

Aspectos da termorregulação de caprinos em ambientes quentes

Juliana Jéssica Ferreira Coelho Silva^a, Leonardo Lelis de Macedo Costa^b

^aGraduada em Ecologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.

^bProfessor Adjunto II, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.

RESUMO No decorrer dos anos a caprinocultura vem demonstrando seu potencial sócio econômico que compreende a todas as suas cadeias de produção, apresentando resultados favoráveis a um rendimento positivo na economia. Os caprinos são classificados como homeotérmicos, onde apresentam mecanismos fisiológicos com o propósito de manter constante sua temperatura corporal entre uma determinada faixa de temperatura ambiente, intitulada zona de termoneutralidade. Neste contexto, esta revisão de literatura visa abordar os aspectos da termorregulação de caprinos quando submetidos a ambientes quentes. Comumente em um ambiente tropical, a temperatura do ar geralmente se aproxima ou ultrapassa a temperatura corporal dos animais, dessa maneira os mecanismos sensíveis de perda de calor tornam-se ineficazes. Nestas condições térmicas adversas os mecanismos evaporativos de termólise são mais eficazes, tornando-os essenciais para que ocorra a regulação térmica por não depender do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera. Esta termólise evaporativa pode ocorrer na superfície corporal e no trato respiratório, mas a evaporação cutânea corresponde a maior parcela de calor dissipado. A evaporação cutânea se torna ainda mais importante se caprinos forem expostos a radiação solar direta, correspondendo a mais que o triplo do valor para caprinos à sombra. Sendo assim, o conhecimento de quais mecanismos termorregulatórios podem ser usados por caprinos e como eles funcionam em ambientes quentes é de fundamental importância para o planejamento de um sistema de produção eficiente, além de fornecer subsídios para uma correta tomada de decisão em possíveis variações bruscas que possam ocorrer no micro ou macroclima em que os animais estão sendo criados.

PALAVRAS-CHAVE: *biometeorologia; evaporação cutânea; pequenos ruminantes; respostas fisiológicas; semiárido*

Recebido 10 de abril de 2018 *Aceito* 16 de abril de 2018 *Publicado online* 17 de abril de 2018

Cite este artigo:

Silva JJFC, Costa LLM (2018) Aspectos da termorregulação de caprinos em ambientes quentes. *Multidisciplinary Reviews* 1: e2018003. DOI: 10.29327/multi.2018003

Aspects of thermoregulation of goats in hot environments

ABSTRACT In the course of the years, goat farming has been demonstrating its socio-economic potential, which encompasses all its production chains, presenting favorable results for a positive economic yield. Goats are classified as homeothermic, where they present physiological mechanisms with the purpose of maintaining constant body temperature inside of a certain ambient temperature range, denominated thermoneutrality zone. In this context, this review aims to address the thermoregulation aspects of goats when submitted to hot environments. Commonly in a tropical environment, the air temperature generally approaches or exceeds the body temperature of the animals, thus the sensible heat loss becomes ineffective. In these adverse thermal conditions, the evaporative heat loss mechanisms are more effective, making them essential for the thermal regulation to occur because it does not depend on the temperature differential between organism and atmosphere. This evaporative thermolysis may occur on the body surface and in the respiratory tract, but the cutaneous evaporation corresponds to the greater portion of heat dissipated. Cutaneous evaporation becomes even more important if goats are exposed to direct solar radiation, which is three times larger the value for shaded goats. Therefore, the knowledge of which thermoregulatory mechanisms can be used by goats and how they work in hot environments is of fundamental importance for the planning of an efficient production system. In addition, providing subsidies for a correct decision making in possible abrupt variations that can occur in the micro or macroclimate in which the animals are being raised.

KEYWORDS: biometeorology; cutaneous evaporation; small ruminants; physiological responses; semi-arid

Introdução

A resistência de animais homeotérmicos que trocam calor com o ambiente de forma contínua, sob altas temperaturas, é dada pela sua capacidade de dissipar o excesso de seu calor corporal para o meio, mantendo a temperatura interna corporal dentro dos limites da homeotermia. (Aiura et al 2010).

Com a predominância de altas temperaturas na região semiárida brasileira, os mecanismos de perda de calor nas formas sensíveis como condução, convecção e radiação se tornam ineficazes (Silva e Starling 2003), fazendo com que, nessas condições, haja a predominância dos mecanismos de perda de calor nas formas latente por meio da sudorese e pela respiração (Cunningham 2004).

