



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, TERMOGRÁFICAS E DESEMPENHO PRODUTIVO
DE OVINOS MESTIÇOS ALIMENTADOS COM SAL FORRAGEIRO DE
FAVELEIRA (*Cnidocolus quercifolius* Pohl)**

JOÃO VINÍCIUS BARBOSA ROBERTO

**Patos-PB
2016**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, TERMOGRÁFICAS E DESEMPENHO PRODUTIVO
DE OVINOS MESTIÇOS ALIMENTADOS COM SAL FORRAGEIRO DE
FAVELEIRA (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como uma das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária.

Doutorando: João Vinícius Barbosa Roberto

Orientador: Prof. Dr. Bonifácio Benício De Souza

Patos-PB
2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR

R639r Roberto, João Vinícius Barbosa

Respostas fisiológicas, termográficas e desempenho produtivo de ovinos mestiços alimentados com sal forrageiro de faveleira (*Cnidocolus quercifolius Pohl*) / João Vinícius Barbosa Roberto. – Patos, 2016.

110f. : il. color.

Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2016.

“Orientação: Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza”

“Coorientação: Prof. Dr. Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira”

Referências.

1. Bioclimatologia.
 2. Consumo.
 3. Estresse calórico.
 4. Faveleira.
 5. Ganho de peso.
 6. Termografia.
- I. Título.

CDU 636.033

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, TERMOGRÁFICAS E DESEMPENHO
PRODUTIVO DE OVINOS MESTIÇOS ALIMENTADOS COM SAL
FORRAGEIRO DE FAVELEIRA (*Cnidocolus quercifolius* pohl).**

JOÃO VINÍCIUS BARBOSA ROBERTO

Aprovada em 01/03/2016.

BANCA EXAMINADORA



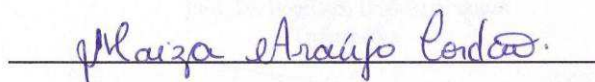
Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária/CSTR/UFCG – Patos/PB
(Orientador)



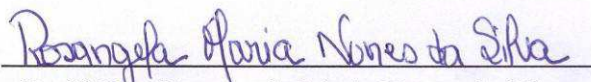
Prof. Dr. Marcílio Fontes Cezar
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária/CSTR/UFCG – Patos/PB



Prof. Dr. Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira
Centro de Ciência Agrárias, Ambientais e Biológicas/CCAAB/UFRB



Dra. Maíza Araújo Cordão
Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba/EMEPA/Emater



Prof.ª Dra. Rosângela Maria Nunes da Silva
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária/CSTR/UFCG – Patos/PB

PATOS

2016

Dedico:

Ao senhor **Deus**, por me possibilitar e capacitar-me a chegar até aqui.

A meus pais (***João Batista Roberto e Francisca Barbosa Roberto***), e à minhas irmãs **Analu
Barbosa Roberto e Sabrina Barbosa Roberto**.

Ao **Professor Dr. Bonifácio Benício de Souza**.

Agradeço

À **espiritualidade maior, ao nosso senhor Deus**, por ter me concedido todas as graças necessárias para que aqui eu chegasse!

Aos espíritos amigos e protetores que me acompanham e me protegem dia a dia, na caminhada da vida!

À **Universidade Federal de Campina grande**, Campus de Patos-PB, por todas as oportunidades e ensinamentos.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária**, da Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa.

ACAPES, pelo financiamento desta pesquisa e ao programa **REUNI/UFCG** pela bolsa concedida durante a realização do doutorado.

Ao orientador, professor Dr. **Bonifácio Benício De Souza**, por todo o aprendizado, pela dedicação, pelo apoio, pela paciência e consideração. Por me ensinar a ser uma pessoa melhor, com sua sabedoria. Por me ensinar e ajudar a ser perseverante, me impulsionando sempre à frente com otimismo e positividade. Por toda a ajuda e prontidão nos momentos de dúvidas e de necessidade. Por tudo!

Ao Co-orientador Prof. Dr. **Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira**, pelo apoio, orientação, prontidão e toda a ajuda que foi desprendida a mim, fundamental á realização deste projeto. Obrigado professor!

Aos amigos e colegas de luta, **Thaiz Iamy, Bennio Alexandre, Rafael, Thiago Gomes, Aldo, Ismael, Lucas e Caíque**, por toda a ajuda no desenvolvimento do experimento. Sem vocês, nada disso teria sido realizado. Obrigado!

À **MACROSAL**, pela doação do sal mineral utilizado nas dietas experimentais.

Ao amigo e colaborador da pesquisa, **Jaime Miguel**, por sua fundamental ajuda e ensinamentos.

Ao meu tio Jurandir Barbosa, por toda a ajuda, apoio e incentivo. Obrigado Tio Jureta!

À querida **Ana Clara Emiliano Fernandes**, com a qual dividi momentos de fundamental importância, essenciais para que eu conseguisse chegar até o fim desta jornada. Por toda a ajuda, apoio, carinho e incentivo...obrigado Aninha!

A todos os integrantes do **NUBS (Núcleo de Pesquisas Bioclimatológicas do Semiárido)**, pela amizade, por toda ajuda, pelas informações valiosas trocadas ao longo do curso, pelos vários momentos.

Aos amigos **Elisângela Nunes e Gustavo Silva**, pelo apoio nas pesquisas, pela amizade, por todo o apoio e incentivo.

A todos os **funcionários e professores do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da UFCG, em especial aos professores do curso de Medicina Veterinária**, que de alguma forma, direta ou indireta, contribuíram de forma imprescindível para que eu conseguisse chegar até aqui.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da UFCG, **Jonas Alves**, por toda informação e ajuda.

Aos **Funcionários da UFCG Campus de Patos-PB** (da prefeitura universitária, do laboratório de Nutrição Animal, aos motoristas, funcionários da fazenda Nupeárido, da biblioteca, da direção, e do restaurante) por toda a ajuda e contribuição!

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES**, pela concessão da bolsa.

Ao **amigos do estudo espírita e filosófico Emano, Marta Medeiros, André, Rogério Barros, Alesson, Paulo, Dani, Elayne, Mateus, Liane e Carlos**, com os quais dividi momentos de aprendizado, de meditação e de alegria, fundamentais ao meu crescimento e à conclusão desta tarefa.

Ao **amigo-irmão Davison Jansen**, pela amizade, apoio, pelas palavras de incentivo e por toda a ajuda!

Aos amigos vários e diversos que fiz ao longo desses quatro anos de jornada, que aqui neste momento mentalizo todos eles...Pelos vários momentos que dividimos, pelas experiências compartilhadas, meu muito obrigado!

Por fim, a **TODOS**, que direta ou indiretamente, contribuíram para que eu conseguisse realizar este sonho!

Meu Obrigado... de coração, mente e espírito!!!

Que eu continue com vontade de viver, mesmo sabendo que a vida é, em muitos momentos, uma lição difícil de ser aprendida.

Que eu permaneça com vontade de ter grandes amigos, mesmo sabendo que, com as voltas do mundo, eles vão indo embora de nossas vidas.

Que eu realmente tenha sempre a vontade de ajudar as pessoas, mesmo sabendo que muitas delas são incapazes de dever, sentir, entender ou utilizar essa ajuda.

Que eu mantenha meu equilíbrio, mesmo sabendo que muitas coisas que vejo no mundo escurecem meus olhos.

Que eu realmente tenha a minha garra, mesmo sabendo que a derrota e a perda são ingredientes tão fortes quanto o sucesso e a alegria.

Que eu atenda sempre mais à minha intuição, que sinaliza o que de mais autêntico eu possuo.

Que eu pratique mais o sentimento de justiça, mesmo em meio à turbulência dos interesses.

Que eu manifeste amor por minha família, mesmo sabendo que ela muitas vezes me exige muito para manter sua harmonia.

E, acima de tudo...

Que eu lembre sempre que todos nós fazemos parte dessa maravilhosa teia chamada vida, criada por alguém bem superior a todos nós!

E que as grandes mudanças não ocorrem por grandes feitos de alguns e, sim, nas pequenas parcelas cotidianas de todos nós!

(Todo Meu amor - Chico Xavier)

Valeu a pena? Tudo vale a pena se a alma não é pequena.

Quem quer passar além do bojador tem que passar além da dor.

