

Ayonna S. F. Linhares<sup>1\*</sup>

Delyane L. Soares<sup>2</sup>

Narjara C. T. Oliveira<sup>3</sup>

Bonifácio B. de Souza<sup>4</sup>

Nayanne L. B. Dantas<sup>5</sup>

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/07/2015. Aprovado em 01/08/2015.

<sup>1</sup> Cientista Agrária, Mestranda do programa de Pós-graduação em Ciência Animal pela UFCG, Patos-PB. E-mail: savanak9@hotmail.com

<sup>2</sup> Bióloga, Mestranda do programa de Pós-graduação em Ciência Animal pela UFCG, Patos-PB. E-mail: dellyanesoares@gmail.com

<sup>3</sup> Mestranda do programa de Pós-graduação em Ciência Animal pela UFCG, Patos-PB. E-mail: narjara.cto@gmail.com

<sup>4</sup> Zootecnista, Professor Associado – UAMV/CSTR/UFCG, Patos/PB. bonifacio@pq.cnpq.br

<sup>5</sup> Doutoranda em Medicina Veterinária pelo programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da UFCG, Patos-PB. E-mail: nayanne.lb@gmail.com



## *Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes*

### RESUMO

O estresse calórico é constante em sistemas de produção, a zona de conforto térmico das diferentes espécies varia conforme a idade e o estado fisiológico dos animais. As alterações fisiológicas e comportamentais dos animais frente a modificações de temperaturas estão relacionadas com respostas provocadas pelo sistema neuroendócrino. Com a finalidade de suprir informações sobre a melhoria do ambiente térmico, estresse calórico em ruminantes, suas repostas fisiológicas e as estratégias para amenizar os efeitos foi realizada essa revisão. Diante essas informações verifica-se a importância do conforto animal para que os mesmos possam expressar o máximo de seu potencial produtivo

**Palavras Chave:** conforto animal, parâmetros fisiológicos, termorregulação

## *Physiological responses and proper management of ruminants in hot environments*

### ABSTRACT

Heat stress is constant in production systems, thermal comfort zone of the different species varies according to age and physiological state of animals. The physiological and behavioral changes in animals front temperature changes are related responses elicited by the nervous system. For the purpose of supplying information on improving the thermal environment, heat stress in ruminants, their physiological responses and strategies to mitigate the effects that such a review was conducted. On this information there is the importance of cow comfort so that they can express their maximum production potential.

**Key words:** animal comfort, physiological parameters, thermoregulation

## **INTRODUÇÃO**

O Brasil apresenta regiões de clima tropical, fator que pode ser considerado limitante na produção animal, em virtude de altas temperaturas, umidade e radiação solar, acarretando em alterações dos parâmetros fisiológicos e comportamentais dos animais, caracterizando assim um estado de estresse calórico, um entrave na reprodução e produção, gerando grandes perdas econômicas (BORBUREMA et al., 2013).

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 ao seu rendimento. Quando isso não ocorre, caracteriza-se o estresse calórico, e se utiliza artifícios que são capazes de manter o equilíbrio térmico entre o animal e o ambiente (PIRES & CAMPOS, 2009).

As condições climáticas exercem forte influência sobre o desempenho animal, pois afetam mecanismos de transferência de calor e, assim, a regulação do balanço térmico entre o animal e o meio. O animal em condições de termoneutralidade produzirá de acordo com o seu potencial genético. O limite térmico do ambiente pode sofrer variações em função da região e raças dos animais (PERISSINOTTO et al., 2009).

Na tentativa de fornecer bem estar animal para que o mesmo possa expressar o seu potencial máximo de produção são utilizadas estratégias de climatização, tais como sombreamentos, ventiladores e aspersores, que podem proporcionar melhores condições aos animais reduzindo os efeitos deletérios do estresse calórico. Com a finalidade de suprir informações sobre a melhoria do ambiente térmico, estresse calórico em ruminantes, suas repostas fisiológicas e as estratégias para amenizar os efeitos foi realizada essa revisão.

## **ESTRESSE CALÓRICO EM RUMINANTES**

O estresse calórico, principalmente nas regiões tropicais, consiste em uma importante fonte de perda econômica na pecuária, sendo assim, um fator de grande impacto com efeito adverso principalmente sobre a produção de leite, carne, fisiologia da produção e reprodução, saúde e mortalidade dos animais (RICCI et al., 2013).

