

CAPÍTULO I

Influência dos elementos climáticos na produção animal nos trópicos *Influence of climatic elements on animal production in the tropics*

Autores e afiliações

**Ariadne de Barros Carvalho¹, Jefta Ruama de Oliveira Figueiredo¹,
Natália Ingrid Souto da Silva¹, Rodrigo Formiga Leite¹,
Talícia Maria Alves Benício², Maycon Rodrigues da Silva³,
Bonifácio Benício de Souza^{1*}**

¹ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Patos-PB, Brasil.

² Universidade Estadual do Tocantins – UNITINS, Tocantins, Brasil.

³ Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, Brasil.

**Autor correspondente: bonifacio.souza@ufcg.edu.br*

Resumo

O objetivo desta revisão foi avaliar por meio de trabalhos de pesquisa encontrados na literatura, a influência dos elementos climáticos sobre animais de produção em climas tropicais. Foram estudados os efeitos e a influência dos fatores e elementos climáticos sobre o comportamento fisiológico, parâmetros hematológicos, ganho de peso, perfil hormonal tireoidiano, eletrólitos e produção de leite em clima tropical. Os elementos climáticos interferem significativamente nos parâmetros produtivos, reprodutivos e adaptativos dos animais criados no semiárido brasileiro. Concluindo-se com este estudo que é preciso fazer o uso de técnicas que reduzam o impacto das intempéries climáticas para que os animais possam expressar o seu potencial produtivo. Ademais, vale ressaltar, que não basta incidir sobre os fatores ambientais, pois estes não são os únicos a contribuir com o processo de produção de carne, leite, pele ou lã. É preciso atentar para os fatores nutricionais, sanitários e de manejo de cada espécie criada.

Palavras-chave - Zootecnia, Veterinária, Bioclimatologia, respostas fisiológicas.

Abstract

The objective of this review was to evaluate, through research works found in the literature, the influence of climatic elements on production animals in tropical climates. The effects and influence of climatic factors and elements on physiological behavior, hematological parameters, weight gain, thyroid hormone profile, electrolytes and milk production in a tropical climate were studied. Climatic elements significantly interfere with the productive, reproductive and adaptive parameters of animals raised in the Brazilian semi-arid region. Concluding with this study, it is necessary to use techniques that reduce the impact of bad weather so that animals can express their productive potential. Furthermore, it is worth mentioning that it is not enough to focus on environmental factors, as these are not the only ones that contribute to the process of producing meat, milk, skin or wool. It is necessary to pay attention to the nutritional, health and management factors of each species created.

Keywords - Animal Science. Veterinary. Bioclimatology. Physiological Responses.

1. Introdução

O Brasil, país de clima tropical, com imensa área territorial, tem sido visto como uma das maiores potências produtoras de alimentos para a humanidade. Com uma grande produção animal e potencial ainda maior de crescimento, o país tem ampliado suas fronteiras mercadológicas com os avanços tecnológicos que transformam a produção animal e de derivados animais em um grande empreendimento econômico provedor de proteína animal para a população (YANAGI JÚNIOR, 2006). Entretanto, para se obter êxito é preciso estar atento a requisitos mínimos que garantam o sucesso na atividade, como animais especializados, bom manejo nutricional, reprodutivo, sanitário e principalmente, o fornecimento de condições adequadas de conforto térmico (SILVA et al., 2010).

Os elementos climáticos possuem efeitos diretos e indiretos na produção de animais em clima tropical, podendo prejudicar o seu bem-estar e ao mesmo tempo reduzir a lucratividade dos criadores. Dentre as informações climáticas mais importantes para a produção animal, pode-se destacar a temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar, radiação solar e precipitação. Condições inadequadas à produção causam redução no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. Nesta óptica, faz-se necessário o conhecimento de tais elementos e sua influência nas respostas fisiológicas e comportamentais dos animais.

Em regiões de climas quentes, assim como no nordeste brasileiro, onde durante boa parte do ano a temperatura do ar, juntamente com outros elementos ambientais, pode provocar estresse nos animais, um dos principais desafios é a redução dos efeitos climáticos sobre a produção animal, diminuindo o estresse por calor por meio de tecnologias que visem proporcionar conforto térmico aos animais. Diante deste cenário, diversos estudos já foram desenvolvidos visando a caracterização dos efeitos das condições climáticas sobre os animais, especialmente em regiões tropicais e subtropicais. Desta forma, faz-se necessário o conhecimento sobre os avanços tecnológicos na bioclimatologia animal, correlacionados ao bem-estar e ao clima. O objetivo desta revisão foi avaliar por meio de trabalhos de pesquisa encontrados na literatura, a influência dos elementos climáticos sobre animais de produção em climas tropicais.

2. Material e Métodos

Este capítulo consiste em uma **revisão narrativa da literatura**, com enfoque descritivo e qualitativo, elaborada a partir da análise de estudos científicos publicados sobre a influência dos elementos climáticos na produção animal em regiões tropicais e semiáridas.

A busca bibliográfica foi realizada entre os meses de **janeiro e março de 2023** nas bases de dados *SciELO*, *ScienceDirect*, *Scopus*, *PubMed* e *Google Acadêmico*, utilizando os descritores: *bioclimatologia animal*, *estresse térmico*, *produção animal em clima tropical*, *respostas fisiológicas* e *adaptação de ruminantes*.

Foram incluídos **artigos científicos, dissertações e teses** publicadas entre **1997 e 2023**, em português, inglês e espanhol, que abordassem aspectos fisiológicos, hematológicos, produtivos, reprodutivos e endócrinos de animais de produção sob condições de clima tropical ou semiárido.

Foram excluídos estudos incompletos, relatos de caso isolados e publicações sem dados primários ou revisão sistemática.

Após a triagem, **mais de 80 referências** foram analisadas criticamente, sendo as mais relevantes utilizadas na composição dos resultados e discussão.

Os resultados obtidos a partir da análise das publicações selecionadas são apresentados e discutidos a seguir.

3. Resultados e Discussão

3.1. Efeitos dos elementos climáticos sobre o comportamento fisiológico

De acordo com Perissinotto et al. (2009), a capacidade de tolerância dos animais ao estresse térmico tem sido avaliada por meio da observação de alguns parâmetros fisiológicos, como a temperatura retal e a frequência respiratória. Esses parâmetros podem ser influenciados tanto por fatores intrínsecos como: idade, raça, estado fisiológico; quanto por fatores extrínsecos: hora do dia, ingestão de alimentos e de água, temperatura ambiente, velocidade do vento e estação do ano.

Silva et al., (2013b) avaliando o efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de matrizes ovinas da raça Morada Nova, na microrregião do Alto Médio Gurguéia, Bom Jesus, Piauí, Brasil; encontraram valores de temperatura do ar, umidade relativa e ITGU mais elevados na época quente e seca quando comparada a estação amena e úmida, estando o ITGU da época quente (79,24) fora da zona de conforto térmico, os animais apresentaram progressivo aumento da frequência respiratória nas duas estações, atribuído a alta incidência da radiação solar, maiores valores de frequência cardíaca foram observados na época quente e a temperatura retal apresentou maiores valores em ambas épocas entre 17 e 18h indicando haver um efeito retardado das variáveis climáticas sobre a temperatura retal.