Deus ao mar o perigo e o abismo deu, mas nele é que espelhou o céu

(Fernando Pessoa)

Que nessa insana lucidez eu sempre permaneça, transfigurando o que há de mais trivial em experiências únicas, moldadas pela intensa e constante metamorfose inerente ao ser, ao pensar e ao agir. (Vinícius Barbosa)

ROBERTO, João Vinícius Barbosa. “**Respostas fisiológicas, termográficas e desempenho produtivo de ovinos mestiços alimentados com sal forrageiro de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl)**”. Patos, PB: UFCG, 2016. 99p. (Tese – Doutorado em Medicina Veterinária)

RESUMO GERAL

Objetivou-se com o trabalho, avaliar o efeito da suplementação de sal forrageiro de faveleira contendo diferentes níveis de NaCl, das diferentes pelagens e dos turnos, sobre as respostas fisiológicas, hematológicas e produtivas, de ovinos mestiços, ½ sangue Dorper ½ sangue Santa Inês em confinamento, assim como também, estudar a utilização da técnica de termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. O trabalho foi realizado no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO) – UFCG. Foram utilizados 30 ovinos machos não castrados, mestiços ½ Santa Inês + ½ Dorper, confinados e alimentados com feno de capim tifton-85, água e sal forrageiro de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl), *ad libitum*. No experimento de respostas fisiológicas, os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As dietas utilizadas não promovem alterações patológicas no sangue, assim como não provocam alterações na temperatura retal e na frequência respiratória dos animais, entretanto alteram a TS e os gradientes térmicos. O turno da tarde, estimula o aumento das respostas fisiológicas e a diminuição dos gradientes térmicos. O segundo artigo trata-se de um levantamento bibliográfico a respeito da utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. Observou-se através da pesquisa, que a termografia de infravermelho é uma tecnologia que pode ser aplicada nos mais diversos campos da medicina veterinária e da produção animal, com grande eficácia e utilização nos mais diversos objetivos com as mais diferentes espécies, sendo uma importante alternativa por realizar a obtenção de dados com exatidão e precisão, preservando o bem-estar e o conforto animal. O terceiro artigo teve como objetivo avaliar o consumo e o desempenho produtivo de cordeiros mestiços, suplementados com diferentes níveis de sal forrageiro de faveleira. Utilizou-se 30 ovinos, distribuídos em um DIC, com cinco tratamentos (sais forrageiros de faveleira (SFF) com 1,3,5 e 7 % de NaCl, além do tratamento testemunha sem inclusão de SFF) e seis repetições. Verificou-se que mesmo em menores quantidades, o feno de faveleira juntamente com o tifton, foram suficientemente capazes de dispor aos animais uma quantidade adequada de nutrientes, para um bom ganho de peso diário. A inclusão de faveleira de até 99% na formulação de sal forrageiro, não prejudica o consumo voluntário de volumoso, de água e nem a ingestão de matéria seca, assim como também o ganho de peso diário, conversão e eficiência alimentar. Cordeiros suplementados com sal forrageiro de faveleira apresentam níveis de ganho de peso dentro da faixa ótima para o abate, além de bons níveis de conversão e eficiência alimentar, comprovando o potencial desta eudicotiledônea como importante alternativa na suplementação de ovinos.

Palavras-chave: comportamento, consumo, favela, frequência respiratória, ganho de peso, termografia

ROBERTO, João Vinícius Barbosa. “**Physiological and thermographic responses, and productive performance of crossbred sheep fed with faveleira fodder salt (*Cnidocolus Quercifolius Pohl*)**”. Patos, PB: UFCG, 2016. 101p. (Tese – Doutorado em Medicina Veterinária)

GENERAL ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of faveleira fodder salt supplementation with different levels of NaCl, the effect of different coats and shifts, on the physiological, hematological and productive responses of crossbred sheep, ½ blood Dorper and ½ blood Santa Inês in confinement, as well to study the use of infrared thermography in veterinary medicine and animal production. The work was carried out in the sheep sector of Research Center for the Development of Semi-Arid (NUPEÁRIDO) – UFCG. Were used 30 male sheep uncastrated crossbred (½ Santa Inês x ½ dorper) confined and fed with grass hay Tifton – 85, water and faveleira fodder salt, ad libitum. In the experiment of physiological responses the animals were distributed in a completely randomized design. The diets do not promote pathological changes in the blood, as well as not cause changes in the rectal temperature and respiratory rate of the animals, however change the ST and thermal gradients. The afternoon shift, stimulates the increase in physiological responses and the reduction of thermal gradients. The second article it is about a literature review on the use of infrared thermography in the veterinary medicine and animal production. It was observed through research, that infrared thermography is a technology that can be applied in various fields of veterinary medicine and animal production, with great efficiency and use in various objectives with the most different species, being an important alternative to conduct the collection of data with accuracy and precision, preserving the welfare and animal comfort. The third study aimed to evaluate the intake and productive performance of crossbred lambs supplemented with different levels of faveleira fodder salt. It was used 30 sheep, distributed in a completely randomized with five treatments (faveleira fodder salt (FFS) with 1, 3, 5 and 7% NaCl, besides the control treatment without inclusion of FFS) and six repetitions. It was found that even in smaller quantities, the faveleira hay together with Tifton, were able to dispose for the animals a suitable quantity of nutrient, for a good daily weight gain. The inclusion of faveleira up to 99% in the formulation of fodder salt, not affect the voluntary intake of forage, as well as does not prejudice the water consumption, the dry matter intake, the daily weight gain and the conversion and feed efficiency. Lambs supplemented with faveleira fodder salt have levels of weight gain within the optimum range for the slaughter, and good levels of conversion and feed efficiency, proving the potential this eudicotyledonea as an important alternative in the supplementation of sheep.

Keywords: behavior, consumption, favela, respiratory rate, thermography, weight gain

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	9
GENERAL ABSTRACT.....	10
SUMÁRIO.....	11
LISTA DE TABELAS.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	14
INTRODUÇÃO GERAL.....	15
CAPÍTULO 1.....	19
Respostas fisiológicas, hematológicas e gradientes térmicos de ovinos suplementados com sal forrageiro de faveleira (<i>cnidoscolus quercifolius pohl</i>), no semiárido.....	20
Resumo.....	20
Abstract.....	20
Introdução.....	21
Materialemétodos.....	22
ResultadoseDiscussão.....	25
Conclusões.....	36
Referências.....	36
CAPÍTULO 2.....	41
Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal.....	42
Resumo.....	42
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Termografiade Infravermelho (TIV) - A Técnica e Sua História.....	45
Termografia De Infravermelho Na Medicina Veterinária.....	48
Produção Animal e o Uso Da Termografia De Infravermelho.....	55
Considerações Finais.....	61
Referências.....	61
CAPÍTULO 3.....	69

Desempenho produtivo de cordeiros em terminação alimentados com sal forrageiro de faveleira (<i>Cnidocolus quercifolius Pohl</i>).....	70
Productive performance of lambs in termination fed with faveleira fodder salt (<i>Cnidocolus quercifolius Pohl</i>).....	70
Resumo.....	70
Abstract.....	71
Introdução.....	72
Material e Métodos.....	73
Resultados e Discussão.....	74
Conclusões.....	79
Referências.....	79
ANEXOS.....	86
Comprovante de submissão do capítulo 1 na revista ciência animal brasileira.....	87
Cópia do capítulo 2 publicado na forma de artigo.....	88
Cópia do capítulo 3 publicadona forma de artigo.....	100

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais.....	21
Tabela 2. Médias das variáveis ambientais, temperatura do ar (TA), temperatura do globo negro (TGN), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e umidade relativa (UR) nos turnos manhã e tarde.....	23
Tabela 3. Médias dos parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS) e dos gradientes térmicos de ovinos mestiços brancos e pretos, suplementados com sal forrageiro de faveleira contendo diferentes níveis de NaCl.....	24
Tabela 4. Médias dos parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS) e dos gradientes térmicos, em função dos turnos manhã e tarde, em ovinos suplementados com sal forrageiro de faveleira contendo diferentes níveis de NaCl.....	28
Tabela 5. Médias das variáveis hematológicas hemácias (HE), volume globular (VG), hemoglobina (Hb), leucócitos (LEC), volume globular médio (VGM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), de ovinos mestiços brancos e pretos, suplementados com diferentes níveis de NaCl na formulação de sal forrageiro de faveleira.....	30

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Níveis de garantia por 100 g do sal mineral utilizado e valores de referência.....	81
Tabela 2. Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais.....	81
Tabela 3. Ingestão diária de matéria seca (IDMS), de feno de tifton (IDF), de sal forrageiro de faveleira (IDSF), ingestão diária de sal mineral (ISM), ingestão diária de água (IAD), relação entre o consumo de matéria seca e o peso vivo (RCMSPV), em função dos diferentes níveis de faveleira na formulação do sal forrageiro.....	82
Tabela 4. Ganho de peso médio diário (GPMD), Peso vivo inicial (PI), peso vivo final (PF), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) em função dos diferentes níveis de faveleira na formulação do sal forrageiro.....	83

