

Impacto do estresse térmico sobre a fisiologia, reprodução e produção de caprinos

Impact of heat stress on the physiology, reproduction and production of goats

Priscila Teixeira de Souza^{1*} Maria Gorete Flores Salles^{II} Airton Alencar de Araújo^I

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

RESUMO

Apesar dos caprinos serem considerados animais rústicos, do ponto de vista bioclimático, a associação entre elevadas temperaturas, umidade e radiação solar pode acarretar alterações fisiológicas, hematológicas, hormonais, reprodutivas e produtivas. Portanto, informações que possam esclarecer o impacto do estresse térmico sobre a eficiência desses aspectos em caprinos, analisando o ambiente em que estão inseridos, e como se comportam frente às adversidades impostas pelo clima, darão uma grande contribuição para a caprinocultura e o fortalecimento de sua cadeia produtiva. Assim, para aumentar a produtividade nas regiões tropicais, deve ser ressaltada a criação de raças que apresentem maior potencial genético de adaptabilidade para uma condição climática adversa, sendo capazes de sobreviver, reproduzir e produzir em situações de estresse térmico.

Palavras-chave: adaptabilidade, clima tropical, parâmetros fisiológicos, cortisol, caprinos.

ABSTRACT

Even though goats are considered rustic animals, regarding the bioclimatic aspect, the association of high temperature, humidity and solar radiation may cause physiological, hematological, hormonal, reproductive and productive changes. Therefore, information explaining the impact of heat stress on the efficiency of these aspects on goats by analyzing the surrounding environment and how these animals behave themselves before the adversities imposed by the climate, will give a great contribution to goat breeding and the strengthening of this productive chain. Thus, to increase the productivity in tropical regions, the breed of animals

presenting a major genetic potential of adaptability to adverse climatic conditions must be emphasized breeds that may be able to survive, reproduce and produce efficiently in a situation of heat stress.

Key words: adaptability, tropical climate, physiological parameters, cortisol, goat.

INTRODUÇÃO

A criação de caprinos é bastante difundida no mundo, sendo criados nas mais diversas regiões, muitas vezes, em situações inóspitas, tanto nutricionais como ambientais. Essas condições de criação geralmente prejudicam a eficiência produtiva e reprodutiva dos animais (BEZERRA et al., 2008).

O clima é um dos componentes ambientais que exerce efeito mais pronunciado sobre o bem-estar animal e, por consequência, sobre a produção e produtividade. É considerado, portanto, fator regulador ou mesmo limitador da exploração animal para fins econômicos (PEREIRA, 2005).

A produção animal nos trópicos, independente da espécie, é limitada principalmente pelo estresse térmico (SOUZA et al., 2005). Com o advento do aquecimento global, têm se observado mudanças climáticas drásticas, resultando em aumento da temperatura ambiente e diminuição das chuvas em

^IPrograma de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará (UECE), Av Paranjana, 1700, Campus do Itaperi, 60740-000, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: priscilatsvet@yahoo.com.br. *Autor para correspondência.

^{II}Lar Antônio de Pádua, Fortaleza, CE, Brasil.

diferentes regiões do mundo, expondo cada vez mais espécies e raças de animais a uma condição estressante.

O estresse térmico, resultante de altas temperaturas ambientais associadas a uma elevada umidade do ar, além de acarretar mudanças nas reações fisiológicas e comportamentais dos animais (SILVA, et al., 2006; MEDEIROS et al., 2008), também desencadeia redução na ingestão e eficiência alimentar (SILANIKOVE, 2000), no crescimento, na reprodução e produção de leite (BRASIL et al., 2000), alterações hematológicas (ROBERTO et al., 2010), bem como alteração aguda e crônica nas concentrações plasmáticas de cortisol e hormônios tireoideanos (COELHO et al., 2008).

Nesse contexto, esta revisão visa a fornecer informações que possam esclarecer o impacto do estresse térmico sobre a eficiência reprodutiva e produtiva de caprinos, contribuindo para o fortalecimento da caprinocultura.

Estresse térmico

Um ambiente é considerado confortável quando o animal está em equilíbrio térmico com ele, ou seja, o calor produzido (termogênese) pelo metabolismo animal é perdido (termólise) para o meio ambiente sem prejuízo apreciável ao seu rendimento. Quando isso não ocorre, caracteriza-se estresse por calor e o uso de artifícios capazes de manter o equilíbrio térmico entre o animal e o ambiente faz-se necessário (PIRES & CAMPOS, 2009).