Em concordância, Silva et al. (2013) avaliando a influência do período do ano e horário do dia sobre os parâmetros fisiológicos de ovelhas Santa Inês na microrregião do Alto Médio Gurguéia, Bom Jesus –PI. Os parâmetros fisiológicos diferiram entre período do ano e horário do dia, com utilização em maior intensidade, para todas as variáveis, no período quente e seco durante a tarde, principalmente às 17-18 h, provavelmente devido ao aumento da temperatura ambiente.

Silva et al. (2013), avaliando a influência das condições climáticas sobre as variáveis fisiológicas e o ganho de peso médio diário de cordeiros da raça Santa Inês no período de transição seca/águas em Bom Jesus – PI, concluíram que a temperatura retal dos cordeiros sofreu influência da temperatura do ar, mais alta no período da tarde, mas, manteve-se dentro da normalidade; a frequência respiratória, nesse período, mostrou-se acima do normal descrito para a espécie ovina.

Leitão et al. (2013) avaliando o conforto térmico de ovinos das raças Santa Inês, Dorper e Sem Raça Definida - SRD, criados a céu aberto no município de Juazeiro, no Norte da Bahia, encontrou resultados que mostram que para as condições climáticas da Região Norte da Bahia, na primavera e no verão, os ovinos criados a céu aberto, independentemente de sua raça e cor da pelagem, são submetidos ao desconforto e estresse térmico elevado devido à alta carga térmica radiante resultante da grande incidência de radiação solar e as elevadas temperaturas.

Silva et al. (2013) pesquisando a perda de calor por evaporação cutânea e respostas fisiológicas de cabras Canindé em ambiente equatorial semiárido, concluíram que sob Temperatura do ar média de 32,8 °C, a Temperatura retal média elevou-se a 39,67 °C e a Temperatura superficial média atingiu 41,69 °C, além de aumento da frequência respiratória, que atingiu uma média de 99,48 resp/min.

Lucena et al. (2013) analisando as respostas fisiológicas de duas raças de caprinos nativos do semiárido brasileiro submetidos a ambiente com temperatura e umidade relativa controladas; Na temperatura entre 20,6 e 27,8 °C a média da frequência respiratória (25,7 mov/min) e frequência cardíaca (76,7 mov/min) dos animais ficaram dentro da normalidade, sendo que a 31,6 °C ocorreu elevação da frequência respiratória (134,5 mov/min) e da frequência cardíaca (104,3 mov/min). A temperatura retal foi semelhante em todas as temperaturas com média de 39,5 °C, dentro da faixa de normalidade para a espécie. A temperatura superficial elevou-se com o aumento da temperatura ambiente. A faixa de temperatura de 20,6 a 27,8 °C pode ser considerada a zona de conforto térmico para caprinos nativos Moxotó e Canindé.

Barnabé et al. (2015) caracterizaram os efeitos do ambiente térmico nos índices de conforto, respostas fisiológicas e no desempenho de bezerras Girolando, alojadas em abrigos individuais cobertos com diferentes materiais na Mesorregião Agreste e Microrregião do Vale do Ipojuca, estado de Pernambuco. Foram utilizados três tipos de cobertura para os abrigos individuais: palha de palmeira *Syagrus olearacea*, telha reciclada de 4 mm de espessura composta por 75% de polietileno e 25% de alumínio e telha de fibrocimento de 4 mm de espessura. Para as variáveis fisiológicas, independentemente dos tipos de cobertura utilizados nos abrigos individuais, a frequência respiratória esteve acima da faixa normal para bovinos naquela idade o que sinalizou que os mesmos estavam submetidos a estresse térmico, porém referido mecanismo foi capaz de manter a temperatura retal dentro dos limites normais.

Araujo et al. (2016) verificando a adaptabilidade de bezerros mestiços (Holandês x Gir) criados a campo e nas instalações cobertas com telhas de barro tipo colonial, em Bom Jesus- PI, em condições ambientais consideradas estressantes em ambas situações, os autores verificaram que as temperaturas retal e superficial não apresentaram diferença significativa. Já a frequência respiratória foi maior nos animais a campo, apresentando média de 55,88 mov/min; para a frequência cardíaca encontraram médias de 92,19 e 86,25 bat/min, respectivamente. Tais resultados indicam que as instalações sombreadas para bezerros influenciaram positivamente no desempenho da perda de calor, conferindo valores mais próximos da zona de conforto.

3.2. Influência sobre parâmetros hematológicos

De acordo com Paes et al. (2000), os parâmetros sanguíneos têm sido utilizados mundialmente para avaliar o estado de saúde dos animais e como indicadores de estresse calórico. Pesquisadores entraram em acordo a respeito de haver fatores extrínsecos (ambientais, climáticos, nutricionais e de manejo diferenciado) que podem causar alterações qualitativas e efeitos quantitativos no perfil sanguíneo dos ruminantes (MENEZHINI et al., 2016).

Animais criados sob diferentes condições climáticas e de manejo podem apresentar evidentes variações dos elementos constituintes do hemograma. Assim, os valores obtidos para animais criados em uma determinada região, não podem ser considerados sem uma adequada avaliação, como padrão de referência fora dessa região (BIRGEL JÚNIOR, 2001).

Silva e colaboradores no ano de 2005, avaliando efeito do sexo e da idade sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de bovinos da raça sindi no semi-árido concluíram que esses animais apresentam alta capacidade fisiológica para manter a homeotermia em ambiente quente, e que animais machos ou fêmeas, com idade entre um e dois anos, podem ser usados para os estudos bioclimatológicos, pois os mesmos não apresentam diferenças nas respostas fisiológicas e hematológicas estudadas.

Em contrapartida, utilizando bovinos da raça Sindi, no semiárido da PB, Souza et al. (2007) verificaram diminuições nos eritrócitos, hemoglobina, hematócrito e volume corpuscular média, na estação seca, quando normalmente ocorre redução quantitativa e qualitativa dos recursos alimentares.

Ferreira et al. (2009), ao avaliarem bovinos durante seis horas em câmara climática, submetidos à condições de estresse calórico (42°C e 60% de umidade relativa), observou um aumento do número de eritrócitos, concentração de hemoglobina, hematócrito, proteínas totais, ureia, creatinina, sódio, potássio, cloretos e cortisol, cuja elevação de todas essas variáveis foi mais acentuada no verão. Esses resultados demonstraram a importância desses parâmetros como indicadores do estresse calórico em bovinos, pois as respostas hematológicas e bioquímicas apresentadas indicaram possíveis falhas na manutenção da homeostasia do animal na condição climática imposta.

Bezerra et al. (2008) estudaram o perfil hematológico de cabras sem raça definida, mantidas sob as mesmas condições de manejo e ambientais, criadas na região do Cariri paraibano e verificaram que o estresse causado por calor de longa duração pode diminuir o número de eritrócitos e o volume globular, provocando uma hemoconcentração em função da redução da ingestão de água e alimentos, influenciando diretamente nos índices hematimétricos absolutos.

Souza et al. (2015) afirmam que elementos e fatores climáticos podem alterar o hemograma de caprinos, com base em seu estudo realizado com cabras Saanen e mestiças com Anglo Nubiana durante o período chuvoso e o período seco, que apresentaram alteração no leucograma, onde leucócitos e linfócitos foram maiores em cabras mestiças nas duas épocas. E nos dois genótipos, os leucócitos e linfócitos foram maiores na época seca e os neutrófilos segmentados maiores na época chuvosa. Em relação aos períodos, houve um impacto negativo nos parâmetros hematológicos durante o período de chuvas, onde as hemácias foram maiores nos dois genótipos.