O estresse é avaliado através das falhas nas tentativas de regulação e homeostase corporal, onde os animais não conseguem manter essas alterações a níveis toleráveis. Quando em ambientes quentes e úmidos a capacidade termorregulatória é insuficiente há um possível risco para a homeostase que pode levar à hipertermia, causando uma série de distúrbios relacionados com o calor, sendo essa situação potencialmente fatal. (FERREIRA, 2009).

A resposta dos animais a um evento estressante compreende três componentes principais: o reconhecimento da ameaça à homeostase ou bem-estar, a resposta ao estresse e as consequências do estresse. Uma variedade de fatores como experiência anterior, genética, idade, sexo ou condições fisiológicas, modela a natureza

da resposta biológica de um animal a um estressor, o sistema neuroendócrino está envolvido na resposta de estresse e o padrão de resposta hormonal que varia de acordo com o tipo de agente estressor (ALMEDA, 2009).

O calor excessivo afeta o comportamento, a fisiologia e o sistema imunológico dos animais, essas alterações fisiológicas causadas pelo estresse podem ser diagnosticadas através do exame clínico observando a frequência respiratória, a frequência cardíaca, a temperatura retal e da pele e o nível de desidratação (FERREIRA et al., 2006). Análises laboratoriais bioquímicas (proteínas totais, glicose, frutamina, albumina e globulinas), hematológicas (hematócrito, concentração de hemoglobina, contagem total e diferencial de leucócitos) e hormonais avaliando as concentrações de cortisol, de tiroxina (T4) e de triiodotironina (T3), também são utilizadas como parâmetros para diagnosticar o estresse calórico (FERREIRA, 2009).

O primeiro mecanismo acionado para termólise é a vasodilatação, o segundo é a sudorese e o próximo é a respiração, sendo o aumento na frequência respiratória (FR) o sinal mais visível. O aumento ou a redução da FR depende da intensidade e duração do estresse a que os animais estão submetidos (MARTELLO, 2006). Diante do estresse calórico as alterações comportamentais mais observadas são: aumento no consumo de água (MEYER et al., 2006), redução na ingestão e eficiência alimentar (SILANIKOVE, 2000), diminuição da ruminância (PIRES & CAMPOS, 2008), em ruminantes, ocorre uma maior produção de calor oriundo da digestão de alimentos contendo forragens quando comparados com animais recebendo alimentos ricos em concentrado (COLUMBIANO, 2007), anestro, diminuição nas manifestações dos sinais de cio, diminuição na quantidade e qualidade do sêmen ejaculado (COELHO et al., 2006), alterações hematológicas (ROBERTO et al., 2010) e possíveis alteração aguda e crônica nas concentrações plasmáticas de cortisol e hormônios tireoideanos (COELHO et al., 2008).

Souza et al. (2008), afirmam que o redirecionamento do fluxo sanguíneo para a superfície corporal e a vasodilatação, aumenta 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 utilizar mecanismos evaporativos (sudorese e/ou frequência respiratória) para perder calor.

Os parâmetros fisiológicos de temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura superficial da pele (TS) e frequência cardíaca (FC) sofrem influência no 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 (MEDEIROS et al., 2008).

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 é uma maneira eficiente de perder calor por curtos períodos, pois, se 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, bem como, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular desviando a energia que poderia estar sendo utilizada em outros processos metabólicos e produtivos (SOUZA et al., 2005).

AL-TAMIMI (2007), descreve que 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.

A manutenção do equilíbrio ácido-base é de extrema importância nos processos fisiológicos e bioquímicos do organismo animal, considerando-se que as enzimas celulares, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas do organismo são diretamente afetadas por pequenas variações no pH sanguíneo. Os sistemas tampão são os responsáveis pela manutenção desse pH dentro de valores compatíveis com a sobrevivência, sendo os principais tampões o tampão bicarbonato/ácido carbônico ( $\text{HCO}_3/\text{H}_2\text{CO}_3$ ), responsável por 75% da capacidade tamponante do plasma sanguíneo (CONY & ZOCHE, 2004).