Um ambiente estressante provoca várias respostas, dependendo da capacidade do animal para adaptar-se. Em determinadas situações ambientais, o animal pode manter todas as suas funções vitais (manutenção, reprodução e produção) e, em outras, estabelece prioridades. É importante mencionar que a função vital prioritária do animal é a manutenção (sobrevivência). Mas tanto a manutenção quanto a reprodução e a produção vão sendo suprimidas à medida que o ambiente torna-se mais severo (MULLER, 1989).

Os animais para terem máxima produtividade dependem de uma faixa de temperatura adequada, também chamada de zona de conforto térmico ou zona de termoneutralidade, em que não há gasto de energia ou atividade metabólica para aquecer ou esfriar o corpo (BAETA & SOUZA, 1997). Para SILANIKOVE (2000), o conceito mais apropriado de zona de termoneutralidade é aquele que descreve a inter-relação entre animal e ambiente.

A zona de conforto térmico é limitada pela temperatura mínima inferior, ou seja, pela temperatura ambiental abaixo da qual o animal aciona seus mecanismos termorregulatórios no sentido de produzir

calor para balancear a dissipação de calor para o ambiente frio, e pela temperatura máxima superior, que é a temperatura ambiente acima da qual ocorre a termorregulação no sentido de auxiliar o animal na dissipação de calor corporal para o ambiente (SAMPAIO et al., 2004). Quando a temperatura ambiente ultrapassa esses limites, ocorre redução gradativa na eficiência dos processos de ganho e perda de calor, e o animal entra em estresse pelo frio ou calor, respectivamente (SILANIKOVE, 2000).

Efeito do estresse térmico sobre caprinos

Parâmetros fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos de temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura superficial da pele (TS) e frequência cardíaca (FC) sofrem influência do turno do dia, uma vez que à tarde a temperatura do ar (TA) é geralmente bem mais elevada que durante a manhã, promovendo uma elevação dessas variáveis fisiológicas (SILVA et al., 2006; MEDEIROS et al., 2008; SOUZA et al., 2008; SILVA, E. et al., 2010). Segundo MEDEIROS et al. (2007), nos animais que são normalmente ativos durante o dia, há uma variação da temperatura retal que é mínima pela manhã e máxima no período da tarde. Tal fato faz com que a temperatura do ar à tarde venha a ser a origem da temperatura retal elevada dos animais nos trópicos, principalmente na estação seca.

De acordo com REECE (1996), a temperatura retal normal em caprinos oscila de 38,5 a 39,7°C, enquanto, segundo MEDEIROS et al. (2007), a temperatura corporal média em caprinos dita normal é de 39°C, observada comumente em zona de termoneutralidade. Quando ocorre uma elevação acentuada na temperatura do ar, os mecanismos termorregulatórios são acionados, aumentando a perda de calor na forma insensível através da sudorese e respiração (SILVA, E. et al., 2010).

SILVA et al. (2006), avaliando caprinos no semiárido paraibano, relataram um aumento da TR, FR e TS de 38,9°C, 30,3 mov.min⁻¹ e 29,5°C no turno da manhã, para 39,3°C, 49,5 mov.min⁻¹ e 33,3°C no turno da tarde, respectivamente. Esse resultado coincidiu com variação da temperatura de bulbo seco (TBS) e índice de temperatura e umidade (ITU) entre os turnos da manhã (TBS=30,03°C e ITU=78,23) e tarde (TBS=35,71 e ITU=83,52). O redirecionamento do fluxo sanguíneo para a superfície corporal e a vasodilatação, aumentado a temperatura da pele, facilita a dissipação de calor por mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação). Quando a temperatura do ar se eleva, o gradiente térmico entre a superfície do corpo e o meio decresce, dificultando a dissipação de calor,

tendo o animal que lançar mão de mecanismos evaporativos (sudorese e/ou frequência respiratória) para perder calor (SOUZA et al., 2008).

A frequência respiratória para caprinos é considerada normal quando apresenta valor médio de 15 movimentos respiratórios por minuto, podendo esses valores, variarem entre 12 e 25 mov min⁻¹ (REECE, 1996). Os animais utilizam o aumento da frequência respiratória como uma forma de manter a temperatura corporal dentro do patamar fisiológico, por meio da evapotranspiração pulmonar (MARTINS JÚNIOR et al., 2007). A frequência respiratória elevada pode ser uma maneira eficiente de perder calor por curtos períodos, mas caso seja mantida por várias horas, poderá resultar em sérios problemas para os animais. A respiração acelerada e contínua pode interferir na ingestão de alimentos e na ruminação, assim como, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia, que poderia estar sendo utilizada em outros processos metabólicos e produtivos (SOUZA et al., 2005).