De acordo com Abi Saab e Sleiman (1995), a tolerância e adaptação dos animais podem ser determinadas principalmente por medidas fisiológicas, tais como: frequência respiratória e temperatura corporal. Outras variáveis relevantes são a temperatura retal e taxa de sudação (Aiura et al 2010).

Conforme há o aumento da temperatura do ambiente ocorre a intensificação da sudorese e também da frequência respiratória para evitar a acumulação de calor corporal que, por fim, resulta em uma redução no desempenho animal (Ferreira et al 2009). A frequência respiratória pode ser um mecanismo eficiente de perda de calor, porém este meio somente é viável por períodos curtos de tempo, de forma que, se for mantido por várias horas, pode resultar em sérios problemas para os animais, como: interferência na digestão de alimentos e ruminação, geração de mais calor endógeno devido a atividade muscular e, ainda, o desvio de energia que seria utilizada em outros processos metabólicos e produtivos (Souza et al 2005).

Na tentativa de aumentar a produtividade de caprinos em regiões de clima tropical, têm sido importados caprinos de raças exóticas. Entretanto, antes de adquirir determinadas raças deve-se considerar as condições climáticas desta região geográfica, a qual é caracterizada por altas temperaturas, tornando o ambiente estressante aos animais (Santos et al 2005). Variáveis ambientais como temperatura do ar, umidade relativa e radiação solar, interferem na adaptabilidade (Santos et al 2005) e produtividade de caprinos, pois tais variáveis podem provocar alterações nos parâmetros fisiológicos desses animais (Silva et al 2006a; Martins Júnior et al 2007).

Neste contexto, têm-se observado que, nos últimos anos, vários estudos têm sido desenvolvidos na tentativa de quantificar as alterações causadas pelos efeitos do estresse térmico por calor no intuito de minimizar tais efeitos e maximizar a produção animal nos trópicos (Borges e Rocha 2018; Araujo et al 2017; Silva et al 2013). Desta forma, esta revisão de literatura visa abordar os aspectos da termorregulação de caprinos quando submetidos a ambientes quentes.

Importância econômica

No decorrer dos anos a caprinocultura vem demonstrando seu potencial sócio econômico que compreende a todas as suas cadeias de produção, apresentando resultados favoráveis a um rendimento positivo na economia, seja para produtores com maior poder aquisitivo e tecnologias avançadas, como também para os produtores de baixa renda com acesso limitado a informações (Lopes 2008). A caprinocultura é uma excelente alternativa pecuária á bovinocultura que, através da geração de emprego e renda, auxilia na manutenção e subsistência de pequenos produtores rurais, além de trazer consigo a comercialização dos principais produtos oriundos desse tipo de criação, tais como a carne, rica em ferro e proteínas, o leite e a pele, onde esta última é utilizada na produção de roupas e outros acessórios.

Tal atividade, segundo Santos (2001), é de grande importância para a região nordeste do país, especialmente como oferta de proteína animal às populações do meio rural e de baixa renda e da oferta de peles para a indústria.

Temperatura corporal e termorregulação

Os caprinos, da mesma forma que todos os ruminantes, são classificados como homeotérmicos, dessa forma, apresentam mecanismos fisiológicos com o propósito de manter constante sua temperatura corporal entre uma

determinada faixa de temperatura ambiente, intitulada zona de termoneutralidade ou zona de conforto, apresentando uma mínima atividade dos mecanismos de termorregulação (Gomes 2006).

Para que os animais se encontrem em um ambiente térmico ótimo, estes devem estar inseridos na escala de variação de temperatura denominada zona de termoneutralidade (ZT), na qual representa a amplitude de variação da temperatura ambiente onde o indivíduo encontra-se em conforto térmico mantendo uma taxa metabólica mínima, sem que haja a necessidade de realizar nenhum esforço para receber ou eliminar energia térmica. A ZT encontra-se entre a temperatura crítica inferior (TCIn) e a temperatura crítica superior (TCS). Ao se encontrar na TCIn haverá a necessidade de reposição do calor desprendido do corpo para o meio, de forma que os mecanismos de termogênese irão acelerar o metabolismo do animal para que possa suportar o estresse causado pelo frio.