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura1. Sistema óptico do Termovisor. Fonte: Maldague (2001).....	44
Figura2. Termograma de um canino apresentando áreas de hiperradiação associada a angiogênese associadas ao tumor, na região das mamas. Fonte: Reis et al (2010).....	49
Figura3. Termogramas da mama de ovelhas. A) sem alteração B) Nódulos pequenos nas duas metades C) Nódulo média na esquerda e grande na direita D) Consistência diminuída em ambas as metades. Fonte: Nogueira et al (2013).....	50
Figura4. Obtenção da temperatura superficial de diferentes regiões de equinos de hipismo submetidos a treinamento: A) Membros anteriores B) Peitoral C) Garupa D) Pescoço Fonte: Arquivo Particular do autor.....	51
Figura5. Avaliação termográfica da região dorsal da coluna de um equino. Pontos quentes referentes a processo inflamatório (setas brancas). Fonte (Figueiredo et al 2012).....	52
Figura6. Utilização da termografia de infravermelho na avaliação da temperatura superficial e do estresse ambiental em animais selvagens criados em zoológico. A) e C) Imagem visível de um leão (<i>Panthera leo</i>) B) e D) Termograma de um leão (<i>Panthera leo</i>) E) Imagem visível de Onça Pintada (<i>Panthera onca</i>) F) Termograma de Onça Pintada (<i>Panthera onca</i>). Fonte: Arquivo Particular do Autor.....	53
Figura7. Imagem de luz visível de caprino e seu termograma. Fonte: Arquivo Particular do Autor.....	54
Figura8. Termograma de ave mostrando área de coleta das temperaturas superficiais das penas (CP) e da pele (SP). Fonte: Nascimento et al (2011).....	57

INTRODUÇÃO GERAL

A produção animal no Nordeste do Brasil é uma atividade que em muito depende da criação de pequenos ruminantes. Dentre estes, a espécie ovina é uma das mais difundidas no país, devido a sua rusticidade, permitindo assim a adaptação às mais variadas condições de meio ambiente, desde regiões montanhosas mais frias, até as zonas áridas e semiáridas.

Esses animais em sua maioria são criados de forma extensiva, sendo que a principal limitação ao uso das pastagens no Brasil é a estacionalidade produtiva causada principalmente por fatores climáticos, como baixa umidade e irregularidades das precipitações durante os períodos de seca. Assim, a sustentabilidade desses sistemas extensivos de produção fica totalmente dependente do manejo adequado das pastagens.

Segundo Oliveira (2002), as técnicas de formação e de tratos culturais das pastagens no ecossistema de caatinga estão equivocadas e para que se obtenham maiores níveis de produtividade, é preciso levar em consideração a riqueza de plantas eudicotiledôneas com valores forrageiros e provenientes da flora nativa.

A preservação da vegetação nativa torna-se indispensável, pois as eudicotiledôneas, com seu sistema radicular pivotante (profundo), são capazes de buscar água e outros nutrientes mais profundamente no solo, o que lhes permite uma maior capacidade de rebrota e, por consequência, uma maior produção de matéria seca ao longo do ano. Assim, as eudicotiledôneas maximizam a utilização do nutriente água, um fator limitante à produção das pastagens no ecossistema de caatinga (OLIVEIRA et al., 2010).

As forrageiras arbóreo-arbustivas apresentam uma produção de matéria seca cuja produtividade pode chegar a superar aquela das gramíneas exóticas. Isto ocorre porque, formam uma fronda com área bastante superior àquela de solo ocupado por seu caule e a sua produção de fitomassa é proporcional ao volume de sua copa e não da área ocupada pela planta na superfície do solo (OLIVEIRA, 2004).

Segundo Ben Salem (2010), o grande entrave do sistema de produção extensivo, é que na época de estiagem, os nutrientes dos recursos alimentares disponíveis aos animais são tão baixos e desequilibrados que há necessidade de suplementação. Porém, Tosi (1999) afirma que, mesmo em épocas desfavoráveis, os animais podem ter seu crescimento contínuo, desde que recebam suplementação alimentar estratégica que permita ganho moderado, porém importante para o crescimento.

Uma estratégia de suplementação adequada seria aquela destinada a maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível, buscando melhor eficiência da digestão e do metabolismo (PAULINO et al, 2002).

Dentre os nutrientes essenciais, a proteína tem sido o mais limitante no período de seca, e conseqüentemente, o de maior prioridade para suplementação. Sua participação na dieta do animal é fundamental para manter a atividade microbiana, visto que alterações nas populações dos microorganismos ruminais (protozoários, fungos e bactérias) podem interferir na digestibilidade e no consumo por parte dos animais. Além da proteína, os carboidratos contidos nas forrageiras são as principais fontes de energia para os ruminantes, com destaque à celulose e hemicelulose, necessários para manutenção e crescimento da flora microbiana dos ruminantes (MEDEIROS, 2002).

Assim, uma das técnicas viáveis de serem utilizadas para superar a limitação no uso das pastagens no semiárido é a suplementação com sal forrageiro. Alternativa que possibilita a redução do custo de suplementação alimentar por poder ser confeccionado utilizando forrageiras eudicotiledôneas nativas ou exóticas existentes na propriedade rural.

O sal forrageiro é definido como uma mistura de sal mineral com feno moído de forrageira(s) eudicotiledônea(s), preferencialmente de alto valor protéico (OLIVEIRA et al., 2010).

A faveleira ou favela (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl), é uma planta xerófila da família Euphorbiaceae, de porte arbóreo, com aproximadamente cinco metros de altura (Santos et al., 2006). Destaca-se no meio das plantas da caatinga pela sua extraordinária resistência à seca e constituir importante fonte alimentar para a fauna, sendo bastante utilizada na alimentação animal assim como também para a produção de medicamentos, madeira e a recuperação de área degradadas (MAIA, 2004; ARRIEL et al. 2006; CAMPOS 2008).

Drumond et al. (2007) analisaram diversas variáveis bromatológicas e obtiveram como resultado os valores de $19,15 \pm 3,35$ e $65,47 \pm 4,23$, respectivamente, para proteína bruta (% da MS) e digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS em %) das folhas da faveleira. Como conclusão, os autores ressaltaram que os altos valores de PB e DIVMS das folhas da faveleira são indicativos que justificam a demanda de novas pesquisas, envolvendo o desenvolvimento de práticas de manejo cultural, colheita e produção de forragem conservada (feno ou silagem), consumo, digestibilidade “in vivo” e desempenho de animais.

Além do fator nutricional, o fator bem-estar é de fundamental importância para o sucesso de qualquer atividade produtiva.

Nesse contexto, com a importância que o bem-estar animal tem assumido nos mais diversos campos da medicina veterinária e da produção animal, tornou-se imprescindível a realização de pesquisas que visem trazer informações no sentido de melhorar e auxiliar o conforto térmico animal e ambiental, assim como também a utilização de novas tecnologias

que sirvam como alternativas para precisar o impacto dos fatores ambientais na produção animal, dando suporte à decisão e promovendo a saúde e o bem-estar animal, destacando-se assim, a termografia de infravermelho.

Desta forma, objetivou-se com o trabalho, avaliar o efeito da suplementação de sal forrageiro de faveleira contendo diferentes níveis de NaCl, das diferentes pelagens e dos turnos, sobre as respostas fisiológicas, hematológicas e produtivas, de ovinos mestiços, ½ sangue Dorper ½ sangue Santa Inês em confinamento.

REFERÊNCIAS

- ARRIEL, E. F.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D.; BAKKE, O. A.; ARRIEL, N. H. C. Divergência genética entre progênes de *Cnidoscolus phyllacanthus* submetidas a três regimes hídricos. **Científica**. Vol. 34, n.2, p. 229-237, 2006.
- BEN SALEM, H. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.337-347, 2010 (supl. especial).
- CAMPOS, R. S. **Avaliação da ação clastogênica do óleo da semente de *Cnidoscolus phyllacanthus* (Mart.) Pax. Et. K. Hoffm em células de medula óssea de camundongos.** Patos, UFCG. 2008. 41p. (Trabalho de conclusão de curso em Medicina Veterinária).
- DRUMOND, M. A.; SALVIANO, L. M. C.; CAVALCANTI, N. B. Produção, distribuição da biomassa e composição bromatológica da parte aérea da faveleira. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, Recife, v. 2, n. 4, p. 308-310, 2007.
- MAIA, G. M. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades.** São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413 p.
- MEDEIROS, F.S. **Enfoques atuais sobre a bioquímica ruminal.** Porto Alegre: UFRGS, 2002. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/bioquim_rumen.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2015.
- OLIVEIRA, G.J.C. Nutrição, produtividade e rentabilidade econômica na caprino-ovinocultura de corte. In: ENCONTRO DE CAPRINO-OVINOCULTORES DE CORTE DA BAHIA, 2., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação dos Criadores de Caprinos e Ovinos da Bahia, 2002. p.01-15.
- OLIVEIRA, G.J.C. Produção de ovinos e caprinos de corte no semi-árido. In: ENCONTRO DE CAPRINO-OVINOCULTORES DE CORTE DA BAHIA, 4., 2004, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação dos Criadores de Caprinos e Ovinos da Bahia, 2004. p. 07-17.
- OLIVEIRA, G.J.C.; JAEGER, S.M.P.L.; BAGALDO, A.R.; OLIVEIRA, P.A. Fodder salt fed to small ruminants. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V. 39, p. 1-5, 2010.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Soja grão e caroço de algodão em suplementos múltiplos para terminação de bovinos mestiços em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.484-491, 2002.