A frequência cardíaca é influenciada pela espécie, raça, idade, trabalho muscular e temperatura do ar (KOLB, 1987). MEDEIROS et al. (2007), analisando o efeito da idade e da cor do pelame sobre as características fisiológicas de caprinos sem padrão racial definido, à sombra, verificaram efeito do turno nos batimentos cardíacos, sendo mais elevado no período da tarde. Para AL-TAMIMI (2007), o aumento da frequência cardíaca pode ser atribuído a duas causas potenciais. Primeiro, devido ao aumento da atividade muscular para controlar o aumento simultâneo da frequência respiratória; segundo, porque ocorre uma redução na resistência vascular periférica que promove uma maior perfusão sanguínea para dissipar calor através da pele.

Parâmetros hematológicos

O sangue faz a comunicação entre sistemas, garantindo-lhes equilíbrio hídrico e osmótico, mantendo o equilíbrio ácido-básico e a regulação térmica (RIBEIRO et al., 2008). Uma vez que está diretamente envolvido nos mecanismos de perda de calor, a avaliação dos constituintes sanguíneos pode ser utilizada para estimar a capacidade adaptativa de diferentes espécies e raças de animais (MEYER & HARVEY, 1998). O hemograma fornece várias informações sobre o estado de saúde dos animais, servindo também, de forma consistente, como indicador de estresse térmico, devido a variações quantitativas dos componentes do sangue (ROBERTO et al., 2010). Frente a essas variações, vários fatores devem ser considerados como espécie, raça, sexo,

idade, estado fisiológico e hora do dia (JAIN, 1993), bem como, animais criados sob diferentes condições climáticas e de manejo (ROBERTO et al., 2010).

Os eritrócitos são responsáveis por transportar o oxigênio que está ligado à hemoglobina por todo o organismo, sofrendo influência do ambiente externo. Quanto maior o número de eritrócitos, maior a capacidade de oxigenação dos tecidos (REECE, 1996). Durante o esforço físico, a circulação e consumo do oxigênio aumentam, verificando-se também elevação do valor da hemoglobina. Portanto, espera-se que animais estressados termicamente, com maior frequência respiratória, apresentem valores superiores deste parâmetro (NUNES et al., 2002). Além disso, a alimentação deficiente, comumente observada em animais sob estresse térmico, reduz a neoformação de eritrócitos. Como a hemoglobina representa aproximadamente 92% dos componentes dos eritrócitos, ocorre também redução desta (KOLB, 1987).

Quanto ao hematócrito, este pode aumentar em função de uma desidratação, resultante da perda de líquidos por mecanismos evaporativos de dissipação de calor, como respiração e sudorese. Pode, ainda, diminuir em função de anemias, hemólise, prenhez avançada e estresse térmico de longa duração, em que o número de hemácias, o teor de hemoglobina e a contagem global de leucócitos estão diminuídos (LEE et al., 1974).

Perfil hormonal – Cortisol

A ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal com conseqüente aumento das concentrações plasmáticas de cortisol é a resposta mais proeminente do animal a condições estressantes. A secreção de cortisol estimula ajustes fisiológicos, que permitem ao animal tolerar o estresse causado por um ambiente quente (SILANIKOVE, 2000).

Concentrações plasmáticas de cortisol de cabras de uma raça indiana em lactação e seus cruzamentos foram mais elevadas no mês de temperatura mais elevada, sugerindo que o estresse pelo calor pode influir nas concentrações de cortisol (LUDRI & SARMA, 1985). Machos da raça Saanen em clima tropical apresentaram níveis de cortisol mais elevado no período do ano em que foram registradas maiores temperaturas do ar, com um índice de temperatura e umidade de emergência (SALLES, 2010).

KAUSHISH et al. (1987) relataram que o aumento no nível de cortisol durante o estresse térmico foi significativo em caprinos, sendo que os níveis sanguíneos são mais elevados após estresse térmico agudo, em comparação a animais que vivem em situação de estresse térmico crônico. Em contrapartida, severo

estresse crônico pode resultar em períodos de altas concentrações de cortisol, diminuindo a aptidão individual por causar imunossupressão e atrofia dos tecidos de defesa do organismo, além de reduzir a energia disponível para o sistema imune, aumentando a suscetibilidade dos animais às doenças infecciosas (AL-BUSAIDI et al., 2008).

Perfil hormonal – T₃ e T₄

Entre as mudanças endócrinas importantes por ocasião do estresse, pode-se destacar também, a diminuição na atividade do eixo hipotálamo-hipófise-tireóide, com redução das concentrações de hormônios tireoideanos, tetraiodotironina ou tiroxina (T₄) e 3,3', 5,5'-triiodotironina (T₃) (REECE, 1996). HELAL et al. (2010) observaram hipotireoidismo em cabras Balady e Damascus criadas no Nordeste do Egito, decorrente da redução na concentração de T₃ e T₄ induzida por estresse térmico.