## **RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE RUMINANTES AO ESTRESSE CALÓRICO**

Para manter a termoneutralidade, os animais utilizam diversos mecanismos comportamentais e fisiológicos. Para combater os efeitos do estresse por frio, se abrigam de correntes de vento, se aglomeram e aumentam o nível de atividade física. Os principais mecanismos fisiológicos são o aumento da ingestão de alimentos, diminuição da circulação periférica, piloereção, glicogênese por meio de tremor muscular, queima de tecido adiposo e, em último caso, utilização das próprias proteínas num processo catabólico. Por outro lado, em casos de estresse por calor se prostram se abrigam da radiação solar sob coberturas que proporcionem sombras, procuram lâminas de água ou terrenos úmidos onde se espojam, diminuem a ingestão de alimentos, aumentam a ingestão de água, bem como; aumentam os batimentos cardíacos, a circulação periférica e a taxa de respiração e de sudorese (BARROS et al., 2010).

O aumento da frequência respiratória e a ofegação são mecanismos fisiológicos importantes para a dissipação de calor. No entanto, mecanismos de dissipação de calor demandam energia, resultando no aumento de manutenção diária de bovinos de leite de 7 para 25%, o que também resultará em produção de calor (COLUMBIANO, 2007). Para produção de leite, a zona termoneutra está entre 5 e 21°C para vacas de raça holandesa, sendo que para raças zebuínas, o limite superior é de 29°C.

Guahyba (2000) descreve que quando os animais são submetidos a condições adversas, são desencadeados mecanismos de estímulo hormonal com o intuito de preparar e disponibilizar os recursos necessários ao organismo para enfrentar essas demandas emergenciais compensatórias, mantendo a homeostase. Dessa forma, o estresse pode ser definido como uma reação do organismo a qualquer alteração do ambiente, numa tentativa de manter a homeostase e, no caso de estresse térmico, realizar a termorregulação (DONINET et al., 2007).

A avaliação das respostas fisiológicas tem sido comumente empregada como forma de conhecer o comportamento destas, bem como o grau de adaptação dos animais sob condições de estresse térmico (SMITH et al., 2006; SCHARF, et al., 2008; NONAKA et al. 2008).

Conceição (2008) relata que dentre as variáveis fisiológicas estudadas, a FR é a mais interessante para ser utilizada em trabalhos com animais jovens, pelo motivo de apresentar as respostas mais imediatas às alterações do ambiente térmico.

Para Silva (2000), o aumento da temperatura retal (TR) reflete a falha dos mecanismos de liberação de calor. Em pesquisa durante o verão, utilizando vacas holandesas primíparas e múltiparas mantidas sob sistemas de sombreamento ou ventilação e nebulização mencionam que os valores mais elevados de TR foram registrados no final da tarde, e não nos horários mais quentes do dia (MARTELLO et al., 2004)

A TR é uma variável fisiológica que expressa a quantidade de calor acumulado pelas vacas durante um período, sendo tanto maior ao final do dia, quanto maior for o estresse a que o animal tiver sido submetido durante o dia. Por outro lado, diferentemente destes resultados, Bitmanet al. (1984), encontraram um ritmo bifásico com dois picos de TR, sendo um no início da manhã (8h) e outro às 13h. Estes resultados evidenciam as diferenças apresentadas no padrão diário da TR, possivelmente em razão da grande variação dos fatores ambientais que circundam o animal e sua associação com as características fisiológicas de cada animal, que passam por processos de adaptação fisiológica ou aclimatização.

A intensidade da radiação solar está relacionada com a temperatura do ambiente onde o animal vive e influencia os tecidos que revestem seu corpo. Assim, a capa externa do organismo dos bovinos, constituída pelo pelame assume fundamental importância para as trocas térmicas entre o organismo e o ambiente (SILVA, 2000).

A perda de calor pela pele é dependente do gradiente de temperatura entre a pele e o ar e objetos sólidos circundantes. Assim, a TS é uma medida representativa do microambiente em torno do animal e apresenta alta correlação com a frequência respiratória (COLLIER et al., 2006).

A TS é uma medida de fácil obtenção e pode ser realizada à distância, sem a necessidade de conter o animal. Associada à FR e TR, a TS está sendo usada como indicativo de estresse térmico (MARTELLO et al., 2004; SANTOS et al., 2005; PERISSINOTTO et al., 2006; CONCEIÇÃO, 2008).

## **ESTRATÉGIAS PARA AMENIZAR OS EFEITOS DO ESTRESSE CALÓRICO EM RUMINANTES**

Em regiões quentes, onde as temperaturas ambientais elevadas são verificadas durante grande parte do ano, os animais podem desencadear um estresse crônico, possibilitando desequilíbrio endócrino e, conseqüentemente, alteração dos desempenhos produtivo e reprodutivo (ENCARNAÇÃO, 1989).