SANTOS, J. C. O. et al. Química e bromatológica da faveleira (*Cnidocolus quercifolius*). **Periódico Tchê Química**, Porto Alegre, v. 3, n. 5, p.31-42, 2006.

TOSI, H. Suplementação Mineral em Pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ 1999. 159p.

CAPÍTULO 1

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, HEMATOLÓGICAS E GRADIENTES TÉRMICOS DE OVINOS SUPLEMENTADOS COM SAL FORRAGEIRO DE FAVELEIRA (*cnidoscolus quercifolius pohl*), NO SEMIÁRIDO

(Manuscrito submetido à Revista Ciência Animal Brasileira)

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, HEMATOLÓGICAS E GRADIENTES TÉRMICOS DE OVINOS SUPLEMENTADOS COM SAL FORRAGEIRO DE FAVELEIRA (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl), NO SEMIÁRIDO

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação de sal forrageiro de faveleira com diferentes níveis de NaCl (1,3,5 e 7%), de diferentes pelagens e dos turnos, sobre as respostas fisiológicas, hematológicas e gradientes térmicos de ovinos, no semiárido. Utilizou-se 30 ovinos, em um DIC, com 4 diferentes níveis de NaCl na formulação do sal forrageiro de faveleira, duas pelagens (branca e preta) e dois turnos (manhã e tarde). A temperatura ambiente da tarde apresentou-se acima da temperatura máxima da zona de conforto térmico para ovinos. Não houve efeito das pelagens e dos níveis de sal forrageiro sobre os parâmetros fisiológicos. Para os gradientes térmicos, também não observou-se efeito das dietas e das pelagens. Verificou-se efeito dos níveis de sal forrageiro sobre leucócitos, volume globular médio e a concentração de hemoglobina corpuscular média. As dietas utilizadas não promovem alterações patológicas no sangue, assim como não provocam alterações nos parâmetros fisiológicos e nos gradientes térmicos. O turno da tarde, estimula o aumento das respostas fisiológicas e a diminuição dos gradientes térmicos.

Palavras – Chave: bioclimatologia; estresse térmico; hematologia; pelagem; suplementação.

PHYSIOLOGICAL AND HEMATOLOGICAL RESPONSES AND THERMAL GRADIENTS OF SHEEP SUPPLEMENTED WITH FAVELEIRA (*cnidoscolus quercifolius pohl*) FODDER SALT IN THE SEMIARID

Abstract: Aimed to evaluate the effect of faveleira fodder salt supplementation with different levels of NaCl (1,3,5 and 7%), different coats and the shifts, on the physiological and hematological responses and thermal gradients of sheep in the semiarid region. Were used thirty sheep, in a completely randomized design with 4 different levels of NaCl in the formulation faveleira fodder salt, two coats (white and black) and two shifts (morning and afternoon). The afternoon temperature presented above the maximum temperature of the thermal comfort zone for sheep. There was no effect of the coats and the levels of fodder salt on the physiological parameters. For the thermal gradients also no observed effect of diets and coats. It was verified effect of levels of fodder salt on the leukocytes, mean corpuscular volume and mean corpuscular hemoglobin concentration. The diets used does not promote pathological changes in the blood, and do not cause changes in the in the physiological parameters and thermal gradients. The afternoon shift, stimulates the increased of the physiological responses and the reduction of thermal gradients.

Key words: bioclimatology; heat stress; hematology; coat; supplementation.

INTRODUÇÃO

O Brasil, sobretudo a região Nordeste, apresenta um grande potencial para a exploração de pequenos ruminantes, e nesse aspecto, a ovinocultura está cada vez mais assumindo um importante papel dentro do cenário agropecuário da região. Entretanto, para o correto estabelecimento de um sistema de criação animal economicamente viável e sustentável e também do ponto de vista ecológico-ambiental, faz-se necessário a acuidade na observância da interação animal-ambiente e a escolha de genótipos que melhor se adaptem às condições ambientais locais.

Segundo o painel brasileiro de mudanças climáticas, PBMC (2013)⁽¹⁾, as projeções apresentadas apontam que a região Nordeste será potencialmente uma das mais afetadas pelas mudanças climáticas até o final do século, com aumento da temperatura entre 3,5 e 4,5°C, agravamento do déficit hídrico e diminuição de 40 a 50% na distribuição das chuvas, sendo essas mudanças fatores responsáveis por uma possível desertificação do bioma caatinga ⁽¹⁾.

Assim, a produção e a disponibilidade constante de alimentos são dois dos principais desafios a serem enfrentados na busca de uma maior eficiência dos sistemas de produção animal no semiárido, de forma que o uso racional e sustentável do bioma Caatinga se faz de extrema importância neste contexto.

Tecnologias pioneiras têm sido desenvolvidas com o objetivo de serem utilizadas pelos produtores rurais, associando fontes nutricionais disponíveis ou produzidas a baixo custo nas propriedades rurais, a exemplo do sal forrageiro de faveleira (*Cnidocolus quercifolius Pohl*), apontada como importante forrageira nativa para a suplementação alimentar de ovinos no período da seca, tornando a pecuária menos vulnerável a situações de crise, como por exemplo, a crise hídrica, melhorando a produtividade dos rebanhos, e conseqüentemente, garantindo sua sustentabilidade.

Outro caminho para uma melhor produção animal no semiárido é o conhecimento do comportamento fisiológico dos animais, visando a seleção de animais mais bem adaptados às condições climáticas da região, e nesse contexto, o estudo das variáveis fisiológicas, hematológicas e dos gradientes térmicos, assumem um papel preponderante, como indicadores de estresse térmico e de adaptabilidade animal.

Baccari Junior (2001)⁽²⁾ relata que, além das altas temperaturas, que provocam nos animais estresse térmico, a ingestão de alimentos também influencia a produção de calor nos ruminantes e, ainda, que tanto a quantidade quanto a qualidade do alimento interferem na produção do calor endógeno, com conseqüente aumento das variáveis fisiológicas.

Portanto, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito da suplementação de sal forrageiro de faveleira com diferentes níveis de NaCl (1,3,5 e 7%), de diferentes pelagens e dos turnos, sobre as respostas fisiológicas, hematológicas e gradientes térmicos de ovinos mestiços, no semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEARIDO), pertencente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Campus de Patos, no período de setembro de 2012 a outubro de 2012, totalizando 55 dias de experimento, sendo 10 dias de adaptação.

O município está localizado na mesorregião do Sertão Paraibano (latitude 07°01'04" S, longitude 37°16'40" W e altitude de 242 m) e é caracterizado por apresentar, segundo a classificação de Köppen (1948), um clima do tipo semiárido e quente (BSh), um regime pluviométrico diferenciado em duas estações, uma úmida, com duração de 3-4 meses, quando ocorrem cerca de 80% das precipitações anuais; a outra seca, que se estende pelos meses restantes do ano ⁽³⁾.

Foram utilizados 30 ovinos machos não castrados, mestiços ½ Santa Inês + ½ Dorper, com aproximadamente 150 dias de idade, peso vivo médio de $24,4 \pm 3,32$ kg, confinados em baias individuais de 1m^2 , contendo comedouro, saleiro e bebedouro, e alimentados com feno de capim tifton-85 (FCT-85), água e sal forrageiro de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl), *ad libitum*.

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. Foram realizadas duas diferentes análises: Uma, comparando-se o efeito da suplementação contendo sal forrageiro de faveleira com diferentes níveis de NaCl (Tratamento 1 - 1% de sal mineral + 99% de feno de faveleira; Tratamento 2 - 3% de sal mineral + 97% de feno de faveleira; Tratamento 3 - 5% de sal mineral + 95% de feno de faveleira; Tratamento 4 - 7% de sal mineral + 93% de feno de faveleira e Tratamento 5 - 100 % de sal mineral) e das diferentes pelagens (branca e preta). E outra análise, comparando-se o efeito das pelagens e dos turnos (manhã e tarde). Para a primeira análise, os animais foram distribuídos num esquema fatorial 5 x 2 (cinco diferentes dietas e duas pelagens), com 3 repetições. Para a segunda análise os animais foram distribuídos num esquema fatorial 2 x 2 (duas pelagens e dois turnos), com 15 repetições.

Os dados foram analisados por meio da análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais

Componentes (% MS)	Feno de Tifton	Feno de Faveleira
Matéria Seca	97,73	95,11
Matéria Orgânica	90,89	89,33
Cinzas	9,11	10,67
Proteína Bruta	7,49	11,32
Extrato Etéreo	6,67	6,51
Energia Bruta	3,84	3,797
Fibra em Detergente Neutro	69,00	41,86
Fibra em detergente ácido	36,11	35,25
Lignina	31,52	25,58

As variáveis ambientais temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR) e temperatura do globo negro (TGN) foram registradas diariamente a cada hora, durante todo o experimento, através de um datalogger tipo hobo com cabo externo acoplado ao globo negro, e instalado no local de abrigo dos animais. Para o turno da manhã, tomou-se para análise, os dados registrados às 8h35min, e para o turno da tarde, os dados registrados às 14h35min. Com os dados ambientais obtidos foram calculados o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), de acordo com a fórmula: $Tgn + 0,36 * Tpo + 41,5$ ⁽⁴⁾.