Esses hormônios apresentam como efeito global o aumento do metabolismo basal, disponibilizando mais glicose para as células, estimulando a síntese de proteínas, as funções cardíacas e neuronais. Verifica-se ainda um importante papel dos hormônios tireoideanos no controle da produção de calor em animais homeotérmicos, uma vez que elevam o consumo de oxigênio dos tecidos, resultando em aumento da produção de calor (efeito calorigênico) (McNABB, 1995).

Em um estudo realizado por COELHO et al. (2008), tanto os machos da raça Alpina como Saanen, estando sob estresse térmico ou termoneutralidade, não apresentaram alterações nos níveis de T₄, sendo verificada uma diminuição nas concentrações de T₃ nos animais estressados. SALLES (2010), trabalhando com reprodutores Saanen, criados intensivamente em clima tropical, também não verificou variações nas concentrações de T₄ em diferentes épocas do ano, no entanto, observou-se uma diminuição do T₃ no período do ano de maior desconforto térmico, quando o índice de temperatura e umidade foi igual a 86.

Esses resultados podem ser explicados pelo seguinte fato: o T₄ é enzimaticamente deiodado na membrana celular dos tecidos periféricos para produzir T₃, que é o hormônio com maior atividade biológica (McNABB, 1995). Uma vez que animais sob estresse térmico precisam diminuir o metabolismo, com o objetivo de reduzir o calor produzido, a deiodação periférica do T₄ em T₃ tende a cair. Dessa forma, a concentração plasmática de triiodotironina será menor em ambientes quentes (TODINI et al., 2007). Além disso, o T₄ apresenta meia-vida de 6 a 7 dias, enquanto o T₃ de 24 horas, sendo, portanto, percebidas mais

facilmente, alterações nas concentrações periféricas de triiodotironina (REECE, 1996).

COELHO et al. (2008), avaliando caprinos sob estresse térmico em câmaras bioclimáticas, verificaram que, no início do tratamento, os animais estressados reduziram as concentrações médias dos hormônios tireoideanos. Contudo, durante os terceiro, quarto e quinto dias de tratamento, os níveis hormonais foram semelhantes para animais termoneutros e estressados, sugerindo uma adaptação dos animais às condições ambientais.

Segundo NASCIMENTO (1994), há necessidade de se diferenciarem os efeitos de longa e curta duração do estresse pelo calor sobre os níveis circulantes de T₃ e T₄ em ruminantes, uma vez que a adaptação ao estresse crônico acarreta mudanças endócrinas, que podem ser diferentes daquelas condicionadas pelo estresse momentâneo.

Reprodução da fêmea caprina

A eficiência produtiva da pecuária leiteira é, em parte, determinada pela eficiência reprodutiva (SOARES FILHO et al., 2001). O fotoperíodo e a temperatura do ar são fatores principais de interferência na reprodução de caprinos (CHEMINEAU et al., 1993), bem como a precipitação pluviométrica e disponibilidade de alimentos (LIMA, 1996). Em condições tropicais, a fisiologia reprodutiva das fêmeas torna-se muito mais influenciada pela disponibilidade e qualidade dos alimentos e pela temperatura ambiente (RIVERA et al., 2003).

Segundo EMESIH et al. (1995), a fertilidade é menor em situações de estresse térmico. Esta redução é de natureza multifatorial, visto que a hipertermia, causada pelo colapso dos mecanismos termorreguladores, altera e inviabiliza as funções celulares de várias partes e/ou tecidos do sistema reprodutivo (PEREIRA, 2005). No entanto, existem poucos relatos quanto à descrição dos efeitos climáticos sobre as alterações funcionais específicas dos órgãos reprodutivos em fêmeas caprinas (OZAWA et al., 2005).

Animais estressados termicamente apresentam alterações nas reações fisiológicas e comportamentais ligadas ao estro, como consequência de alterações agudas e crônicas nas concentrações plasmáticas de estradiol e progesterona (URIBE-VELÁSQUEZ et al., 2001). Esse fato acarreta mudanças na duração do ciclo estral e diminuição da intensidade do estro, devido às falhas em sua detecção (JORDAN, 2003).

URIBE-VELÁSQUEZ et al. (2001), com o objetivo de avaliarem os efeitos do estresse térmico

nas concentrações plasmáticas de estradiol e progesterona de cabras Alpinas em lactação, constataram diminuição significativa da secreção plasmática de estradiol e elevação de progesterona quando em estresse térmico, coincidindo com maior temperatura retal das fêmeas. OZAWA et al. (2005) verificaram, em fêmeas caprinas expostas a uma condição de estresse térmico (36°C de temperatura ambiente e 70% de umidade relativa) durante o recrutamento folicular, redução significativa na concentração de estradiol, na atividade da enzima aromatase e nos receptores de LH dos folículos, quando comparadas com as fêmeas do tratamento controle.