3.3. Efeitos sobre ganho de peso e desempenho produtivo

Os elementos climáticos são fatores ambientais marcantes, pois impõem a necessidade de termorregular e podem reduzir o consumo voluntário e, com isso, o desempenho (BROUCEK

et al., 2009). Alterações na produtividade pelo efeito do estresse calórico normalmente estão associadas ao baixo consumo de alimentos pelos animais e são seguidas pela diminuição da atividade enzimática oxidativa, da taxa metabólica e da alteração da concentração de vários hormônios (PEREIRA et al., 2008).

É comum observar redução no consumo de matéria seca (CMS) quando a temperatura ambiente excede 25,5°C e, de forma geral, a redução no consumo é maior para alimentos volumosos que para alimentos concentrados. Acredita-se que esta resposta seja uniforme entre os ruminantes, visto que o metabolismo das forragens gera mais calor, agravando problemas com estresse mais rapidamente (GONÇALVES et al., 2013). Segundo Medeiros (1997), o estresse calórico influencia negativamente o ganho de peso da seguinte forma: o efeito catabólico e a gliconeogênese, estimulados pelos glicocorticosteróides endógenos, liberados em situações de estresse, levam a perda de peso pelos animais, pois tecidos musculares ou gordurosos são transformados em glicose para produção de energia. O autor cita ainda que ocorre também, um efeito catabólico sobre os tecidos conjuntivos e ósseos e órgãos linfáticos, resultando em balanço negativo de nitrogênio no organismo. Com isso, ao invés de formação de deposição de músculo ou mesmo reposição de tecido, a síntese de proteínas e lipídeos fica comprometida, ocasionando a degradação de açúcares, resultando em inibição do crescimento.

O mesmo acontece na produção de aves; quando em situação de estresse térmico, a ingestão de alimento sofre redução e com isso a ingestão de proteína também é reduzida. Assim, alguns autores sugerem reduzir a concentração de proteína na dieta e introduzir alguns aminoácidos sintéticos, que serão mais facilmente aproveitados pelos animais (OLIVEIRA et al., 2010).

O uso de ferramentas que ajudem a minimizar o estresse térmico dos animais traz inúmeros benefícios. Um estudo realizado por Esquivel (2007) demonstrou que os animais que tiveram acesso a sombra registraram um ganho de peso de 14% a mais de que animais que não tiveram acesso. Resultado positivo também foi encontrado por Lopes (2009), utilizando animais da raça Nelore, onde observou que o acesso à sombra favoreceu um melhor ganho de peso aos 77 dias e maior rendimento de carcaça aos 118 dias de confinamento.

Outra estratégia é a utilização de animais adaptados, que sejam capazes de lançar mão de mecanismos adaptativos a fim de manter a homeotermia, sem reduzir o desempenho. No semiárido brasileiro é comum que, nos horários mais quentes do dia, a temperatura permaneça acima da zona de conforto térmico para caprinos; todavia, caprinos das raças nativas têm expressado bom desempenho produtivo e reprodutivo, devido ao processo adaptativo à região semiárida, desenvolvido ao longo de sua formação, mesmo em condições consideradas acima da zona de conforto (MARTINS JÚNIOR et al., 2007; GOMES et al., 2008; SILVA et al., 2010).

Mesmo se tratando de animais de alta rusticidade, vários fatores podem interferir no desempenho dos caprinos destacando-se, entre eles, os elementos climáticos, como temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar, que acarretam alterações nos parâmetros fisiológicos, como na frequência cardíaca, que pode ser utilizada como medida de adaptabilidade da espécie, além da temperatura retal e frequência respiratória (SILVA et al., 2010).

Leite et al. (2012), em experimento realizado com caprinos nativos: Moxotó, Azul e Graúna na região do Cariri paraibano, todos machos não castrados, a raça Graúna apresentou maior ganho de peso diário (64,1g) e maior ganho de peso do período (4,9 kg), e os animais Graúna foram os que mais consumiram, seguidos do Moxotó e Azul. Os animais da raça Graúna apresentam

maior ganho de peso diário e maior ganho de peso do período experimental, quando comparados com os das outras raças estudadas.

Em experimentos, Malafaia et al. (2004) utilizando dois níveis de suplementação mineral na alimentação de caprinos 3/4 Boer-Saanen, não observaram diferença significativa entre os tratamentos, com média de ganho de peso diário de 53,2 g. Referidos resultados ficaram aquém dos encontrados por Dias et al. (2010) que, trabalhando com cabritos mestiços Anglonubiano no nordeste brasileiro, com peso vivo médio de 20 kg, utilizando farelo grosso de trigo em substituição ao milho na dieta dos animais, constataram uma média de ganho de peso diário de 106,5 g. Silva e Araújo (2000) também encontraram, com caprinos mestiços de Pardo Alpino, Anglonubiano e Moxotó, no semiárido nordestino uma média geral de ganho de peso diário de 133 g.

Neiva et al. (2004) avaliaram a influência do estresse ambiental sobre o desempenho produtivo e as respostas fisiológicas de ovinos da raça Santa Inês em confinamento, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado onde o consumo de matéria seca, expresso em g/animal/dia foi maior para os animais mantidos à sombra. Os animais mostraram-se sensíveis ao estresse ambiental, uma vez que apresentaram menor desempenho produtivo quando mantidos ao sol, não atingindo o ganho de peso máximo, mesmo se alimentados com dietas com alta concentração de nutrientes.

Os maiores ganhos de peso foram obtidos com animais alimentados com dietas contendo alto teor de concentrado e mantidos à sombra (247 g/dia), concluindo que animais de raças nativas, como a Santa Inês, necessitam de um mínimo de conforto ambiental para maximização da produção e que os mesmos tendem a corrigir o consumo de matéria seca, e há uma possibilidade de o estresse ambiental sofrido por animais expostos ao sol provocar alteração na seletividade do alimento e, dessa forma, impedir que selecionem uma dieta de melhor qualidade (NEIVA et al., 2004).

O desempenho das características de crescimento e reprodutivas na bovinocultura de corte sofrem influências ambientais (FIALHO et al., 2015); e a bovinocultura leiteira se depara com desafios que impedem o expressivo aumento de produtividade, tais como a alta temperatura e a alta umidade, fatos típicos do clima brasileiro, que apresentam influência significativa no desenvolvimento, na produção e na reprodução dos animais (VASCONCELOS e DEMETRIO, 2011).

De acordo com Stull e Reynolds (2008) a temperatura máxima ideal de conforto térmico para bezerros é de 25°C. Isto é, caso a temperatura esteja acima do estabelecido ao conforto, o bezerro não dissipa o calor metabólico suficiente para manter a homeostase, o que acarreta na diminuição da ingestão de alimento, e proporciona menor ganho de peso diário (NĚMEČKOVÁ et al., 2013).

Baeta e Souza, 2010 estabeleceram para uma zona de conforto térmico para bovinos indianos uma faixa de 16 a 28 °C. A criação de animais dentro da zona de conforto térmico é imprescindível na produção animal, já que eles têm gasto mínimo de energia para manutenção, maximizando o crescimento e, em consequência, a produção.