Os parâmetros fisiológicos foram aferidos durante todo o período experimental, duas vezes por semana, às 8 horas da manhã e às 15 horas, totalizando cinco aferições em cada turno.

Para obtenção da temperatura retal (TR) utilizou-se um termômetro clínico digital com escala de 32 °C a 43,9 °C, sendo este introduzido no reto do animal, de forma que o bulbo foi mantido em contato com a mucosa, permanecendo assim por um período até que emitisse um sinal sonoro, que indicava a estabilização da temperatura. A frequência respiratória foi obtida mediante a ausculta indireta dos sons respiratórios, em um minuto, com o uso de um

estetoscópio flexível colocado sobre a região torácica, e registrados em movimentos por minuto.

A temperatura superficial foi obtida através de uma câmera termográfica de infravermelho (Fluke Ti 25) e todas as imagens foram realizadas do lado direito do animal. Posteriormente os termogramas foram analisados pelo software Smartview versão 3.1, através do qual foram obtidas temperaturas médias das regiões em estudo (tronco, pescoço e cabeça), considerando-se a emissividade de 0,98. Os gradientes foram calculados por diferença entre as médias de temperatura retal e temperatura superficial, para o TRTS e pela diferença entre as médias de temperatura superficial e temperatura ambiente, para TS-TA.

Para as determinações hematológicas, foram coletadas, através da venipunção da jugular, em tubos a vácuo contendo o anticoagulante EDTA (etileno diamino tetra acetato de sódio a 10%), amostras de 5 mL de sangue de cada animal. As coletas foram realizadas às 7 horas da manhã, no início, meio e fim do experimento, totalizando 3 coletas durante os 55 dias de experimento. As amostras foram mantidas refrigeradas em isopor com gelo até sua chegada ao Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário-CSTR-UFMG, onde, no prazo de 24 horas, concluiu-se o eritograma (contagem de hemácias, volume globular, concentração de hemoglobina, determinação dos índices hematimétricos: volume corpuscular médio e concentração de hemoglobina corpuscular média) e o leucograma (contagem total e diferencial de leucócitos).

As contagens de hemáceas (HE) foram realizadas em câmara do tipo Neubauer modificada e, para tanto, a diluição das células foi feita utilizando-se pipeta semi-automática de 20 microlitros⁽⁵⁾. Para determinação do volume globular (VG), foi utilizada a técnica do microhematócrito por 15 minutos, conforme descrito por Ayres et al (2001)⁽⁶⁾, na qual utilizaram-se tubos capilares homogêneos de 75 milímetros de comprimento por um milímetro de diâmetro.

A determinação do teor de hemoglobina (Hb) foi realizada pelo método da cianometahemoglobina, a qual consistiu em colocar 5 mL do reagente em um tubo de ensaio e acrescentar 20 microlitros da amostra; misturou-se e deixou-se e após cinco minutos de repouso, procedeu-se à leitura utilizando o analisador bioquímico automático, BIOPLUS 2000, com auxílio de kit comercial próprio para dosagem de hemoglobina, Labtest Diagnóstico, e o resultado foi expresso em grama por decilitro.

A contagem do número total de leucócitos foi realizada em Câmara de Neubauer modificada, sendo as amostras de sangue diluídas, na proporção de 1:20, utilizando-se como solução diluidora o líquido de Turk. Com o sangue “in natura” foram distendidos dois

esfregaços sanguíneos destinados à contagem diferencial de leucócitos. Esses esfregaços, após secarem, foram corados utilizando-se o corante rápido do tipo Romanowsky (panótico rápido), segundo técnica padronizada para os animais por Viana et al.(2002)⁽⁷⁾. Em cada esfregaço sanguíneo foram diferenciados 100 leucócitos classificados e lidos em microscópio em aumento de 1000x, de acordo com suas características morfológicas e tintoriais, em neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos.

Os índices hematimétricos absolutos: volume globular médio (VGM) e concentração de hemoglobina globular média (CHGM) foram obtidos a partir da contagem do número de HE, do VG e do teor de Hb ⁽⁸⁾. Foram avaliados os valores médios de HE, HB, VG, HCM, CHCM e VCM.

Os dados foram analisados por meio da análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O experimento foi considerado aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa (CEP) da UFCG/CSTR, com o protocolo CEP nº 168-2014.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das variáveis ambientais temperatura ambiente (TA), temperatura do globo negro (TGN), umidade relativa (UR) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) nos turnos manhã e tarde encontram-se na Tabela 2. A análise de variância revelou efeito de turno ($p < 0,05$) para todas as variáveis ambientais.

Tabela 2. Médias das variáveis ambientais, temperatura do ar (TA), temperatura do globo negro (TGN), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e umidade relativa (UR) nos turnos manhã e tarde.

Variáveis ambientais e ITGU	Turnos		
	Manhã	Tarde	CV (%)
TA (°C)	29,40 b	36,64 a	3,12
TGN (°C)	29,25 b	36,52 a	2,78
ITGU	77,00 b	83,24 a	1,25
UR (%)	47,54 a	26,76 b	11,23

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$) pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

A temperatura ambiente registrada no turno da tarde (36,64°C) apresentou-se acima da temperatura máxima da zona de conforto térmico para ovinos, que de acordo com Baeta e Souza (2010)⁽⁹⁾, é de 20°C a 30°C. Considerando-se as temperaturas da zona de conforto térmico para ovinos definidas por Baeta e Souza (2010)⁽⁹⁾, verifica-se que mesmo no turno da manhã as temperaturas ambientais ficaram apenas 0,6°C abaixo da temperatura máxima da zona de conforto térmico para ovinos, evidenciando um ambiente que mesmo na sombra e na parte da manhã, apresentou altas temperaturas, o que foi confirmado pelo ITGU, que apresentou valor no turno da tarde de 83,24, considerado alto, indicando uma condição de estresse médio-alto para ovinos⁽¹⁰⁾.

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é um dos parâmetros ambientais mais utilizados para determinação do conforto ambiental e leva em consideração a velocidade do vento e também a radiação térmica, fatores ambientais importantes para animais criados em pasto, mas também para animais criados em confinamento.

Observando as médias de ITGU verifica-se que houve efeito de turnos, sendo as maiores médias encontradas no turno da tarde (83,24), indicando que as condições termohigrométricas nesse turno provocam nos animais, mesmo os criados em confinamento, uma condição de desconforto térmico, o que pode ser evidenciado pelo fato de que os animais também apresentaram um aumento significativo de suas respostas fisiológicas nesse turno.

As médias dos parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura superficial (TS), e dos gradientes térmicos entre temperatura retal e temperatura superficial (TRTS) e temperatura superficial e temperatura ambiente (TSTA), em função das diferentes dietas e das diferentes pelagens, encontram-se na tabela 3.

Tabela 3. Médias dos parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS) e dos gradientes térmicos de ovinos mestiços brancos e pretos, suplementados com sal forrageiro de faveleira contendo diferentes níveis de NaCl.

Parâmetros	Proporção de faveleira: sal mineral (%)						Pelagens		
	99-1	97-3	95-5	93-7	0-100	CV (%)	Branca	Preta	CV (%)
TR (°C)	39,13	39,13	39,12	38,96	39,00	1,19	39,07	39,07	0,61
FR (mov./min.)	62,60	62,87	61,63	62,73	56,33	33,06	63,96	58,50	24,13
TS (°C)	36,87	37,46	37,38	37,63	37,54	3,28	37,40	37,35	1,38
TR-TS (°C)	2,26	1,67	1,73	1,32	1,47	54,70	1,67	1,61	39,43
TS-TA(°C)	3,85	4,44	4,36	4,61	4,52	64,82	4,37	4,33	11,89

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A análise de variância não revelou efeito significativo ($p > 0,05$) de nenhum dos níveis de inclusão de faveleira sobre a temperatura retal, frequência respiratória e temperatura superficial.

Um aumento da TR significa que o animal está estocando calor, e se não houver dissipação, o estresse por calor se manifesta.

Vários são os fatores que podem causar variação nessa temperatura, entre eles: idade, sexo, período do dia, estação do ano, exercício físico, ingestão e digestão de alimentos.

Para Baccari Junior (2001) ⁽²⁾, além das altas temperaturas, que pode provocar aos animais, estresse térmico, a ingestão de alimentos também pode influenciar a produção de calor nos ruminantes e, ainda, que tanto a quantidade quanto a qualidade do alimento interferem na produção do calor endógeno, com consequente aumento das variáveis fisiológicas.