Na criação de ruminantes em regiões de clima quente e seco, é necessária a disponibilidade de sombra, para auxiliar a redução de um possível estresse térmico, devendo, contudo ser oferecido o tipo de sombra que represente melhor eficiência na redução da irradiação solar presente na região (RODRIGUES et al, 2010).

Para Neiva et al. (2004), o conhecimento da interação entre os animais e o ambiente, além do conhecimento da capacidade de adaptação das espécies e raças exploradas, é imprescindível para uma melhor escolha quanto aos sistemas de criação e estratégias de manejo a serem utilizadas para maximizar as respostas produtivas.

Diante do que foi dito, segue as principais estratégias para amenizar os efeitos do estresse calórico de animais ruminantes em ambientes quentes.

### **1. Estratégias nutricionais**

Como alternativa para amenizar o estresse advindo de altas temperaturas é possível a utilização de um manejo nutricional adequado, fornecendo dietas frescas e oferecendo a maior parte da dieta no período da noite aproveitando a temperatura ambiente mais baixa (DHIMAN & ZAMAN, 2001).

Para minimizar a queda no consumo de nutrientes, devem-se escolher ingredientes que aumentem a densidade energética da dieta, pois quando os alimentos são digeridos e os nutrientes metabolizados, a produção de calor decorrente desses processos, chamada de incremento calórico, pode variar. Por exemplo, a digestão de fibra resulta em maior incremento calórico do que a digestão de gordura ou carboidratos não fibrosos (CNF). Parte dessa diferença se deve ao fato de que o acetato, principal produto da digestão da fibra, é utilizado com menor eficiência do que o propionato, produto da digestão de CNF (DANÉS, 2014).

Além de suplementação adicional de minerais, tais como potássio, sódio e magnésio. Deve-se também fornecer água à vontade (AZEVEDO et al., 2009).

### **2. Estratégias ambientais**

#### **2.1 Sombreamento**

Quando as condições ambientais não são favoráveis, deve-se fornecer o manejo ambiental adequado. Recomenda-se, a provisão de sombra natural ou artificial, abrandando assim o estresse provocado pelo calor, o que trará reflexos positivos nos desempenhos produtivo e reprodutivo dos animais.

Em climas quentes, o sombreamento natural ou artificial, tem o objetivo principal reduzir a carga térmica radiante e proteger o animal, mantendo também a eficiência da produção de leite (AZEVEDO et al., 2009).

Sombreamento natural evita a radiação solar direta por meio da sombra proporcionada por árvores, sem prejudicar a circulação do ar. As árvores utilizadas para o sombreamento possuem, preferencialmente, copa frondosa e alta, de no mínimo dois e no máximo três metros de altura (ARAUJO, 2007).

O sombreamento artificial pode ser provido por estruturas permanentes ou móveis, sempre objetivando o menor custo e máximo sombreamento por área (MACLEAN et al., 2011). Sombrites móveis colocados nas pastagens e serem manejados de modo a não criar áreas de constante permanência dos animais, evitando a degradação do local (DHIMAN & ZAMAN, 2001). Os sombrites, apesar de aliviarem parcialmente a exposição ao calor da radiação solar, não têm capacidade de alterar a temperatura atmosférica ou a umidade relativa do ar, portanto, vacas em lactação expostas a condições de estresse térmico necessitam de estratégias de resfriamento adicionais (THATCHER, 2010).

Quanto à utilização de sombrites é recomendado que seja com tela de proteção que forneça no mínimo 80% de sombra, orientação norte-sul, que permitirá que o piso se mantenha sempre seco em função da movimentação dos animais, com altura mínima de 3 metros e largura de 4 metros (PIRES & CAMPOS, 2004). Os bovinos em condições de livre escolha, geralmente preferem a sombra das árvores em detrimento das estruturas artificiais construídas pelo homem (PEREIRA, 2005).

#### **2.2 Ventilação e climatização**

O resfriamento evaporativo de ambientes para gado de leite, tem se expandido rapidamente em locais afetados pelo estresse térmico. Muitos produtores vêm aceitando e utilizando esse método, pois o mesmo possui uma relação custo/benefício positiva (ARCARO JR et al., 2003).