No tocante à gestação, sabe-se que sua duração é geneticamente estabelecida para cada espécie, mas pode ser influenciada por diversos fatores e por suas interações (SIMPLÍCIO et al., 1990). O estresse térmico materno, durante o período crítico de reconhecimento da gestação, reduz a eficiência reprodutiva em animais, influenciando no desenvolvimento do conceito (EMESIH et al., 1995).

Cabras cíclicas, que foram submetidas a uma condição climática estressante (37°C de temperatura ambiente e 35% de umidade relativa) a partir do 8º até o 17º dia de gestação, apresentaram aumento da concentração plasmática de prostaglandina $F_{2\alpha}$. A secreção uterina de prostaglandina aumentada influencia na função do corpo lúteo, podendo ocorrer até mesmo luteólise precoce e, conseqüentemente, a morte do embrião (EMESIH et al., 1995).

SILVA, S. et al. (2010), visando a avaliar os efeitos das condições reprodutivas (pluríparas ou nulíparas) e climáticas (período seco ou chuvoso) sobre o número e qualidade de embriões colhidos de cabras da raça Boer superovuladas, verificaram que o número médio de estruturas e de embriões viáveis, classificados como G1, recuperados de doadoras nulíparas foi maior no período chuvoso que no período seco, não sendo observada diferença nas doadoras pluríparas. O fato observado com as pluríparas, segundo os autores, deve-se à adaptabilidade ao clima adquirida pelas fêmeas mais velhas.

Reprodução do macho caprino

O estresse provocado pelas elevadas temperaturas ambientais também interfere na função reprodutiva do macho caprino (SILVA et al., 2005). A temperatura ambiente é o fator de maior importância na espermatogênese dos machos de qualquer espécie e, quando muito elevada (da ordem de 34,5°C), é prejudicial tanto às etapas de formação dos espermatozoides como àqueles elementos já formados e em trânsito pelo epidídimo (MIES FILHO, 1987).

Em regiões áridas e semiáridas, uma particularidade dos caprinos adaptados é a bipartição do escroto. Esta característica aumenta a superfície de troca de calor com o meio, auxiliando o mecanismo termorregulatório no controle da temperatura intratesticular (SALVIANO & SOUZA, 2008). Logo, esta conformação escrotal tem grande influência sobre as características físicas e morfológicas do sêmen de caprinos. O período chuvoso determina melhor produção espermática (VIEIRA et al., 2008; SALLES, 2010), enquanto no período seco é recomendado usar animais que apresentem escroto com divisão externa maior que 50% do comprimento testicular (VIEIRA et al., 2008).

SILVA et al. (2005) observaram menor concentração espermática em caprinos durante a época mais quente do ano no semiárido paraibano. SALLES (2010) mostrou que os elementos climáticos tiveram influência sobre os parâmetros reprodutivos de machos caprinos, principalmente no período seco, no qual a temperatura ambiente mais elevada diminuiu a qualidade seminal, decorrente de uma redução da porcentagem de espermatozoides móveis e aumento das patologias espermáticas. Para NUNES (1988), os parâmetros quantitativos do sêmen apresentam melhores resultados no período do ano com temperaturas ambientais mais amenas.

Do ponto de vista endócrino, a testosterona é o hormônio que regula a espermatogênese, a expressão dos caracteres sexuais secundários e o comportamento sexual (TODINI et al., 2007). Resultados de COELHO et al. (2008) mostraram que bodes submetidos ao estresse térmico não tiveram variação na concentração de testosterona. Entretanto, SALLES (2010) relatou aumento nos níveis de testosterona no período do ano de maior desconforto térmico.

Ainda existem discrepâncias na literatura quanto à alteração na concentração de testosterona no macho, tanto em caprinos quanto em outras espécies, em condições tropicais. Portanto, esse parâmetro deve ser utilizado com cautela como indicativo de estresse térmico, visto que machos cujas características quantitativas do ejaculado foram afetadas negativamente pela elevação da temperatura não apresentaram qualquer alteração hormonal (COELHO et al., 2008).

Produção de leite

A caprinocultura leiteira vem se desenvolvendo no Brasil e tem se mostrado uma atividade promissora, devido à iniciativa de alguns criadores dotados de maior visão empresarial (PIMENTA FILHO et al., 2004).

A produção e a qualidade do leite de cabra estão diretamente relacionadas ao tipo e à qualidade da dieta dos animais, à raça, ao período de lactação, ao clima e à ação combinada desses fatores, nas condições ambientais de cada país ou região (ZAMBOM et al., 2005). Segundo NUNES et al. (2003), os efeitos das variáveis climáticas sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos são importantes na avaliação de cabras leiteiras em produção.