De acordo com Silva (2000) ⁽¹¹⁾, a faixa normal de variação da temperatura corporal para a espécie ovina é de 38,9 e 40,5 °C. Assim, com base nestes valores, pode-se afirmar que as médias de TR registradas no presente trabalho estão dentro do padrão normal para ovinos.

Para as médias de FR, não observou-se efeito ($p > 0,05$) da suplementação. Os animais do experimento demonstraram médias de FR acima dos valores de referência, que segundo Reece (2006) ⁽¹²⁾, é de 16 a 34 mov/min. Em relação à quantificação da severidade do estresse calórico, os animais apresentaram médias de FR que podem ser classificadas como indicativas de estresse baixo a médio-alto, pois, de acordo com Silanikove (2000) ⁽¹³⁾, FRs de 40-60, 60-80 e 80-120 mov/min caracterizam respectivamente, estresse baixo, médio-alto e alto para os pequenos ruminantes.

Para as médias de TS, também não observou-se efeito ($p > 0,05$) das diferentes dietas estudadas, semelhante ao que foi registrado por Cordão et al. (2010) ⁽¹⁴⁾, que trabalhando com ovinos em confinamento suplementados com diferentes dietas, não observaram efeito das diferentes dietas sobre a TS. O mesmo foi registrado por Silva et al. (2006a) ⁽¹⁵⁾ em trabalho com caprinos mestiços, os quais constataram que diferentes níveis de proteína e lipídios na dieta não estavam associados a quaisquer diferenças entre os parâmetros fisiológicos.

A ausência de efeito dos diferentes níveis de NaCl na formulação do sal forrageiro de faveleira sobre os parâmetros fisiológicos estudados, provavelmente ocorreu devido à boa capacidade termorregulatória e de tolerância ao calor dos ovinos mestiços ½ Santa Inês + ½ Dorper, que mesmo em ambiente considerado de estresse médio-alto e elevando suas taxas

respiratórias, o sistema termorregulador dos animais foi eficiente em manter a homeotermia, mantendo a temperatura corporal dentro dos limites normais. E também devido à faveleira se tratar muito provavelmente de um alimento que, por suas características bromatológicas (alta digestibilidade), proporciona pouco incremento calórico aos animais, não prejudicando sua homeotermia.

Com relação aos tipos de pelagem, a análise de variância não revelou efeito significativo das mesmas ($p>0,05$) sobre nenhum dos parâmetros fisiológicos, apresentando-se estes dentro dos padrões de normalidade para espécie. Isso pode ser explicado pelo fato dos animais pertencerem a raças que apresentam boa aclimatação aos climas quentes e portanto, já estarem bem adaptados à região semiárida; e também por estarem em ambiente confinado, livres da radiação solar direta.

Batista et al. (2014)⁽¹⁶⁾, trabalhando também com ovinos mestiços $\frac{1}{2}$ Santa Inês + $\frac{1}{2}$ Dorper com pelames branco e preto, no semiárido e em confinamento, também não registraram efeito das diferentes pelagens sobre a TR e FR dos animais, e afirmaram que os resultados encontrados se devem provavelmente ao fato de que estes animais já se encontram bem adaptados à região semiárida e possuem a capacidade de manter a homeotermia durante os períodos de maior intensidade de calor, concordando com o observado no presente experimento.

Semelhante ao que foi observado na presente pesquisa, Veríssimo et al. (2009)⁽¹⁷⁾, em trabalho para avaliar a tolerância ao calor em ovelhas da raça Santa Inês de pelame claro e escuro, também não observaram efeito da coloração do pelame sobre a temperatura retal dos animais e ainda concluíram que a cor do pelame não interfere na tolerância ao calor de ovinos Santa Inês a climas quentes.

Em relação à TS dos animais pretos e brancos do presente experimento, a análise de variância não revelou efeito das pelagens diferentes sobre a TS ($p>0,05$). Os animais apresentaram uma média de TS de 37,38 °C.

Dias et al. (2007)⁽¹⁸⁾, trabalhando com ovinos da raça Santa Inês de pelame branco, castanho e preto, também não verificaram efeito significativo ($p>0,05$) de diferentes cores de pelame sobre a TS dos animais. Por outro lado, Veríssimo et al. (2009)⁽¹⁷⁾, trabalhando com ovinos Santa Inês de pelame claro e escuro, observaram efeito da cor da pelagem para a TS, sendo as maiores médias verificadas para os animais de pelame escuro. Porém, os animais deste experimento foram criados a pasto, diferentemente dos animais da presente pesquisa.

Sabe-se que pelagens escuras tendem a absorver mais radiação do que pelagens brancas, que são mais refletivas, tendendo assim, a apresentar uma maior temperatura

superficial do que o pelame branco, porém isso não ocorreu na presente pesquisa. Isto pode ser explicado devido ao fato de que os animais estavam à sombra, sob abrigo da radiação solar direta. Não havendo influência da radiação solar diretamente sobre a pelagem dos animais, o pelame destes se comportou termicamente semelhante entre todos os tratamentos, o que evidencia a importância do fornecimento de sombra nos sistemas de produção animal no semiárido.

Para os gradientes térmicos entre TR-TS e TS-TA, também não verificou-se efeito ($p>0,05$) dos diferentes níveis de sal forrageiro utilizados, assim como também das diferentes pelagens (tabela 3).

Segundo Habeeb et al. (1992)⁽¹⁹⁾, o redirecionamento do fluxo sanguíneo e a vasodilatação facilitam a dissipação do calor por mecanismos não- evaporativos, entretanto a eficácia desses mecanismos depende do gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente.

A existência de um gradiente entre a superfície do animal e o meio é um fator preponderante para dissipação de calor pelos mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação) e quanto maior a temperatura ambiente, menor o gradiente e conseqüentemente, menor capacidade do animal em dissipar calor pelos meios não evaporativos.

Sabendo-se que a eficiência dos mecanismos termorreguladores dos animais depende do gradiente entre o corpo do animal e o ambiente, e que quanto maior o gradiente térmico maior será a dissipação de calor, pode-se afirmar através da análise de variância, que os animais apresentaram uma dissipação de calor estatisticamente semelhante entre os diferentes tratamentos utilizados e também entre os animais com pelagem diferente.

No que diz respeito aos turnos manhã e tarde, as médias dos parâmetros fisiológicos estudados estão apresentados na tabela 4.

A análise de variância demonstra efeito significativo ($p<0,05$) destes sobre todos os parâmetros estudados, sendo as maiores médias observadas no turno da tarde, para os parâmetros TR, FR e TS, e para os gradientes, as maiores médias observadas no turno da manhã, evidenciando a influência direta e significativa da temperatura ambiente na elevação das respostas fisiológicas dos animais.

Tabela 4. Médias dos parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS) e dos gradientes térmicos, em função dos turnos manhã e tarde, em ovinos suplementados com sal forrageiro de faveleira contendo diferentes níveis de NaCl.

Parâmetros	Turnos		CV (%)
	Manhã	Tarde	
TR (°C)	38,69 b	39,44 a	0,61
FR (mov./min.)	48,77 b	73,69 a	24,13
TS (°C)	36,31b	38,44a	1,38
TR-TS (°C)	2,38 a	0,99 b	39,43
TS-TA(°C)	6,91 a	1,80 b	11,89

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Segundo Medeiros et al. (2015)⁽²⁰⁾, em animais que são normalmente ativos durante o dia, há uma variação normal na temperatura corporal, que é mínima, pela manhã e máxima no início da tarde. Todavia, sob estresse térmico, notadamente no período da tarde, esta variação é muito marcante, evidenciando nesse período uma hipertermia. Tal fato faz com que a temperatura ambiente à tarde venha a ser a origem da temperatura corporal elevada dos animais nos trópicos, principalmente no período primavera e verão.

A taxa elevada da FR encontrada neste estudo traduz uma resposta para o aumento na TR à tarde, como um mecanismo que os animais utilizam para poder dissipar o calor corporal.

Roberto et al. (2014a)⁽²¹⁾, ao avaliarem a influência das variações do clima ao longo do dia sobre os mecanismos termorreguladores de caprinos no semiárido paraibano, também observaram efeito de turnos para as respostas fisiológicas, afirmando que estas aumentam gradativamente no decorrer do dia, até atingirem seus valores máximos no turno da tarde, mais precisamente entre às 14 e 15 horas. Estes autores afirmaram que a elevação das variáveis fisiológicas no turno da tarde está diretamente relacionada ao aumento da radiação solar incidente, mesmo em ambiente confinado, e elevação das variáveis TA, TGN e ITGU, corroborando com o observado no presente experimento.

Levando-se em consideração a elevação dos fatores climáticos no decorrer do dia, verifica-se que os animais não apresentaram TR fora dos padrões normais para a espécie (até 40°C). Tal comportamento sugere que o sistema termorregulador foi usado com eficiência, já que a TR dos animais se encontram dentro da normalidade, sendo a temperatura do ar um parâmetro climático importante na estimativa do efeito do clima sobre o comportamento fisiológico do animal ⁽²²⁾.