Furtado et al. 2012 analisando os parâmetros produtivos, ganho de peso total, ganho de peso diário e o consumo de matéria seca (MS), observaram efeito significativo no ganho de peso total e ganho de peso médio diário dos animais Sindi e Guzerá, com maior ganho de peso nos animais da raça Guzerá. O consumo de fibra pela raça Sindi foi maior que o consumido pelos animais Guzerá que podem ser atribuídos à sua menor ingestão de fibra em detergente neutro

(FDN), haja vista que a ingestão voluntária de matéria seca é relacionada ao conteúdo de FDN do alimento e da dieta, cuja fermentação e passagem de FDN pelo retículo-rúmen, são mais lentas que outros constituintes dietéticos, exercendo grande efeito no enchimento e sobre o tempo de permanência, comparado aos componentes não fibrosos do alimento (BARBOSA et al., 2006).

Segundo Jorge et al. (2007) os animais Sindí são menores e mais leves que os da raça Guzará, porém a raça possui circunferência torácica maior e esta variável permite que o animal possa aumentar seu consumo, embora não aumente seu desempenho. O consumo de MS é uma variável complexa, passível de ser afetada por fatores relativos ao animal, ao alimento, à alimentação e às condições climáticas, que interagem e passam a ser determinantes (COSTA et al., 2005).

3.4. Efeitos sobre a produção de leite

O estresse térmico afeta negativamente vários aspectos da produção leiteira, atuando na diminuição da produção de leite e nas perdas reprodutivas, além de propiciar impactos significativos no potencial econômico das fazendas produtoras de leite (BILBY et al., 2009).

Conforme Ferro (2011), fatores ambientais, tais como temperatura e umidade relativa do ar, quando se encontram abaixo ou acima dos seus valores de referência, podem prejudicar o conforto térmico do animal; resultar em perdas energéticas, provocando estresse ao animal e em queda de produção, entre outros fatores. A produção animal nos trópicos é limitada principalmente pelo estresse calórico que impossibilita a expressão da máxima capacidade produtiva de vacas selecionadas para maior produção de leite por serem, majoritariamente, oriundas de países de clima temperado (DE SOUZA, 2015).

Submetidos à ambientes onde as condições climáticas não são apropriadas, os animais acionam o seu sistema termorregulador para manter sua temperatura corporal, buscando perder ou ganhar calor. Em função disto, há um significativo gasto de energia e, esta, que antes era convertida em produção acaba sendo perdida na tentativa de manter a homeostase do organismo (TOSSETO et al., 2014). Animais de produção leiteira superior são mais susceptíveis ao estresse térmico, por possuírem uma função especializada para produção de leite e alta eficiência na utilização dos alimentos, assim os animais de alta produção apresentam metabolismo acelerado e alta produção de calor metabólico, dificultando ainda mais a dissipação de calor (CRUZ et al., 2011).

O estresse calórico pode influenciar na perda de 17% da produção de leite de vacas de 15 kg de leite/dia e de 22% em vacas de 40 kg/dia (PINARELLI, 2003). Ademais, há redução no consumo de alimentos, redução na produção e porcentagem de gordura no leite, redução no consumo de forragem como porcentagem do total de alimento, quando oferecida separadamente, aumento das necessidades de manutenção, diminuição da atividade, especialmente durante o dia, aumento da frequência respiratória e hipertermia (BACCARI JÚNIOR, 2001). Além disso, ocorre uma interfere na liberação de hormônios importantes para a secreção láctea (MEDEIROS, 1997). Um exemplo é a liberação de hormônios tireoidianos, como a tiroxina, que tem papel importante em fêmeas em lactação, contudo, em situações de estresse térmico, ocorre uma redução na função da glândula tireoide, interferindo diretamente na produção de leite (COSTA et al., 2015).

Campos et al. (2008) observaram uma redução da produção de leite quando os animais foram submetidos à temperatura de 32°C e a umidade relativa (UR) variando de 20% para 45%, onde o gradiente de 25% na umidade inibiu o resfriamento evaporativo em bovinos,

resultando no aumento da temperatura retal, provocando diminuição no consumo de alimento e queda na produção de leite.

A exposição direta dos animais à radiação solar desencadeia alterações nos parâmetros fisiológicos e ocasionando estresse por calor. Com base nessa premissa, Silva et al (2012) avaliaram vacas mestiças (Holandês x Gir) submetidas a três períodos distintos de exposição à radiação solar e quais efeitos na produção de leite isso poderia acarretar. Os autores concluíram que as vacas que permanecem sob exposição solar direta reduziram a produção diária de leite.

Em contraproposta, Almeida et al. (2013) avaliaram os efeitos do sistema de resfriamento evaporativo no curral de espera incidindo nas variáveis meteorológicas de temperatura e umidade relativa do ar, comportamento animal, produção e aspectos qualitativos do leite de vacas Girolando, e chegaram a conclusão que o tempo de 30 min de exposição proporcionou aumento na produção de leite em relação aos animais controle (sem uso do sistema).

Os teores dos sólidos totais do leite sofrem variações ao longo do ano, apresentando maiores produções na época fria e menores produções em épocas quentes. Os teores de gordura do leite são reduzidos quando as vacas sofrem de estresse térmico pelo calor, pela diminuição dos ácidos graxos de cadeia curta, que correspondem à maior quantidade de ácidos graxos do leite, e aumento dos ácidos graxos de cadeia longa, que pode ser explicado pelo menor consumo de forragem pelas vacas em lactação, diminuindo a quantidade de volumoso ingerido, produzindo menor quantidade de ácido acético e ocasionando alterações na relação acetato:propionato (PORCIANATO et al., 2009; SILVA et al., 2012).

Pinarelli (2003) verificou-se que vacas submetidas em baixa temperatura o leite apresentou uma melhor composição nos teores analisados quando comparados a média e alta temperatura, que pode ser explicado pela menor ingestão de matéria seca com o aumento da temperatura ambiente.

Quanto a produção e composição físico-química do leite de cabras, Brasil et al. (2000) trabalhando com cabras da raça Alpina com produção média de leite de 2,5 kg/dia, submetidas à termoneutralidade ou estresse térmico por 56 dias em câmara climática, verificaram que as cabras acondicionadas sobre estresse calórico apresentaram aumento da frequência respiratória, aumento da temperatura retal e aumento na taxa de sudorese. Estas alterações promoveram redução da ingestão de alimentos, perda de peso e duplicação do consumo de água que refletiram de forma negativa sobre a produção de leite e os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais. 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).

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).

Para reduzir o estresse térmico por calor e melhorar a produtividade dos animais, a utilização correta de instalações e equipamentos, como ventiladores e aspersores pode ser uma estratégia viável (MARCHETO et al., 2002). Outra estratégia seria realizar o cruzamento entre animais de raças leiteiras europeias com bovinos indianos, animais adaptados ou tolerantes às condições encontradas nas regiões quentes, para aumentar o potencial de produção leiteira nos trópicos (WEST, 2003). A maior resistência dos zebuínos ao calor deve-se às suas características

anatomofisiológicas de adaptação aos trópicos, especialmente, a maior capacidade de sudorese, enquanto os europeus são mais produtivos apenas em ambientes de clima temperado. Assim, ao longo de décadas, os criadores brasileiros têm combinado as características desejáveis das raças bovinas europeias e zebuínas pela produção de animais mestiços, geralmente utilizando as raças Holandesa e Gir (AZEVEDO et al., 2005).

3.5. Efeitos sobre a reprodução

A perpetuação da espécie constitui um dos objetivos essenciais da vida animal e os fenômenos reprodutivos se desenvolvem sob influência direta do meio ambiente (GRUNERT et al. 2005).

O fotoperíodo, a temperatura do ar, a precipitação pluviométrica e a disponibilidade de alimentos são os principais fatores que interferem na reprodução dos animais. Entretanto, em condições tropicais, a fisiologia reprodutiva de fêmeas é mais influenciada pela alimentação e temperatura ambiental (SOUZA et al. 2012).