Já na TCS, o organismo reage ao estresse por calor, porém o metabolismo já se encontra no nível mínimo, não podendo reduzir ainda mais. Ao se ultrapassar a zona que limita da homeotermia, a partir da temperatura inferior (TI), o esforço realizado pelo organismo para evitar a perda de energia térmica já não é mais satisfatório, incapaz de resistir a hipotermia, o caso agrava-se cada vez mais até o limite de sobrevivência, quando a temperatura superior (TS) ao ser ultrapassada, os mecanismos de dissipação de calor já não são mais suficientes e em consequência ocorre hipertermia progressiva até ser atingido o limite de sobrevivência do organismo (Figura 1) (IUPS Thermal Commission 2003; Silva 2008).

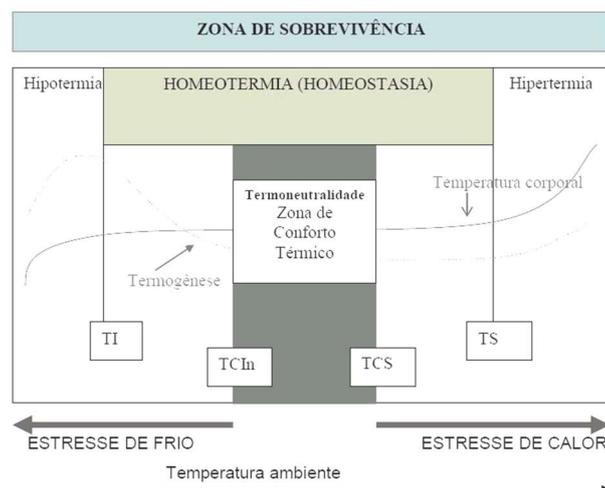


Figura 1. Variação da temperatura corporal e a produção de calor metabólico (termogênese) em função da temperatura ambiente.

Respostas fisiológicas

A habilidade dos animais para adaptar-se a um determinado ambiente vai depender de um conjunto de ajustes fisiológicos (Moraes 2010). A conservação da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre energia térmica produzida e a desprendida para o meio (Silva et al 2006b). Uma das maneiras mais práticas de determinar esta variável é por meio da temperatura retal que, de acordo com Baccari Júnior et al (1996), pode variar de 38,5 °C a 40,0 °C em caprinos adultos em seu estado de repouso. A elevação da temperatura retal significa que o animal pode estar estocando a energia térmica e se esta não for dissipada, o estresse calórico logo será manifestado (Souza et al 2005).

De acordo com a literatura os parâmetros mais utilizados para avaliar a tolerância ao estresse pelo calor são a temperatura retal e a frequência respiratória. No entanto, outros parâmetros, tais como características morfológicas do pelame, características hematológicas, além dos testes de adaptabilidade e tolerância ao calor, também vêm sendo estudados para a avaliação do estresse térmico (Moraes 2010).

Trocas térmicas em climas quentes

Os mamíferos são denominados animais endotérmicos, pois a maior parte do calor corporal é gerado internamente pelos seus processos metabólicos. Animais endotérmicos e homeotérmicos mantêm o sistema nervoso numa temperatura equilibrada, favorecendo assim a estabilidade das suas funções. Devido à variação de sua temperatura interna ser independente das variações externas de temperatura, estes animais facilmente se aclimatam a uma grande variedade de ambientes climáticos (Silva 2008).

Nas trocas térmicas o calor sempre fluirá de um meio de maior temperatura para o de menor temperatura. Dessa forma, um animal pode dissipar calor para o meio apenas se este estiver a uma temperatura mais baixa que a sua, caso contrário, o animal estará ganhando energia térmica (Oliveira 2007). A relação entre os animais e o meio externo, segundo Silva (2000), é dada através dos processos físicos de trocas térmicas por meio da condução, convecção, radiação e evaporação. Os três primeiros componentes, métodos não-evaporativos, estão ligados às trocas térmicas secas, onde a energia térmica é dissipada por meio desse processo denominado de calor sensível (Oliveira 2007) que ocorre em função das diferenças de temperatura entre o corpo do animal e o ambiente. Desta forma, para tornar esses mecanismos eficientes é fundamental que haja um gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente (Silva 2000).

Por sua grande capacidade de adaptação a regiões que compreendem os climas árido e semiárido, os caprinos normalmente são associados a ambientes adversos (Gomes 2006). Um dos aspectos mais importantes da relação entre animais e o meio ambiente é a troca de energia térmica, envolvendo processos que, em sua maior parte, atinge as características fisiológicas, morfológicas e comportamentais dos animais (Silva 2008).