Em relação à FR, o efeito de turnos mostra que do turno da manhã para o turno da tarde os animais utilizaram mais intensamente a via de dissipação de calor insensível através da elevação dos movimentos respiratórios. Os principais mecanismos de troca de calor com o ambiente, utilizados pelos ovinos são a evaporação cutânea e a evaporação pelo aparelho respiratório, o que justifica o aumento da FR nos períodos de maior calor.

Outros trabalhos realizados por Roberto et al. (2014b)⁽²³⁾, Silva et al. (2015)⁽²⁴⁾, Andrade et al. (2007)⁽²⁵⁾, Lima et al. (2014)⁽²⁶⁾ e Costa et al. (2014)⁽²⁷⁾, também observaram resultados semelhantes aos registrados na presente pesquisa, ao descreverem sobre a influência da temperatura ambiente e dos turnos nas respostas fisiológicas dos animais.

Com relação à análise dos gradientes em função dos turnos, registrou-se efeito significativo ($p < 0,05$) dos turnos, para ambos os gradientes, apresentando o turno da manhã, os maiores valores (tabela 4).

No turno da tarde, os gradientes térmicos tendem a diminuir, influenciados diretamente pelas elevadas temperaturas ambientes. Roberto et al. (2014b)⁽²³⁾, também verificaram efeito de turnos sobre os gradientes térmicos e maiores médias destes gradientes no turno da manhã.

Segundo Medeiros et al. (2001)⁽²⁸⁾, mesmo na forma indireta, a radiação solar afeta a temperatura superficial, elevando os valores e alterando os gradientes térmicos, entre o núcleo central e a superfície corporal, a superfície e o meio ambiente. Isso dificulta a dissipação do calor e o processo termorregulatório.

Verifica-se que o maior gradiente térmico pela manhã está associado com menores taxas de FR, e conseqüentemente, uma maior capacidade de dissipação de calor por meio dos animais, assim como no turno da tarde observa-se que o gradiente diminui e para conseguir manter a homeotermia, os animais aumentam a FR. O que pode ser observado (tabela 4) ao verificar que os animais aumentaram sua frequência respiratória do turno da manhã (48,77 mov./min.) para o turno da tarde (73,69 mov./min.).

A tabela 5 apresenta as médias dos parâmetros hematológicos estudados, em função dos diferentes níveis de NaCl utilizados na formulação do sal forrageiro de faveleira, e das diferentes pelagens.

Com relação às diferentes pelagens estudadas, observa-se que não houve efeito destas ($p > 0,05$) sobre nenhum dos parâmetros hematológicos estudados. Esta ausência de efeito pode ser explicada em parte, pelo fato dos animais estarem ao abrigo do sol, livres da incidência de radiação solar direta, o que poderia provocar um aumento de suas temperaturas

corporais e possivelmente um estresse térmico, alterando conseqüentemente seus valores hematológicos.

Tabela 5. Médias das variáveis hematológicas hemácias (HE), volume globular (VG), hemoglobina (Hb), leucócitos (LEC), volume globular médio (VGM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), de ovinos mestiços brancos e pretos, suplementados com diferentes níveis de NaCl na formulação de sal forrageiro de faveleira.

Variáveis	Diets com diferentes níveis de inclusão de NaCl na formulação do sal forrageiro de faveleira (%)					Pelagens		CV (%)	Referência ¹
	99-1	97-3	95-5	93-7	0-100	Branca	Preta		
HE (10 ⁶ /mm ³)	5,44	5,41	5,63	5,44	5,37	5,50	5,42	9,12	8-18
VG (%)	31,33	34,00	29,80	32,16	35,25	32,70	32,30	9,62	22-38
Hb (g/dL)	15,38	15,06	15,63	15,55	14,44	15,62	14,80	9,69	8-12
LEC (10 ⁶ / µL)	4,22 b	5,72 a	5,95 a	5,62 a	5,73 a	5,59	5,30	20,67	4-12 x10 ³
VGM (fl)	29,00 b	27,50 b	30,16 ab	36,33 a	31,50 ab	29,46	32,33	18,08	28-40
CHCM (%)	30,70 a	30,63 ab	30,51 ab	30,91 a	30,02 b	30,72	30,39	1,84	30-36

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na linha, diferem estatisticamente entre si (p<0,05) pelo teste de tukey.

¹Intervalo de referência para ovinos adultos (Kramer, 2006).

Verifica-se através da análise de variância, que a suplementação com diferentes níveis de NaCl na formulação do sal forrageiro de faveleira não afetaram (p>0,05) o número de hemácias dos animais.

A dieta normalmente é um fator que não provoca alterações nos parâmetros hematológicos, como observa-se também em outros estudos como Roberto et al. (2010) ⁽²⁹⁾, Pereira et al. (2015) ⁽³⁰⁾ e Bezerra et al. (2013) ⁽³¹⁾.

De acordo com Paes et al. (2000) ⁽³²⁾, os parâmetros sanguíneos têm sido utilizados mundialmente para avaliar o estado de saúde dos animais e também como indicadores de estresse calórico. Podendo, vários fatores, como espécie, sexo, idade, estado fisiológico, hora do dia, umidade relativa do ar, temperatura do ambiente e atividade muscular, provocarem alteração desses parâmetros ^(33,29,15). No presente estudo, apesar da diferença entre os níveis de NaCl utilizados na formulação dos sais forrageiros, acredita-se que os animais não passaram

por nenhum tipo de restrição alimentar e tiveram suas exigências nutricionais atendidas, o que explica a semelhança nos constituintes do perfil eritrocitário entre os diferentes tratamentos.

Segundo Reece (2006)⁽¹²⁾, quanto maior o número de hemáceas, maior a capacidade de oxigenação dos tecidos através da oxiemoglobina, já que durante a passagem das hemáceas pelos capilares pulmonares a hemoglobina combinasse com o oxigênio formando a oxiemoglobina, que ao atravessar os capilares sistêmicos, perde seu oxigênio para os tecidos. No presente trabalho, observa-se uma pequena diminuição do número de hemáceas em relação aos valores de referência, no entanto, não são valores que caracterizam uma anemia, pois nota-se que os valores do volume globular estão dentro do padrão normal para a espécie (tabela 5).

Em relação à variável VG, observa-se através da análise de variância que não houve influência ($p>0,05$) dos diferentes níveis de NaCl na formulação do sal forrageiro de faveleira, nem das diferentes pelagens estudadas.

Segundo Lee et al. (1974)⁽³⁴⁾, o volume globular (VG) é uma estimativa da massa de eritrócitos em relação ao volume sanguíneo, podendo aumentar em função de uma desidratação, devido à perda de líquidos, mecanismos evaporativos de dissipação de calor ou diminuir em função de anemias, prenhez avançada, hemólise e severidade da carga calórica imposta sobre o animal.

Para Reece (2006)⁽¹²⁾, com a elevação da temperatura ambiente, ou a ocorrência de algum estresse térmico decorrido de outros fatores, o animal perde líquido através da pele e do aparelho respiratório o que contribui para a redução do volume plasmático, levando a um aumento na concentração do volume globular.

Trabalhando com ovinos Dorper e objetivando estabelecer os valores hematológicos e bioquímicos de referência, Madureira et al. (2013)⁽³⁵⁾ verificaram uma média de 35,8% para os valores de VG de todos os animais estudados, média esta, semelhante ao observado na presente pesquisa.

No presente trabalho, pode-se observar que mesmo apesar das diferentes dietas utilizadas pelos animais, os valores se apresentam dentro do padrão normal para espécie, segundo Kramer (2006)⁽³⁶⁾, o que evidencia a ausência de qualquer processo de estresse causado pela dieta com sal forrageiro de faveleira ou por quaisquer outros fatores.

Para os valores de hemoglobina (Hb), observa-se que não houve efeito significativo ($p>0,05$) das diferentes dietas utilizadas, nem também das diferentes pelagens, tendo as médias encontradas, permanecido próximas aos valores de referência preconizados por Kramer (2006)⁽³⁶⁾.

Outros autores também não observaram efeito da dieta sobre os valores de hemoglobina^(31,29,15).

A média de Hb observada no presente experimento foi de 15,21 g/dL, valor este superior aos limites preconizados como referência para ovinos adultos segundo Kramer (2006)⁽³⁶⁾, que são de 8-12 g/dL.

Gama et al. (2007)⁽³⁷⁾, avaliando a influência do desenvolvimento etário e do tipo racial sobre o eritograma de ovinos mestiços com Dorper, observaram uma média geral de Hb de 11,10 g/dL, para ovinos mestiços Dorper com Santa Inês. Outros trabalhos como Pereira et al. (2015)⁽³⁰⁾, Bezerra et al. (2013)⁽³¹⁾ e Vieira et al. (2012)⁽³⁸⁾, também verificaram médias de Hb inferiores as médias do presente experimento.