Em vários estudos ao comparar diferentes instalações, foi observado um aumento significativo na produção de leite, sendo que o tratamento associando sombra à ventilação e aspersão apresentou a melhor média para produção de leite (20,53 kg), seguido dos tratamentos sombra com ventilação (19,19 kg) e somente sombra (18,20 kg) (NÄÄS; ARCARO JR., 2001).

A sala de ordenha, devido ao tempo e aglomeração que as vacas sofrem, é considerada um ponto de elevação de temperatura, recomenda-se que além de possuir sombra, nesse local sejam instalados ventiladores e aspersores de água (BILBY et al., 2009). Esse método de resfriamento pode refletir em um aumento de 7,28% na produção de leite, além de promover redução na frequência respiratória e cardíaca dos animais (SILVA et al., 2002).

É extremamente importante garantir o acesso à água para as vacas em lactação, as quais necessitam em torno de 130 litros de água ao dia (BILBY et al., 2009).

O melhor sistema de resfriamento vai variar de acordo com a necessidade de cada local, sabe-se que a redução de

calor vai depender da troca de calor através de convecção, condução, radiação e evaporação. Em ambientes quentes o uso de instalações que reduzam o calor pode melhorar tanto a produção de leite como as taxas de prenhez (THATCHER, 2010).

#### **2.4 Sistema silvipastoril**

Sistema Silvopastoril (SSP) é a combinação intencional de árvores, pastagem e gado numa mesma área ao mesmo tempo e manejados de forma integrada, com o objetivo de incrementar a produtividade por unidade de área (OLIVEIRA et al., 2007).

Segundo Silva (2012), um SSP é composto por duas ou mais espécies, sendo ao menos uma lenhosa e perene, também é possível utilização de espécies frutíferas desde que sejam manejadas corretamente, podendo ser de uso para subsistência ou comercial. Ainda, relata que com o uso de pastagens arborizadas, a produção animal é beneficiada pela melhoria das condições ambientais como excesso de radiação solar sobre os animais, e aumento da temperatura corpórea do animal, entre outros.

A arborização de pastagens está integrada nos sistemas silvipastoris e tem como objetivo principal otimizar a produção animal (PACIULLO & CASTRO, 2006). A escolha da espécie arbórea e a tecnologia de implantação são importantes, as espécies nos estágios sucessionais iniciais (pioneiras) tem melhor desempenho que as de estágios tardios (MELOTTO et al., 2009). Para selecionar a espécie de árvore a ser utilizada em associação com pastagens deve ser considerada a adaptação da espécie com as condições climáticas de cada região, que seja de crescimento rápido, para que em um período curto de tempo (1 a 2 anos) forneça sombra e que não seja tóxica aos animais (CASTRO & PACIULLO, 2006).

#### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As regiões quentes apresentam condições ambientais adversas como temperaturas elevadas durante a maior parte do ano e períodos de estiagens. E o aquecimento global vem intensificando ainda mais esses efeitos.

Sabendo que o desempenho animal é influenciado pelas condições climáticas, é necessário estudar o ambiente em que a criação será inserida, e analisar se os genótipos dos animais são adaptados ou possuem condições adaptativas ao ambiente. Esse conhecimento prévio também auxiliará numa escolha adequada para o sistema de criação e também para o uso de estratégias de manejo para amenizar os efeitos do estresse calórico, promovendo o bem-estar animal.

A escolha errada do manejo ambiental pode gerar estresse térmico ao animal, prejudicando a produção e aumentando os gastos para manter a criação. Daí a necessidade em escolher a melhor estratégia nutricional que amenize o estresse calórico.

A principal estratégia ambiental utilizada em ambientes quentes é o provimento de sombras artificiais e naturais, pois evita a radiação solar direta, abrandando também os efeitos do estresse calórico. Diante disso, é

necessário o incentivo de novas pesquisas nessa área, para que os produtos dessas pesquisas sejam utilizados pelos produtores.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMEIDA, G.L.P. **Climatização na pré-ordenação de vacas da raça girolando e seus efeitos na produção e qualidade do leite e no comportamento animal**, 2009. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2009.

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. 2015.

ARAÚJO, R. T. conforto animal: árvores de sombra em pastagens. in: produção de ruminantes em pastagens 24º simpósio sobre manejo da pastagem, 2007, piracicaba, SP. **Anais...** 2007, p. 219-226.