Comumente em um ambiente tropical, a temperatura do ar geralmente se aproxima ou ultrapassa a temperatura corporal dos animais, dessa maneira os mecanismos sensíveis de perda de calor tornam-se ineficazes, tornando os mecanismos evaporativos de termólise mais eficazes, tornando-os essenciais para que ocorra a regulação térmica por não depender do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera (Silva 2000).

Em relação ao o fluxo de calor sensível por condução é desprezível para a maioria dos animais terrestres, devido a esses animais manterem o contato físico entre as superfícies do corpo e as do ambiente bem limitado, com exceção aos casos em quem os animais se encontram deitados sobre o solo (Silva 2008).

Mecanismos evaporativos

Ainda que o pelame possa constituir como uma barreira para a perda de água, faz-se necessário que os animais que habitam ambientes tropicais mantenham uma produção de suor concebível, propiciando um resfriamento corporal que seja vantajoso a sua termorregulação. Em tais ambientes, a perda de calor não-evaporativo é diminuída pela diminuição do gradiente térmico ocasionado pela elevação da temperatura ambiental e, em certas ocasiões, tornando-se uma via de ganho de calor, quando a temperatura ambiental é maior que a da superfície corporal (Oliveira 2007).

O estresse térmico por calor causado por elevados níveis de radiação solar torna a perda de calor latente na superfície corporal, através da sudação, como um fundamental mecanismo termorregulatório (Silva et al 2013).

Já a evaporação no trato respiratório, é importante ressaltar fatores como, a temperatura do núcleo central corporal, o volume respiratório corrente de ar expirado, além da umidade do ar inspirado. Para a superfície corporal, os principais fatores são a temperatura da superfície corporal, movimentação e umidade do ar, taxa de transferência de água do interior do corpo para a superfície corporal e as características morfológicas do pelame (Silva 2000).

Evaporação cutânea em ambiente semiárido

Silva et al (2013) estudou caprinos da raça Canindé em ambiente semiárido, submetendo-os à radiação solar direta e fornecendo sombreamento. Os animais apresentaram maior perda de calor por evaporação cutânea quando expostos a radiação solar direta (69 W/m^2). O mesmo ocorreu para caprinos sem padrão racial definido em ambiente equatorial semiárido estudados por Costa et al. (2013), onde os animais expostos ao sol ($74,4 \text{ W/m}^2$) apresentaram maior evaporação cutânea quando comparados com os animais a sombra ($45,5 \text{ W/m}^2$). Costa (2010) encontrou um valor médio de 57 W/m^2 em caprinos mantidos na sombra. Com base nestes resultados é visto que o excesso de energia

térmica oriunda da radiação solar direta levou os caprinos da raça Canindé a estarem condições de estresse térmico, de forma que estes tiveram que ativar os mecanismos evaporativos necessários para tentar reverter esta condição térmica desfavorável (Silva et al 2013).

Tabela 1. Médias da perda de calor por evaporação cutânea (EC, W/m²) de caprinos da raça Canindé em ambiente semiárido.

Fator	EC (W/m ²)
Média Geral	37,59±1,8
Ambiente	
Sombra	22,81±1,7 ^b
Sol	69,05±2,5 ^a
Regiões corporais	
Pescoço	51,26±2,5 ^a
Flanco	40,91±2,6 ^b
Coxa	45,63±2,5 ^{ab}

^{a,b}Médias seguidas da mesma letra, para o mesmo fator, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,01).

Fonte: Silva et al (2013)

A perda de calor por evaporação cutânea também pode apresentar diferenças nas regiões corporais. Silva et al (2013) não verificou diferença significativa entre a região do flanco e coxa, porém, o pescoço apresentou uma diferença estatística significativa em relação ao flanco (P> 0,01), sendo a região do pescoço a área do corpo que apresentou a maior média 51,26 W/m². Tais resultados mostraram-se similares aos encontrados por Costa et al (2013) onde a região do pescoço de caprinos sem padrão racial definido nas mesmas condições ambientais do presente estudo apresentou valor médio de 55,3 W/m². Os mesmos autores observaram que a região corporal que apresentou o maior foi a coxa, a qual não diferiu significativamente do flanco (62,98 e 61,89 W/m², respectivamente). Foi verificado ainda que esta última região possuía uma grande quantidade de glândulas sudoríparas por cm². Em meio a essa informação é possível sugerir que o grande número de glândulas sudoríparas encontradas nesta região pode contribuir para uma maior perda de calor por evaporação ao serem ativadas quando expostas a radiação solar.

