maior adaptabilidade, bom desenvolvimento corporal e melhor desempenho lactacional. As cabras Alpinas Americanas mostraram menores respostas adaptativas e produtivas o que evidencia a importância do ambiente térmico na criação desses animais.

Bibliografia

- Ahmed MMM e El Kheir IM (2004). Thermoregulation and water balance as affected by water and food restriction in Sudanese desert goats fed good-quality and poor-quality diets. *Tropical Animal*, 36(2), 191-204.
- Aiura ALO, Aiura FSB e Silva RG (2010). Respostas Termorreguladoras de Cabras Saanen e Pardo Alpina em Ambiente Tropical. *Archivos de Zootecnia*, 59(228), 605-608.
- Buffington DE, Colazzo-Arocho A, Canton GH, Pitt D, Thatcher WW, Collier RJ (1981). Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of ASAE*. 24 (3), 711-714.
- Chadio SE, Menegatos J, Zervas G, Goulas C, Deligeorgis S, Kalogiannis D (2002). Pituitary responsiveness to gonadotropin- and thyrotropin-releasing hormones in goats treated with recombinant bovine somatotropin. *Small Ruminant Research*. 46, 149-157.
- FUNCEME Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2009). Relatório Anual, 124.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2008). Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 de agosto de 2010.
- Machado R, Simplício AA (2001). Avaliação de programas hormonais para a indução e sincronização do estro em caprinos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(1), 171-178.
- Maia MS e Santos LP (2010). Taxa de prenhes em cabras após a inseminação artificial com sêmen fresco. *Revista Centauro*, 1 (1), 10-18.

- Morais DAE F, Lima FRG, Vasconcelos AM, Lima PO, Morais JHG (2008). Manifestação de estro, fertilidade e desempenho reprodutivo de cabras leiteiras de diferentes raças em ambiente quente. *Revista Caatinga*, 21 (2), 62-67.
- Silva RG, Morais DAEF, Guilhermino MM (2007). Evaluation of thermal stress for dairy for dairy cows in tropical region. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1192-1198.
- Silva RG (2007). *Biofísica Ambiental: Os animais e seu ambiente*. Jaboticabal, SP: Editora FUNEP, 1, 300.
- Souza BB, Silva GA, Silva EMN (2012). Uso da termografia de infravermelho na avaliação das respostas fisiológicas e gradientes térmicos de cabras Anglo nubianas. Disponível em <www.farmpoint.com.br>. Acesso em: 26 de Junho de 2012.
- Souza Junior SV, Morais DAE F, Vasconcelos AM, Nery KM, Morais JHG, Guilhermino MM (2008). Características trmorrreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferente épocas do ano em região semiárida. *Revista Científica de Produção Animal*, 10 (2), 127-137.
- Starling JMC, Silva RG, Negrão JA, Maia ASC, Bueno R (2005). Variação estacional dos hormônios tireoidianos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6), 2064-2073.
- Varejão-Silva MA (2001). *Meteorologia e Climatologia*. Brasília: INMET, 532.