A produção leiteira pode ser consideravelmente prejudicada pelo estresse térmico. Os animais em lactação possuem taxa metabólica mais elevada e, portanto, mostram-se mais sensíveis ao calor. Quanto maior a produção de leite, maior quantidade de nutrientes são requeridos, aumentando o consumo de alimento e a produção de calor metabólico, resultando em dificuldade na manutenção do equilíbrio térmico dos animais em condições tropicais (BRASIL et al., 2000). Além disso, em se tratando de animais de aptidão leiteira, a produção de calor pelo organismo tende a ser maior que em animais produtores de carne, devido à intensa síntese do leite (BERBIGIER, 1988).

BRASIL et al. (2000), com o objetivo de avaliarem o efeito do estresse térmico sobre a produção e composição química do leite de cabras Alpina, relataram uma menor produção de leite, com menores teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais das cabras submetidas a ambiente estressante (0,96kg de leite), quando comparado com cabras sob termoneutralidade (1,02kg de leite). Essa queda na produção de leite e na concentração de seus componentes nos animais estressados é explicada pela diminuição na ingestão de nutrientes, uma vez que estes consumiram 62,55% menos feno durante o dia e 15,98% menos durante a noite. Além disso, a utilização de mecanismos termorreguladores pelos animais estressados, traduzido pelo aumento da frequência respiratória (126,9mov.min⁻¹), desviou a energia da dieta (BRASIL et al., 2000).

Em outro estudo com caprinos das raças Saanen, Anglo-Nubiana e Alpina, foram observadas menor produção de leite e menor concentração de alguns de seus componentes (gordura e sólidos totais) nos animais criados em clima tropical, comparados aos criados em clima temperado, devido à temperatura do ar elevada e à dieta inadequada (JUARÉZ, 1986).

Em ambientes de temperatura elevada, quando a termogênese é maior que a termólise pelos animais, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimento e o metabolismo (SOUZA et al., 2008). A redução na ingestão de alimentos diminui os nutrientes e energia líquida disponível para produção de leite (BRASIL et al., 2000).

CONCLUSÃO

Apesar de os caprinos serem considerados animais de maior rusticidade que outros ruminantes, o prejuízo verificado no desempenho produtivo de algumas raças exóticas em condições tropicais tem exigido o melhor conhecimento dos aspectos de adaptabilidade dessa espécie. Portanto, para aumentar a produtividade da caprinocultura nos trópicos, deve ser ressaltada a importância da utilização de animais mais adaptados ao clima. Favorecer a criação de animais mestiços, resultantes do cruzamento entre raças mais produtivas (Saanen, Parda Alpina e British Alpine) e suas homólogas mais rústicas (Marota, Moxótó e Canindé). Além disso, promover a adequação das práticas de manejo em horários do dia e período do ano mais favorável quanto ao clima, considerando além da produtividade, o bem-estar animal. Diante disso, a compreensão do impacto do estresse térmico sobre vários aspectos da criação de caprinos suscita o desenvolvimento de novos trabalhos que possam aprofundar e quantificar os prejuízos desse evento.

REFERÊNCIAS

- AL-BUSAIDI, R. et al. Seasonal variations of phagocytic response, immunoglobulin G (IgG) and plasma cortisol levels in Dhofari goats. **Small Ruminant Research**, v.79, n.2, p.118-123, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448808001430>>. Acesso em: 13 mar. 2010. doi: 10.1016/j.smallrumres.2008.07.019.
- AL-TAMIMI, H.J. Thermoregulatory response of goat kids subjected to heat stress. **Small Ruminant Research**, v.71, n.1, p.280-285, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448806001222>>. Acesso em: 16 jun. 2008. doi: 10.1016/j.smallrumres.2006.04.013.
- BAETA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246p.
- BERBIGIER, P. **Bioclimatologie des ruminants domestiques em zone tropicale**. Paris: INRA, 1988. 237p.
- BEZERRA, L.R. et al. Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no Cariri paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.955-960, 2008. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/_adm/upload/revista/32-3-2008_37.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2010. doi: 10.1590/S1413-70542008000300037.
- BRASIL, L.H.A. et al. Efeito do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1632-1641, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n6/5689.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2008. doi: 10.1590/S1516-3598200000600006.
- CHEMINEAU, P. et al. La maîtrise de La reproduction par la photopériode et la mélatonine chez les mammifères d'élevage.