ARCARO JR, I.; POZZI, C.R.; FAGUNDES, H.; MATARAZZO, S.V.; OLIVEIRA, C.A. Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera climatizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2. Campina Grande, Maio/Ago 2003.

AZEVEDO, D.M.M.R., ALVES, A.A. **Bioclimatologia aplicada à Produção de Bovinos Leiteiros nos Trópicos**. Teresina - PI: Embrapa Meio-Norte, 83 p, 2009.

BARROS, P.C.; OLIVEIRA, V.; CHAMBÓ, E.D.; SOUZA, L.C. Aspectos práticos da termorregulação em suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**. v. 7, n. 3, p. 1248-1253, 2010.

BILBY, T. R.; TATCHER, W.W.; HANSEN, P.J. Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. In: XIII CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2009, Uberlândia, MG. **Anais...** 2009, p. 59-71.

BORBUREMA, J.B., SOUZA, B.B., CEZAR, M.F., FILHO, J.M.P. Influência de fatores ambientais sobre a produção e composição físico-química do leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 15 - 19, 2013.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C. **Boas práticas para implantação de sistemas silvipastoris**, EMBRAPA, Juiz de Fora, MG, p. 1-6, Ago 2006. (Comunicado técnico, 50).

- COELHO, L.A.; SASA, A.; NADER, C.E.; CELEGUINI, E.C.C. Características do ejaculado de caprinos sob estresse calórico em câmara bioclimática. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 544-549, 2006.
- COELHO, L.A.; SASA, A.; BICUDO, S.D.; BALIEIRO, J.C.C. 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.
- COLLIER, R.J.; DAHL, G. E.; VAN BAAL, J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 1244-1253, 2006.
- COLUMBIANO, V.S. **Identificação de QLT nos cromossomos 10, 11 e 12 associados ao estresse calórico em bovinos**. 2007. 60p. Dissertação (Mestrado em Genética e melhoramento Animal). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2007.
- CONCEIÇÃO, M. N. **Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens**. 2008. 138 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- CONY, A. V.; ZOOCHÉ, A. T. Manejo de frangos de corte. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas. Facta, 2004, p.117-136.
- DANÉS, M.A.C. **Desafios nutricionais do estresse térmico**. MilkPoint, 2014. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/desafios-nutricionais-do-estresse-termico> Acesso em: 16 de Julho de 2015.
- DHIMAN, T.R.; ZAMAN, M.S. Desafios dos sistemas de produção de leite em confinamento em condições de clima quente. In: Simpósio de Nutrição e Produção de Gado de Leite, 2. Belo Horizonte. **Anais...Belo Horizonte**: [s.n.], p. 5-20. 2001.
- DONIN, D.S.; HEINEMANN, R.; MOREIRA, N. Estresse térmico e suas consequências sobre as características do sêmen de machos suínos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 4, p. 456-461, 2007.
- ENCARNAÇÃO, R. O. 1989. Estresse e produção animal. In: Ciclo Internacional de Palestras Sobre Bioclimatologia Animal, 1989, Jaboaticabal. **Anais... Jaboaticabal: FUNEP**, 1989. p.111-129.
- 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. Taxa de sudção e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 4, p.763-768, 2009.
- FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; COELHO, S.G.; CARVALHO, A.U.; FERREIRA, P.M.; FACURY FILHO, E.J.; CAMPOS, W.E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 732-738, 2006.
- GUAHYBA, A.S. **Causas e consequências do estresse na produção comercial de aves**. In: IX Semana Acadêmica da Medicina Veterinária da UFSM. Santa Maria. 2000.
- MAC-LEAN, P.A.B.; BARBOSA, O.R.; JOBIM, C.C.; GASPARINO, E.; SANTOS, G.T.; FARIA, L. Comportamento e desempenho de bezerros desmamados. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, p. 409-415, 2011.
- MARTELLO, L.S.; SAVASTANO JUNIOR, H.; SILVA, S. L.; TITTO, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 181-191, 2004.
- MARTELLO, L. S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em free-stall**, 2006. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal)- Universidade de São Paulo. Pirassununga – SP.
- MELOTTO, A.; NICODEMO, M.L.; BOCCHESI, R.A.; LAURA, V. A.; GONTIJO NETO, M. M.; SCHLEDER, D. D.; POTT, A.; SILVA, V. P. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 425-432, 2009.
- MEYER, U.; STAHL, W.; FLACHOWSKY, G. Investigations on the water intake of growing bulls. **Livestock Production Science**, n. 103, p. 186-191, 2006.
- NÄÄS, I. A.; ARCARO JR, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 139-142, 2001.
- NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santos Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