O estresse térmico pode provocar vários efeitos na maioria dos aspectos da função reprodutiva de machos e fêmeas, como disfunção na formação e função dos gametas, alteração no desenvolvimento embrionário e influências deletérias sobre o crescimento e desenvolvimento fetal (HANSEN, 2009)

A espermatogênese é iniciada com a secreção de GnRH (*Gonadotropin-Releasing Hormone*) no hipotálamo, que estimula a pituitária anterior a produzir LH (*Luteinizing Hormone*) e FSH (*Follicle Stimulating Hormone*). Estes hormônios atuam sobre as células de Leydig e Sertoli, respectivamente, que estão nos testículos. As células de Leydig produzem testosterona que estimula a espermatogênese nas células de Sertoli. A testosterona age em mecanismo de *feedback* negativo sobre o hipotálamo para controlar a secreção de GnRH. As células de Sertoli, além de promoverem a espermatogênese, também secretam a inibina, a qual atua na pituitária anterior, reduzindo a liberação de FSH e controlando a espermatogênese (Ball & Peters, 2006).

Temperaturas ambientais elevadas levam à degeneração testicular e reduzem a quantidade de espermatozóides normais e férteis no sêmen ejaculado, levando a problemas de fertilidade não por mortalidade embrionária mas por problemas de fertilização (JAINUDEEN & HAFEZ, 2004).

O estresse térmico é prejudicial tanto às etapas da espermatogênese quanto aos elementos já formados e em trânsito pelo epidídimo (Souza et al. 2012). Alterações como cabeças destacadas dos espermatozóides, defeitos de acrossoma, caudas enroladas, espermatozóides imaturos e presença de *gota proximal* na junção entre a cabeça e a peça intermediária do espermatozóide podem ser encontradas (Ball & Peters, 2004). Além da diminuição na produção e qualidade espermática pode ocorrer degeneração do epitélio seminífero com degeneração testicular, com um a dois anos de evolução, que pode evoluir para fibrose testicular e, conseqüentemente, esterelidade (GRUNERT et al. 2005).

Existem relatos sobre a influência do estresse térmico sobre a concentração de testosterona circulante mas há divergência entre as opiniões de alguns autores (Souza et al. 2012).

Fêmeas prenhes de machos submetidos a estresse térmico escrotal conceberam fetos menores e com placentas menos desenvolvidas (HANSEN, 2009).

Uma particularidade em caprinos é a bipartição escrotal que aumenta a superfície escrotal possibilitando uma maior troca de calor com o meio melhorando o controle termorregulatório intratesticular (SOUZA et al. 2012).

O ciclo estral na fêmea se inicia com a produção de GnRH pelo hipotálamo que irá atuar sobre a hipófise anterior liberando FSH. Este hormônio promove a maturação folicular e estimula o oócito dentro deste a se desenvolver. O folículo em desenvolvimento produz estrógeno que induz o comportamento de estro, atua no trato reprodutivo causando edema e recrutando leucócitos para combater infecções, e retorna ao hipotálamo induzindo mais liberação de GnRH para a pituitária. Esse processo induz a liberação de LH que promove a ovulação. Caso haja fecundação, o folículo se torna corpo lúteo que secreta progesterona para manter a gestação. Não havendo fecundação, o útero produz prostaglandina que destrói o corpo lúteo e reinicia um novo ciclo estral (BALL & PETERS, 2006).

O estresse térmico pode interromper o desenvolvimento folicular e a função do oócito reduzindo a fertilidade da fêmea. Essa redução é causada pelo colapso dos mecanismos termorregulatórios onde a hipertermia altera e inviabiliza as funções celulares de várias partes do sistema reprodutivo (Hansen, 2009; Souza et al. 2012).

Fatores climáticos adversos, relacionados ao estresse térmico, aumentam a liberação de cortisol que antagoniza o GnRH provocando alterações em toda a cascata de eventos hormonais que culminam na ovulogênese, desde a manifestação de estro até a fecundação (NASCIMENTO et al. 2014).

Alterações no equilíbrio endócrino-reprodutivo repercutem sobre a ocorrência deaios e ovulações, aumentam o anestro pós-parto e aumentam a taxa de morte e absorção embrionária (Grunert et al. 2005; Costa et al. 2015).

Animais em estágio de gestação avançada podem abortar em condições de estresse térmico em virtude do antagonismo produzido entre o cortisol e a progesterona (ANDRADE & JERICÓ, 2002).

3.6. Alterações hormonais e metabólicas

Estresse térmico sobre o perfil hormonal tireoidiano

O sistema endócrino coordena diversas funções de vários órgãos dos animais visando manter o equilíbrio fisiológico corporal (BLOOD & STUDDERT, 2002).

A glândula tireóide desempenha um importante papel na manutenção das funções vitais orgânicas produzindo os hormônios tri-iodotironina (T3) e tetraiodotironina (T4), também denominado tiroxina, que agem como catalisadores no organismo e influenciam uma grande variedade de efeitos incluindo a taxa metabólica, o crescimento e o desenvolvimento, o metabolismo de carboidratos, gorduras, eletrólitos e água, as necessidades vitamínicas, a reprodução e a resistência a infecções (EILER, 2006).

Estímulos adversos perturbam a homeostasia corporal e desencadeiam reação de estresse que estimula as glândulas adrenais a produzir cortisol. Este hormônio visa restabelecer as funções orgânicas normais fornecendo meios que aumentem a capacidade do organismo lidar com as situações estressantes como o aumento da pressão arterial que melhora a oxigenação tecidual e a hiperglicemia que fornece aporte energético para as células (BLOOD & STUDDERT, 2002; EILER, 2006).

O estresse térmico provoca alterações agudas e crônicas nas concentrações plasmáticas de cortisol e hormônios tireoideanos (SOUZA et al. 2012).

O aumento da temperatura, ocasionando desconforto geral para o animal acometido, determina consequências adversas à função celular prejudicando seu funcionamento. O estresse calórico reduz as atividades enzimáticas e a taxa metabólica alterando a concentração de vários hormônios (GRUNERT et al. 2005).

Situações de estresse térmico determinam aumentam nos níveis de cortisol sérico que, se persistir, irão alterar a liberação de TRH (Thyrotropin Releasing Hormone) que é secretado no hipotálamo e modula a fisiologia tireoideana (Oliveira et al., 2012). Entretanto, existem trabalhos com dados conflitantes em relação a essa premissa de alterações na concentração de hormônios tireoideanos em animais sob estresse térmico requerendo cautela e mais pesquisas que possam elucidar as divergências (URIBE-VELÁSQUEZ et al. 1998).

Existe ainda a necessidade de se diferenciar 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 daqueles condicionados pelo estresse momentâneo (SOUZA et al. 2012).

Estresse térmico sobre os eletrólitos

Os eletrólitos estão presentes em todos os líquidos corporais, tanto intra quanto extracelular, e são necessários à manutenção da homeostase. O estresse térmico altera os níveis séricos desses sais pela perda de água causada pela elevação da temperatura corpórea resultando, geralmente, em desidratação subclínica e aumento da concentração desses compostos (BOHN, 2015).