- Cashiers Agriculture**, v.2, p.81-92, 1993. Disponível em: <http://www.jle.com/e-docs/00/04/1B/CC/vers_alt/VersionPDF.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2010.
- COELHO, L.A. et al. Concentrações plasmáticas de testosterona, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) em bodes submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p.1338-1345, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v60n6/07.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2010. doi: 10.1590/S0102-09352008000600007.
- EMESIH, G.C. et al. Effects of heat stress and oxytocin on plasma concentrations of progesterone and 13,14-dihydro-15-ketoprostaglandin F α in goats. **Small Ruminant Research**, v.16, p.133-139, 1995. Disponível em: <<http://www.smallruminantresearch.com/article/PII092144889500629Y/abstract>>. Acesso em: 30 jun. 2008.
- HELAL, A. et al. Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, v.7, n.1, p.60-69, 2010. Disponível em: <[http://www.idosi.org/aejaes/jaes7\(1\)/10.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/jaes7(1)/10.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2011.
- JAIN, N.C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417p.
- JORDAN, E.R. Effects of heat stress on reproduction. **Journal Dairy Science**, v.86, p.104-114, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030203740430>>. Acesso em: 26 ago. 2008. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)74043-0.
- JUARÉZ, M. Physico-chemical characteristics of goat's milk as distinct from those of cow's milk. **Bulletin of the International Dairy Federation**, n.202, p.54-67, 1986.
- KAUSHISH, S.K. et al. Effect of heat and water restriction on physiological responses of Beetal and Black Bengal goats. **Indian Journal of Animal Science**, v.57, n.5, p.461-65, 1987.
- KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 1115p.
- LEE, J.A. et al. Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.1, p.104-108, 1974.
- LIMA, F.R.G. **Performance reprodutiva de cabras nativas criadas no sertão do Ceará submetidas a diferentes tratamentos de sincronização do estro e da ovulação**. 1996. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Estadual do Ceará, CE.
- LUDRI, R.S.; SARMA, P.V. Cortisol concentrations in the blood plasma of lactating Beetal goats and their crosses. **India Journal of Animal Science**, v.55, n.6, p.505-508, 1985.
- MARTINS JÚNIOR, L.M. et al. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-Nubiano em condições climáticas de meio-norte do Brasil. **Revista Caatinga**, v.20, n.2, p.1-7, 2007. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/download/306/106>>. Acesso em: 25 ago. 2009.
- McNABB, F.M.A. Thyroid hormones, their activation, degradation and effects on metabolism. **Journal of Nutrition**, v.125, p.1773S-1776S, 1995. Disponível em: <http://jn.nutrition.org/content/125/6_Suppl/1773S.full.pdf+html>. Acesso em: 25 jan. 2011.
- MEDEIROS, L.F.D. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, à sombra, no município do Rio de Janeiro. **Boletim da Indústria Animal**, v.64, n.4, p.277-287, 2007. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfsbia/1197566375.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2008.
- MEDEIROS, L.F.D. et al. Reações fisiológicas de caprinos das raças Anglo-nubiana e Saanen mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Boletim da Indústria Animal**, v.65, n.1, p.7-14, 2008. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfsbia/1216214253.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2008.
- MEYER, D.J.; HARVEY, J.W. Laboratory medicine testing: specimen interferences and clinical enzymology. In: _____. **Veterinary laboratory medicine: interpretation and diagnosis**. Philadelphia: Saunders, 1998. Cap.1, p.3-21.
- MIES FILHO, A. Fisiologia do aparelho genital masculino: função espermatogênica e função endócrina do testículo. In: _____. **Reprodução dos animais e inseminação artificial**. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 1987. p.99-133.
- MULLER, R.P. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. Porto Alegre: Sulina, 1989. 262p.
- NASCIMENTO, M.R.B.M. **Efeito da variação da temperatura ambiente sobre os níveis séricos de 3,5,3' triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) em ovinos corriedale**. 1994. 44f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, SP.
- NUNES, A.S. et al. Efeito de dois regimes de suplementação e dois sistemas de produção, nos constituintes sanguíneos de cabras Saanen durante a lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1245-1250, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n3/13077.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2011. doi: 10.1590/S1516-35982002000500022.
- NUNES, A.S. et al. Respostas fisiológicas de cabras leiteiras submetidas ao regime de suplementação com concentrado em dois sistemas de produção. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.25, n.1, p.157-163, 2003. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/2157>>. Acesso em: 23 jan. 2011. doi: 10.4025/actascianimsci.v25i1.2157.
- NUNES, J.F. Fatores que influenciam os aspectos quantitativos do sêmen de caprinos no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.12 n.2, p.77-83, 1988.
- OZAWA, M. et al. Alterations in follicular dynamics and steroidogenic abilities induced by heat stress during follicular recruitment in goats. **Reproduction**, v.129, p.621-630, 2005. Disponível em: <<http://www.reproduction-online.org/content/129/5/621.full>>. Acesso em: 26 ago. 2008. doi: 10.1530/rep.1.00456.
- PEREIRA, C.C.J. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