Considerações Finais

O conhecimento de quais mecanismos termorregulatórios podem ser usados por caprinos e como eles funcionam em ambientes quentes é de fundamental importância para o planejamento de um sistema de produção eficiente. Além disto, pode fornecer subsídios para uma correta tomada de decisão em possíveis variações bruscas que possam ocorrer no micro ou macroclima em que os animais estão sendo criados. Adicionalmente, caprinos apresentam uma perda de calor por evaporação cutânea três vezes mais elevada quando expostos a radiação solar direta.

Referências

Abi Saab S, Sleiman FT (1995) Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. *Small Ruminant Research* 16:55-59.

Aiura ALO, Aiura FS, Silva RG (2010) Respostas termorreguladoras de cabras Saanen e pardo alpina em ambiente tropical. *Archivos de Zootecnia* 59:605-608.

Araujo TGP, Furtado DA, Nascimento JWB, Medeiros NA, Lopes Neto JP (2017) Thermoregulatory responses and adaptability of Anglo-nubian goats maintained in thermoneutral temperature and under heat stress. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* 5:106-111.

Baccari Junior F, Gonçalves HC, Muniz LMR, Polastre R, Head HH (1996) Milk production, serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen-native goats during thermal stress. *Veterinária e Zootecnia* 8:9-14.

-
- Borges LS, Rocha FSB (2018) Simple physiological indicators of young goats bred in extensive system. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* 6:48-51.
- Costa LLM (2010) Termorregulação da bolsa escrotal associada à qualidade do sêmen de caprinos na região Semi-Árida. Dissertação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido.
- Costa CCM, Maia AS, Neto JD, Oliveira SE, de Queiroz JPAF (2013) Latent heat loss and sweat gland histology of male goats in an equatorial semi-arid environment. *International Journal of Biometeorology*. doi: 10.1007/s00484-013-0642-2.
- Cunningham JG (2004) Tratado de fisiologia veterinária. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Ferreira F, Campos WE, Carvalho AU, Pires, MFA, Martinez ML, Silva MVGB, Verneque RS, Silva PF (2009) Taxa de sudação e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 61:763-768.
- Gomes CAV (2006) Efeito do ambiente e de níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. Dissertação, Universidade Federal da Paraíba.
- IUPS (2003) Thermal Commission. Glossary of terms for thermal physiology. *Journal of Thermal Biology* 28:75-106.
- Lopes FC (2008) Perfil produtivo e sanitário da caprinocultura leiteira na microrregião de Mossoró-RN. Dissertação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido.
- Martins Júnior LM, Costa APR, Ribeiro DMM, Turco SHN, Muratori MCS (2007) Respostas fisiológicas de caprinos Bôer e Anglo-Nubiana em condições climáticas de meio-norte do Brasil. *Revista Caatinga* 20:01-07.
- Moraes JB (2010) Termorregulação e adaptabilidade climática de caprinos no semiárido piauiense. Dissertação, Universidade Federal do Piauí.
- Oliveira AL (2007) Mecanismos termorreguladores de cabras da raça Saanen. Tese, Universidade Estadual Paulista.
- Santos RL (2001) Diagnóstico da cadeia produtiva da caprinocultura de corte no estado da Bahia. Monografia (Especialização), Faculdade São Francisco de Barreiras.
- Silva RG (2000) Introdução à bioclimatologia animal. Nobel, São Paulo.
- Silva RG, Starling JMC (2003) Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32:1956- 1961.
- Silva EMN, Souza BB, Silva GA, Cezar MF, Souza WH, Benício TMA, Freitas MMS (2006a) Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi- arido paraibano. *Ciência e Agrotecnologia* 30:516-521.
- Silva GA, Souza BB, Alfaro CEP, Silva EMN, Azevedo AS, Azevedo Neto J, Silva RMN (2006b) Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semi-árido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental* 10:903-909.
- Silva RG (2008) Biofísica ambiental: os animais e seu ambiente. Funep, Jaboticabal.
- Silva JJFC, Torquato JL, Sá Filho GF, Souza Jr JBF, Costa LLM (2013) Evaporação cutânea e respostas fisiológicas de caprinos Canindé em ambiente equatorial semiárido. *Journal Animal Behaviour and Biometeorology*. 6:13-16.
- Souza ED, Souza BB, Souza WH, Cezar MF, Santos JRS, Tavares GP (2005) Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no Semi-árido. *Ciência e Agrotecnologia* 29:177-184.
-