Concentrações plasmáticas de íons sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloreto (Cl^-) foram afetadas pelo estresse térmico agudo, tendo seus valores aumentados. A hipernatremia está associada à perda excessiva de líquidos e à reabsorção tubular renal desses íons para manter a volemia; o aumento nos teores de potássio podem estar relacionados à transferência de potássio do líquido intracelular para o extracelular que comumente ocorre nos casos de desidratação; e o aumento nos níveis de cloretos estão relacionados ao quadro de alcalose respiratória, comumente observado em animais sob estresse térmico (FERREIRA et al. 2009).

4. Considerações Finais

Os elementos climáticos interferem significativamente nos parâmetros produtivos, reprodutivos e adaptativos dos animais criados no semiárido brasileiro. É preciso fazer o uso de técnicas que reduzam o impacto das intempéries climáticas para que os animais possam expressar o seu potencial produtivo. Ademais, vale ressaltar, que não basta incidir sobre os fatores ambientais, pois estes não são os únicos a contribuir com o processo de produção de carne, leite, pele ou lã. É preciso atentar para os fatores nutricionais, sanitários e de manejo de cada espécie criada.

Referências

- ALMEIDA, G.L.P.; PANDORFI, H.; BARBOSA, S.B.P. Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p: 892- 899, 2013.
- ANDRADE, S. F. JERICÓ, M. M. Anti-inflamatórios. In: ANDRADE, S. F. **Manual de Terapêutica Veterinária**. 2 ed. São Paulo: Roca, 2002.
- ARAUJO, J. I. M. et al. Efeito de diferentes ambientes climáticos sobre características fisiológicas de bezerros mestiços (Holandês x Gir). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, n.3, p.259-265, 2016.
- AZEVEDO, M; PIRES, M.F.A.; STURNINO, H.M.; LANA, A.M.Q.; SAMPAIO, I.B.; MONTEIRO, J.B.N.; MORATO, L.E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ holandês – zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.
- BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. EDUEL, Londrina. 2001.
- BALL, P. J. H.; PETERS, A. R. **Reprodução em bovinos**. 3ª Ed. São Paulo: ROCA, 2006.
- BARBOSA, N. G. S.; LANA, R. P.; HAM, N. J. Consumo e fermentação rumina de fibras em função de suplementação alimentar energética e protéica em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1558-1565, 2006.
- BARNABÉ, J. M. C. et al. Conforto térmico e desempenho de bezerras Girolando alojadas em abrigos individuais com diferentes coberturas. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.19, n.5, p.481–488, 2015.
- BEZERRA, L. R.; FERREIRA, A. F.; CAMBOIM, E. K. A.; JUSTINIANO, S. V.; MACHADO, P. C. R.; GOMES, B. B. Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no cariri paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.955-960, 2008.
- BILBY, T. R., TATCHER, W. W. & HANSEN, P. J. (2009). Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. **Anais do XIII Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos 1**: 59-71.
- BIRGEL JÚNIOR, E. H. et al. Valores de referência do eritrograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 2, p.164-171, 2001.

BLOOD, D. C.; STUDDERT, V. P. **Dicionário de Veterinária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

BOHN, A. A. Avaliação laboratorial dos eletrólitos. In: THRALL, M. A.; WEISER, G.; ALLISON, R. W.; CAMPBELL, T. W. **Hematologia e bioquímica – Clínica Veterinária**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

BRASIL, L.H.A.; WECHESLER, F. S.; BACCARI JÚNIOR, F. et al. Efeitos do Estresse Térmico Sobre a Produção, Composição Química do Leite e Respostas Termorreguladoras de Cabras da Raça Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1632-1641, 2000.

BROUCEK, J.; KISAC, P.; UHRINCAT, M. Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. **International Journal of Biometeorology**, v.15, p.201- 208, 2009.

CAMPOS, R., ALMEIDA, L. L., TERRA, S. R. & GONZÁLEZ, F. H. D. Parâmetros hematológicos e níveis de cortisol plasmático em vacas leiteiras de alta produção no Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science** v.45, p.354-361. 2008.

COSTA, D. F.; SOUTO, D. V. O.; ROCHA, E. F.; GUIMARÃES, L. J.; SILVA, M. R.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A. Influência do estresse calórico na fisiologia hormonal de bovinos. **Agropecuária Científica no semiárido**. v.11, n.2, p.33-38, 2015.

COSTA, M. A. L; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Validação das equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.280-287, 2005.

CRUZ, L. V. et al. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, SP, v. 9, n. 16, 2011.

SOUZA, B.B. **Adaptabilidade e bem-estar em animais de produção**. 2015. [S.I.]

DIAS, A. M. A.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; GUIM, A.; SILVA, G.; SILVA, A.C. Consumo e digestibilidade dos nutrientes e desempenho de caprinos recebendo farelo grosso de trigo na dieta em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.831-836, 2010.

EILER, H. Glândulas endócrinas. In: REECE, W. O. **Dukes – Fisiologia dos animais domésticos**. 12 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ESQUIVEL J. E., J. I. VELAZCO, P. J. ROVIRA. Efecto del acceso a sombra artificial en la ganancia de peso, estrés y conducta de novillos pastoreando sudangras durante el verano. pro-

duccion animal. Unidad Experimental Palo a Pique. **Serie Actividades de Difusión**, 511. INIA Treinta y Tres. pp. 22-36, 2007.

FERREIRA, F.; CAMPOS, W.E.; CARVALHO, A.U.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; SILVA, M.V.G.B.; VERNEQUE, R.S.; SILVA, P.F. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.769-776, 2009.

FERRO, D.A.C. **Efeitos dos elementos climáticos na produção e reprodução de vacas leiteiras**. Dissertação, Universidade Federal de Goiás. 2011.

FERRO, F. R. A.; CAVALCANTI NETO, C. C.; TOLEDO FILHO, M. R.; FERRI, S. T. S.; MONTALDO, Y. C. Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.5, p.01-25, 2010.

FIALHO, F.R.L.; REZENDE, M.P.G.; SOUZA, J.C.; SILVA, R.M.; OLIVEIRA, N.M. E SILVEIRA, M.V. Performance in preweaning pure and crossbred calves in the Mato Grosso do Sul Pantanal region, Aquidauana, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.37, p.437- 442, 2015.

FURTADO, D. A et al. Termorregulação e desempenho de tourinhos Sindi e Guzerá, no agreste paraibano. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.16, n.9, p.1022–1028, 2012.

GOMES, C. A. V.; FURTADO, D. A.; MEDEIROS, A. N.; SILVA, D. S.; PIMENTA FILHO, E. C.; LIMA JÚNIOR, V. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.213-219, 2008.

GONÇALVES, M. F. et al. Nutrição da vaca leiteira em ambiente quente. **PUBVET**, v. 7, p. 707-775, 2013.

GRUNERT, E.; BIRGEL, E. H.; VALE, W. G.; BIRGEL JÚNIOR, E. **Patologia e Clínica da Reprodução dos Aniamis Mamíferos Domésticos: Ginecologia**. São Paulo-SP, Livraria Varela, 2005.

HANSEN, P. J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle the thermal stress. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v.82-83, p.349-360, 2004.

IBGE 2016. Pesquisa da Pecuária 2015. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 28 out. 2018.

JAINUDEEN, M. R.; HAFEZ, B. Falha reprodutiva no macho. In: HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. 7ª Ed. Barueri-SP: Manole, 2004.

JORDAN, E.R. Effects of heat stress on reproduction. **Journal Dairy Science**, v.86, p.104-114, 2003.