- PIMENTA FILHO, E.C. et al. Efeitos genéticos e ambientais que afetam a produção de leite e duração da lactação de cabras mestiças no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1426-1431, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n6/a09v33n6.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2008. doi: 10.1590/S1516-35982004000600009.
- PIRES, M.F.A.; CAMPOS, A.T. **Relação dos dados climáticos com o desempenho animal**. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/nova/aula/artigos/>>. Acesso em: 02 set. 2009.
- REECE, W.O. **Fisiologia de animais domésticos**. São Paulo: Roca, 1996. 351p.
- RIBEIRO, L.R. et al. Produção, composição do leite e constituintes sanguíneos de cabras alimentadas com diferentes volumosos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p.1523-1530, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v60n6/32.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2011. doi: 10.1590/S0102-09352008000600032.
- RIVERA, G.M. et al. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. **Small Ruminant Research**, v.48, n.2, p.109-117, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448802002365>>. Acesso em: 26 ago. 2008. doi: 10.1016/S0921-4488(02)00236-5.
- ROBERTO, J.V.B. et al. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semi-árido paraibano. **Revista Caatinga**, v.23, n.1, p.127-132, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>>. Acesso em: 23 jan. 2011.
- SALLES, M.G.F. **Parâmetros fisiológicos e reprodutivos de machos caprinos Saanen criados em clima tropical**. 2010. 159f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Curso de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Estadual do Ceará, CE.
- SALVIANO, M.B.; SOUZA, J.A.T. Avaliação andrológica e tecnologia do sêmen caprino. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.32, n.3, p.159-167, 2008. Disponível em: <<http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/RB167%20Salviano%20pag%20159-167.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2010.
- SAMPAIO, C.A.P. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.785-790, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n3/a20v34n3.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782004000300020.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, p.1-18, 2000. Disponível em: <<http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/livest/article/PIIS0301622600001627/abstract>>. Acesso em: 12 set. 2009.
- SILVA, E.M.N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.516-521, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n3/v30n3a18.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2008. doi: 10.1590/S1413-70542006000300018.
- SILVA, E.M.N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semi-árido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. **Revista Caatinga**, v.23, n.2, p.142-148, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>>. Acesso em: 23 jan. 2011.
- SILVA, G.A. et al. Efeito das épocas do ano e de turno sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no semi-árido paraibano. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.1, p.7-14, 2005. Disponível em: <<http://www.cstr.ufcg.edu.br/acsa/artigos.php?Rg=3>>. Acesso em: 20 ago. 2008.
- SILVA, S.V. et al. Efeito das condições reprodutivas e climáticas na produção de embriões de cabras Boer superovuladas. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.3, p.570-575, 2010. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/5122>>. Acesso em: 20 jan. 2011.
- SIMPLÍCIO, A.A. et al. Manejo reprodutivo de caprinos em regiões tropicais, Piracicaba, SP. 1990. In: CAPRINOCULTURA E OVINOCULTURA, 1990, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1990. p.34-56.
- SOARES FILHO, G. et al. Fatores genéticos e ambientais que influenciam algumas características de reprodução e produção de leite em cabras no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.133-140, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n1/5445.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2008. doi: 10.1590/S1516-35982001000100020.
- SOUZA, B.B. et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.275-280, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n1/a39v32n1.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2009. doi: 10.1590/S1413-70542008000100039.
- SOUZA, E.D. et al. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.177-184, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v29n1/a22.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2009. doi: 10.1590/S1413-70542005000100022.
- TODINI, L. et al. Plasma total T3 and T4 concentrations in goats at different physiological stages, as affected by the energy intake. **Small Ruminant Research**, v.68, p.285-290, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448805004876>>. Acesso em: 28 jan. 2011. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.11.018.
- URIBE-VELÁSQUEZ, L.F. et al. Efeitos do estresse térmico nas concentrações plasmáticas de progesterona (P4) e estradiol 17-b (E2) e temperatura retal em cabras da raça Pardo Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.388-393, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n2/5479.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2009. doi: 10.1590/S1516-35982001000200014.
- VIEIRA, R.J. et al. Influência da morfologia escrotal e da época do ano na qualidade do sêmen de caprinos criados no Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.4, p.376-380, 2008. Disponível em: <<http://132.248.9.1:8991/hevila/AgrariaRecife/2008/vol3/no4/14.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2011.
- ZAMBOM, M.A. et al. Curva de lactação e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2515-2521, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n6s0/a40v3460.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2011. doi: 10.1590/S1516-35982005000700040.