- NONAKA, I.; TAKUSARI, N.; TAJIMA, K.; SUZUKI, T.; HIGUCHI, K.; KURIHARA, M. Effects of high environmental temperatures on physiological and nutritional status of prepubertal Holstein heifers. **Livestock Science**, v. 113, p. 14-23, 2008.
- OLIVEIRA NETO, S.N., REIS, G.G., REIS, M. das G.F. **Eucalipto: as questões ambientais e seu potencial para sistemas agrossilvipastoris**. IN: FERNANDES, E.N. *Sistemas Agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, Cap. 9, p. 245-282, 2007.
- PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T. **Sistema silvipastoril e pastagem exclusiva de braquiária para recria de novilhas leiteiras: massa de forragem, qualidade do pasto, consumo e ganho de peso**. EMBRAPA, Juiz de Fora, MG, p. 1-21. Jul 2006. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 20).
- PEREIRA, J.C.C. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 195p. il. 2005.
- PERISSINOTTO, M.; MOURA, D.J.; CRUZ, V.F.; SOUZA, S.R.L.; LIMA, K.A.O.; MENDES, A.S. 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, n. 5, p. 1492-1498, 2009.
- PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; MATARAZZO, S. V.; SILVA, I. J. O.; LIMA, K. A. O. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. **Engenharia Agrícola**, v. 26, p. 663-671, 2006.
- PIRES, M.F.A; CAMPOS, A.T. **Conforto animal para maior produção de leite**, Viçosa-MG, CPT, 254p. 2008.
- PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite**, EMBRAPA, Juiz de Fora, MG, p. 1-6, 2004.
- RICCI, G.D., ORSI, A.M., DOMINGUES, P.F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite – Revisão. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 3, p. 381- 390, 2013.
- ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B.; SILVA, A.L.N.; JUSTINIANO, S.V.; FREITAS, M.M.S. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v.23, n.1, p.127-132, 2010.
- RODRIGUES, A.L; SOUZA, B.B; FILHO, J.M.P. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 6, n. 2, p. 14 - 22, 2010.
- SANTOS, S.A.; McMANUS, C.; SOUZA, G. S.; SORIANO, B. M. A.; SILVA, R. A. M. S.; COMASTRI FILHO, J.A.; ABREU, U. G. P.; GARCIA, J. B. Variação da temperatura corporal e da pele de vacas e bezerros das raças Pantaneira e Nelore no Pantanal. **Archivos de Zootecnia**, v. 54, p. 237-244. 2005.
- SCHARF, B.; WAX, L. E.; AIKEN, G.E.; SPIERS, D.E. Regional differences in sweat rate response of steers to short-term heat stress. **International Journal Biometeorology**, v. 52, p. 725-32, 2008.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, p.1-18, 2000.
- SILVA, A. A. **Sistema Silvipastoril como alternativa de manejo sustentável de pastagem para produção de leite na Região Central do estado de Rondônia**. 84 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) , Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2012.
- SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; ACARARO Jr., I.; PIEDADE, S.M.S.; MOURA, D.J. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 2036-2042, 2002.
- SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. 1.ed. São Paulo: Nobel 2000. 286p.
- SMITH, T. R.; CHAPA, A.; WILLARD, S.; HERNDON, C.; WILLIAMS, R. J.; CROUCH, J.; RILEY, T.; POGUE, D. Evaporative tunnel cooling of dairy cows in Southeast I: Effect in body temperature and respiration rate. **Journal Dairy Science**, v. 89, p. 3904-3914, 2006.
- SOUZA, B.B.; SOUZA, E.D.; CEZAR, M.F.; SOUZA, W.H.; SANTOS, J.R.S.; BENICIO, T.M.A. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 275-280, 2008.
- SOUZA, E.D.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H.; CEZAR, M.F.; SANTOS, J.R.S.; TAVARES, G.P. 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.
- THATCHER, W. W. Manejo de estresse calórico e estratégias para melhorar o desempenho lactacional e reprodutivos em vacas de leite. XIV CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2010. Uberlândia, MG. **Anais...** 2010, p. 2-25.