JORGE, A. M.; FONTES, C. A. A.; PAULINO, M. F.; GOMES JÚNIOR, P.; FERREIRA, J. N. Desempenho produtivo de animais de quatro raças zebuínas, abatidos em três estádios de maturidade. Ganho de peso e de carcaça e eficiência de ganho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.766-769, 2007.

LEITÃO, M. M. V. B. R. et al. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.12, p.1355-1360, 2013.

LEITE, J. R de S. et al. Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.16, n.4, p.443-448, 2012.

LOPES, A. C. R. **Ganho de peso e rendimento de carcaça de bovinos de corte confinados com acesso a sombra**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Uberlândia, 2009.

LUCENA, L. F. A. et al. Respostas fisiológicas de caprinos nativos mantidos em temperatura termoneutra e em estresse térmico. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.6, p.672-679, 2013.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H. **Bioclimatologia animal**. Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 126p, 1997.

MALAFAIA, P.; PIMENTEL, V. A.; FREITAS, K. P.; COELHO, C. D.; BRITO, M. F.; PEIXOTO, P. V. Desempenho ponderal, aspectos econômicos, nutricionais e clínicos de caprinos submetidos a dois esquemas de suplementação mineral. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.24, p.15-22, 2004.

MARCHETO, F. G., NÄÄS, I. A. SALGADO, D. D. & Souza, S. R. L. Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema de free-stall. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, p.320-323, 2002.

MARTINS JÚNIOR, L. M.; COSTA, A. P. R.; RIBEIRO, D. M. M.; TURCO, S. H. N.; MURATORI, M. C. S. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-Nubiana em condições climáticas de Meio-norte do Brasil. **Revista Caatinga**, v.20, p.1-7, 2007.

MENEGHINI, R. C.; BENESI, F. J.; HENRIQUES, L. C. S. A.; RIZZO, H.; MEIRA JUNIOR, E. B. S.; GREGORY, L. Hemogram of healthy sheep (Ovisaries) of the Santa Ines breed raised in the region of Piedade, São Paulo State: influence of age and sex. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 53, n. 4, p. 1-7, 2016.

MENEZES, S. R. S. Efeitos do clima na performance reprodutiva de bovinos leiteiros nos Açores. 75f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Zootécnica) – Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo. 2010.

MIES FILHO A. **Reprodução dos animais e inseminação artificial**. Porto Alegre: Sulina. 4 ed. v.1, 364p, 1987.

MOREIRA E.P, MOURA A.A.A, ARAÚJO A.A. Efeito da insulação escrotal sobre a biometria testicular e parâmetros seminais em carneiros da raça Santa Inês criados no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1704-1711, 2001.

NĚMEČKOVÁ, D.; KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; STÁDNÍK, L. The effect of the design of housing systems for calves on the microclimatic conditions of the rearing environment. **Arch. Tierzucht**. v. 56, p. 509–517, 2013.

NASCIMENTO, T. V. C.; OLIVEIRA, F. A.; TURCO, S. H. N.; CORDEIRO, M. F.; LOPES JÚNIOR, E. S. Fatores meteorológicos sobre a atividade reprodutiva de cabras leiteiras na época seca do semiárido pernambucano. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, v. 18, n. 5, p. 539-544, 2014.

NEIVA, J. N. M. et al. Efeito do Estresse Climático sobre os Parâmetros Produtivos e Fisiológicos de Ovinos Santa Inês Mantidos em Confinamento na Região Litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

OLIVEIRA, W. P.; Oliveira, R. F. M.; Donzele, J. L. et al. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 39, n. 2010.

OLIVEIRA, F. S.; FERNANDES NETO, V. P.; SILVA, M. N. N.; CARDOSO, F. S.; COSTA, A. P. R. Efeito do estresse térmico sobre os parâmetros fisiológicos e bioquímicos de ovinos criados em clima tropical. **Pubvet**. Londrina, v.6, n.16, Ed. 203, Art. 1359, 2012.

PAES, P. R.; BARIONI, G.; FONTEQUE, J. R. Comparação dos valores hematológicos entre caprinos fêmeas da raça Parda Alpina de diferentes faixas etárias. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v.6, n.1, p.43-49, 2000.

PEREIRA, C.J.; CUNHA, D.N.F.V.; CECOM, P.R.; FARIA, P.R. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.328-334, 2008.

PERISSINOTTO, M. et al. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, v.39, p.1492-1498, 2009.

PINARELLI, C. The effect of heat stress on milk yield. **Latte**, Milan, v. 28, n. 12, p. 36 - 38, 2003.

PORCIANATO, M. A. F.; FERNANDES, A. M.; NETTO, A. S.; SANTOS, M. V. Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite. **Revista Ciência Agrária e Ambiental**, Curitiba, v.7, n.4, p.483 - 490, 2009.

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, 2010.

SALVIANO, M.B, SOUZA, J.A.T. Avaliação andrológica e tecnologia do sêmen caprino. **Rev Bras Reprod Anim**, v.32, p.159-167, 2010. Disponível em <http://www.cbpa.org.br/>. Acesso em: 20 outubro. 2018.

SILVA, A. E. D. F.; NUNES, J.F. Estacionalidade na atividade sexual e qualidade do sêmen nos ovinos deslanados das raças Santa Inês e Somalis. **Rev Bras Reprod Anim**, v.8, p.207-214, 1984.

SILVA, A.S. et al. Influência do período do ano e horário do dia sobre os parâmetros fisiológicos de ovelhas Santa Inês na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 21, Ed. 244, Art. 1612, Novembro, 2013.

SILVA, E.M.N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. **Revista Caatinga**, v.23, n.2, p.142-148, 2010.

SILVA, E.M.N. da; SILVA, G.A.; SOUZA, B.B. de **Influência de fatores ambientais sobre a resposta fisiológica e a produção de leite**. 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/FatoresAmbientais/index.htm>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.

SILVA, F. L. R.; ARAÚJO, A. M. Desempenho produtivo em caprinos mestiços no semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1028-1035, 2000.

SILVA, G.A.; SOUZA, B. B.; PEÑA ALFARO, C.E.; AZEVEDO, S.A.; AZEVEDO NETO, J.; SILVA, E. M. N.; SILVA, A. K. B. Efeito das épocas do ano e de turno sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no semiárido paraibano. **Agropecuária Científica do Semiárido**, v.1, p.7-14, 2005. Disponível em: <http://www.cstr.ufcg.edu.br/acsa/artigos.php?Rg=3>>. Acesso em: 20 outubro. 2018.

SILVA, J.C.P.M. et al. **Bem-estar do Gado Leiteiro**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil 2012.

SILVA, J. J. F. C. et al. Evaporação cutânea e respostas fisiológicas de caprinos Canindé em ambiente equatorial semiárido. **J Anim Behav Biometeorol**, v.1, n.1, p.13-16, 2013.

SILVA, R. M. N. da et al. Efeito do sexo e da idade sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de bovinos da raça sindi no semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 29, n. 1, p. 193-199, 2005.

SILVA, T. P. D. et al. Características termorreguladoras e ganho de peso de cordeiros Santa Inês no sul do estado do Piauí no período de transição seca/águas. **Revista Agrarian**, Dourados, v.6, n.20, p.198-204, 2013.

SILVA, T. P. D.; OLIVEIRA, R. G.; JÚNIOR, S. C. S. 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. **Comunicata Scientiae** , v. 3, p: 299- 305, 2012.

SILVA, T.P.D. et. al. Efeito da Época do Ano e Período do Dia Sobre os Parâmetros Fisiológicos de Ovelhas Morada Nova na Microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Cient Ciênc Biol Saúde**, v.4, p.287-90, 2013.

SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SOUZA, O. B. DE; SILVA, G. A.; FREITAS, M. M. S. de. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. **Revista Caatinga**, v.23, p.142-148, 2010.

SOUZA, B. B. de et al. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça sindi no semi-árido paraibano. **Ciência e agrotecnologia**, v.31, n.3, p.883-888, 2007.

SOUZA, P.T.; SALLES, M.G.F.; ARAÚJO, A.A. Impacto do estresse térmico sobre a fisiologia, reprodução e produção de caprinos. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p.1888-1895, 2012

SOUZA, P. T. et al. Perfil hematológico de cabras Saanen e mestiças ($\frac{1}{2}$ Saanen e $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiana) criadas em clima tropical do Ceará. **Pesq. Vet. Bras.** v. 35, n. 1, p. 99-104, 2015.

STULL, C.; REYNOLDS, J. Calf welfare. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 24, p. 191–203, 2008.

TOSSETO M. R, SARUBBI J., ZANCANARO B.M.D, LIMA S.Z, SIPPERT M.R. Influência do macroclima e do microclima sobre conforto térmico de vacas leiteiras. **Journal of Animal Behaviour Biometeorology**. v.2, n.1, p.6-10, 2014.

URIBE-VELÁSQUEZ, L.F.; OBA, E.; BRASIL, L. H. A.; WECHSLER, F. S.; STACHISSINI, A.V.M. Concentrações plasmáticas de cortisol, hormônios tiroídeos, metabólitos lipídicos e temperatura corporal de cabras alpinas submetidas ao estresse térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n.6, p.1123-1130, 1998.

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.

VALLE, R.V. **Perfil proteômico do plasma seminal de caprinos Moxotó nos períodos seco e chuvoso do semiárido nordestino**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado) – UVA, Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE, 2012.

VASCONCELOS, J.L.M.; DEMÉTRIO, D.G.B. Manejo reprodutivo de vacas sob estresse calórico. **Revista Brasileira de Zootecnia (Online)**, v. 40, p. 396-401, 2011.

WEST, J.W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.6, p.2131- 44, 2000.

YANAGI JUNIOR, T.. **Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal: relação bem estar animal x clima**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em :< http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/ITBA/Index.htm>. Acesso em: 02 Dez. 2019.

CAPÍTULO II

Efeitos do estresse térmico nos parâmetros fisiológicos, produtivos, reprodutivos e hormonais de caprinos

Heat stress effects on physiological, productive, reproductive, and hormonal parameters in goats

Autores e Afiliações

Luiz Henrique de Souza Rodrigues¹; Maria Araceli Silva de Araújo¹; Bonifácio Benício de Souza^{1,*}; Claudiney Felipe Almeida Inô¹; Rebeca Castelo Branco Brasileiro¹; Francinaldo Nunes Pessoa Filho¹; Bernadin Fonrose²; Vinícius Pessoa Batista dos Santos¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Patos-PB, Brasil.

² Campus Henry Christophe de L'Université d'État d'Haïti à Limonade (CHC-UEHL), Haiti.

Autor correspondente: bonifacio.ufcg@gmail.com

Resumo

Apesar da espécie caprina ser considerada rústica quando comparado à outras espécies de ruminantes, seu bem-estar sofre impactos em climas quentes, acarretando perdas produtivas e reprodutivas. Para reduzir esses impactos negativos causado pelo clima, a busca por métodos e genótipos adaptados à climas quentes se torna uma ferramenta importante na caprinocultura nos trópicos. Diante disso, o objetivo deste levantamento bibliográfico é elucidar os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia, produção, reprodução e respostas hormonais em caprinos. Um ambiente com temperaturas, umidade e radiação solar alta age como fator estressante para os animais. Sob ambientes quentes os caprinos passam a elevar a frequência respiratória e frequência cardíaca no mecanismo de dissipação de calor de forma latente para manter a homeotermia. As temperaturas superficial e retal também são observadas em animais sob estresse térmico. Na produção, os impactos negativos refletem na redução do consumo alimentar e ganho de peso. Impactos negativos relacionados ao estro, funcionalidade dos gametas, desenvolvimento do feto e espermatogênese também são observados na reprodução. Dentre as alterações endócrinas importantes, a elevação do cortisol e TRH pelo hipotálamo influencia na regulação dos hormônios tireoidianos T3 e T4. A compreensão dos efeitos do clima é crucial para o desenvolvimento de estratégias de manejo e bem-estar animal eficaz, podendo mitigar os efeitos climáticos sobre a criação de caprinos nos trópicos.

Palavras-chave - adaptabilidade, cortisol, caprinocultura, estresse térmico.

Abstract

Although the goat species is considered rustic when compared to other ruminant species, its well-being is impacted in hot climates, causing productive and reproductive losses. To reduce these negative impacts caused by climate, the search for methods and genotypes adapted to hot climates becomes an important tool in goat farming in the tropics. Therefore, the objective of this bibliographical survey is to elucidate the effects of heat stress on the physiology, production, reproduction and hormonal responses in goats. An environment with high temperatures, humidity and solar radiation acts as a stressful factor for animals. Under hot environments, goats begin to increase their respiratory rate and heart rate in the latent heat dissipation mechanism to maintain homeothermia. Surface and rectal temperatures are also observed in animals under heat stress. In production, the negative impacts reflect the reduction in food consumption and weight gain. Negative impacts related to estrus, gamete functionality, fetal development and spermatogenesis are also observed in reproduction. Among the important endocrine changes, the elevation of cortisol and TRH by the hypothalamus influences the regulation of thyroid hormones T3 and T4. Understanding the effects of climate is crucial for developing effective animal management and welfare strategies, which can mitigate climate effects on goat farming in the tropics.

Keywords - adaptability, cortisol, goat farming, heat stress.

1. Introdução

Dados publicados pelo IBGE (2021) apontam que o efetivo de caprinos no Brasil totaliza aproximadamente 11,9 milhões de cabeças, sendo a região Nordeste do país responsável por 95,2% deste total. Apesar dos caprinos serem considerados rústicos, quando comparado com outras espécies de ruminantes, o clima é um dos fatores de impacto mais acentuado no bem-estar animal, causando prejuízos produtivos e reprodutivos em caprinos exóticos criados nos trópicos (ARAÚJO, 2022).

Estudos com animais em câmaras climáticas proporcionam informações importantes sobre os efeitos ambientais e climáticos no conforto térmico, produção, reprodução, comportamento animal, dentre outros, podendo estabelecer assim, parâmetros de criação mais eficientes e produtivos (MIRANDA et al., 2018).

A exposição de caprinos à altas temperaturas induz o aumento da temperatura do núcleo corporal, intensificando a dissipação do calor de forma latente, onde ocorre uma maior vasodilatação e aumento do fluxo sanguíneo para a superfície da pele e sudorese, observando assim, elevação sua temperatura retal, frequência respiratória e temperatura superficial (MARQUES et al., 2022). As altas temperaturas, o estresse térmico também afeta a atividade reprodutiva dos caprinos, impactando na espermatogênese dos machos, atuando de forma prejudicial as fases de formação dos espermatozoides (ARAÚJO, 2022).

Para uma melhor eficiência na caprinocultura, a busca por conhecimento acerca das características de adaptabilidade ao clima e métodos que reduzam os impactos causados pelas altas temperaturas nessa espécie devem ser ressaltados (ARAÚJO, 2022). Desta forma, o objetivo do