De acordo com Silva et al. (2006a)⁽¹⁵⁾, a função da hemoglobina consiste no transporte de oxigênio dos pulmões para os diferentes tecidos, e em situações de estresse o valor da Hb deve-se apresentar elevado, devido a elevada taxa de consumo de oxigênio.

Assim, pode-se inferir que na presente pesquisa, os animais foram provavelmente submetidos a um processo de estresse térmico, o que ocasionou a elevação das taxas de Hb. E isso pode ser confirmado quando se observa que nos dados ambientais, o ITGU apresentou valores considerados altos (tabela 2), indicando uma condição de estresse médio-alto para ovinos.

Roberto et al. (2010)⁽²⁹⁾, trabalhando com caprinos de pelagem clara alimentados com diferentes níveis de suplementação, observaram uma média para o teor de hemoglobina de 10,32 g/dL, valor este inferior aos registrados na presente pesquisa.

Para as médias de leucócitos, os resultados demonstram que houve influência da dieta ($p < 0,05$), tendo os animais do tratamento 1 (99% de feno de faveleira e 1% sal mineral) apresentado médias inferiores a todos os outros tratamentos, e os animais dos tratamentos 2 (97% de feno de faveleira e 3% sal mineral), 3 (95% de feno de faveleira e 5% sal mineral), 4 (93% de feno de faveleira e 7% sal mineral), e 5 (100% de sal mineral), apresentado médias semelhantes entre si (tabela 5). Não se observou efeito significativo ($p > 0,05$) das pelagens para as médias de leucócitos.

As variações do número de leucócitos e da sua contagem diferencial em ovinos e caprinos têm sido mencionadas na literatura mundial, existindo uma concordância relativa quanto aos efeitos de fatores como parto, gestação, realização de procedimentos cirúrgicos, processos inflamatórios e parasitismo^(39,31,40). Entretanto, nenhum trabalho faz menção a alterações do quadro leucocitário quando a dieta é modificada.

Na presente pesquisa houve efeito das dietas sobre o quadro leucocitário, porém os valores encontrados permaneceram dentro do padrão de referência segundo Kramer (2006)⁽³⁶⁾.

Para as médias de VGM, observa-se que houve influência ($p < 0,05$) dos diferentes níveis de inclusão de feno de faveleira no sal forrageiro. Os animais do tratamento 1 (99% de feno de faveleira e 1% sal mineral) e 2 (97% de feno de faveleira e 3% sal mineral) apresentaram médias inferiores aos animais tratados com a dieta 4 (93% de feno de faveleira e 7% sal mineral). Também não verificou-se efeito das pelagens ($p > 0,05$) sobre os valores de VGM (tabela 5).

Diferentemente do observado na presente pesquisa, Souza et al. (2011)⁽⁴¹⁾, avaliando o efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça Saanen, observaram ausência de efeito dos diferentes níveis de suplementação utilizados, sobre as médias de VGM.

Processos de estresse por calor de longa duração pode reduzir o número de eritrócitos e o volume globular, levando a uma hemoconcentração em função da diminuição da ingestão de água e alimentos, influenciando diretamente nos índices hematimétricos absolutos (VCM, HCM e CHCM). O número de eritrócitos, o teor de hemoglobina e o valor do hematócrito são preponderantes para determinação dos índices hematimétricos absolutos VCM e CHCM, além de serem utilizados para a classificação das anemias nos animais. Assim a alteração nesses índices pode estar relacionada com vários fatores, tais como desidratação, excitação, altitude e alimentação.

Apesar dos valores de VGM terem sofrido alterações em função da dieta utilizada, as médias não ultrapassaram os valores tidos como referência para a espécie.

No que diz respeito à concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), a análise de variância não detectou influência das dietas ($p > 0,05$) sobre a maioria dos tratamentos. Porém somente entre o tratamento 4 e 5, houve diferença estatística ($p < 0,05$), apresentando os animais do tratamento 4 as maiores médias (30,91%). Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) das diferentes pelagens para CHCM.

Reece (2006)⁽¹²⁾, afirmam que concentração de hemoglobina indica a capacidade das células vermelhas em transportar o oxigênio sendo que o valor é expresso em g/100 mL de sangue.

Pereira et al. (2015)⁽³⁰⁾, avaliando o efeito de diferentes níveis de suplementação sobre os parâmetros hematológicos de ovelhas Santa Inês, não observaram influência da dieta sobre o teor de CHCM.

Sousa (2014) ⁽⁴²⁾, avaliando os parâmetros sanguíneos de cordeiros Santa Inês suplementados com níveis crescentes de farelo de *Crambe*, também não verificaram efeito da dieta sobre as taxas de CHCM.

Todas as médias de CHCM observadas (tabela 5) para cada um dos tratamentos utilizados permaneceram dentro dos valores considerados normais para ovinos adultos, segundo Kramer (2006).

Pode-se perceber através da literatura consultada, a escassez de trabalhos que avaliem o efeito de dietas sobre as variáveis hematológicas de ovinos, e menos ainda há, trabalhos que estudem fontes alternativas de suplementação, como é o sal forrageiro, e seus efeitos sobre os parâmetros hematológicos dos animais. Dessa forma, há a necessidade primordial, de mais estudos serem desenvolvidos neste sentido.

No presente experimento, a utilização de sal forrageiro de faveleira com até 99% de feno de faveleira não foi suficiente para alterar acima dos padrões de referência, a maioria dos parâmetros hematológicos, ressaltando o valor desta dicotiledônea como boa alternativa de suplementação para ovinos.

CONCLUSÕES

A suplementação com até 99% de inclusão de feno de faveleira na formulação do sal forrageiro de faveleira e as diferentes pelagens estudadas, não provocam alterações nos parâmetros fisiológicos e nos gradientes térmicos de ovinos mestiços Santa Inês e Dorper.

O turno da tarde no semiárido, mesmo em ambiente de confinamento, estimula o aumento das respostas fisiológicas e a diminuição dos gradientes térmicos.

A inclusão de até 99% de feno de faveleira na formulação do sal forrageiro de faveleira afeta o quadro leucocitário e os índices hematimétricos absolutos dos animais, entretanto os valores permanecem dentro dos limites normais para a espécie.

REFERÊNCIAS

1. PBMC, Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo GT1. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 2013. 24p. Portuguese. Disponível a partir de: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/MCTI_PBMC_Sumario%20Executivo%204_Finalizado.pdf Acesso em 06 jan de 2016.
2. Baccari Júnior, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL, 2001. 142p. Portuguese.

3. Gomes LCF, Santos CAC, Almeida HA. Balanço de energia à superfície para a cidade de patos-pb usando técnicas de sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 2013; 06:15-28.
4. Buffington DE, Collazo-Arocho A, Canton GH, Pitt D. Black Globe-humidity index (BGHI) as Comfort Equation for Dziry Cows. *Transactions of the Asae*. 1981. p.711-713. Portuguese.
5. Vallada EP. *Manual de Técnicas Hematológicas*. São Paulo: Atheneu, 1999. 423 p. Portuguese.
6. Ayres MCC, Birgel EH, D'angelino JL, Benesi FJ. Avaliação da influência de fatores relacionados ao sexo sobre a variabilidade do eritrograma de zebuínos (*Bos indicus*, Linnaeus,1758) da raça Nelore, criados no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal*. 2001; 1:31-36.
7. Viana RB, Birgel Junior EH, Ayres MCC, Biojoni FSM, Souza MCC, Birgel EH. Influência da gestação e do puerpério sobre o leucograma de caprinos da raça Saanen, criados no Estado de São Paulo, *Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science*. 2002; 39(4):196-201.
8. Ferreira Neto JM, Viana ES. *Patologia Clínica Veterinária*, Belo Horizonte: Rabelo, 1977. 279p. Portuguese.
9. Baêta FC, Souza CF. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. 2ª ed. Viçosa: UFV. 2010.
10. Souza BB. Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil. *AGRIPOINT*, 2010 (artigo técnico). Portuguese. Disponível a partir de: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/ovinos-e-caprinos/indice-de-conforto-termico-para-ovinos-e-caprinos-indice-de-temperatura-do-globo-negro-e-umidade-registrado-em-pesquisas-no-66797n.aspx> Acesso em 05 jan de 2016.
11. Silva RG. *Introdução à bioclimatologia animal*. 1. ed. São Paulo: Nobel, 2000. Portuguese.
12. Reece, W. O. Dukes, *Fisiologia dos Animais Domésticos*. Edit. Guanabara Koogan. 12 ed. 2006. 926p.
13. Silanikove N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*. 2000; 67: 1-18.
14. Cordão MA, Souza BB, Bezerra GM, Bakke OA, Silva AMA, Lopes JJ. Respostas fisiológicas de cordeiros Santa Inês em confinamento à dieta e ao ambiente físico no trópico semiárido. *Agropecuária Científica No Semiárido*. 2010; 06:47-51.
15. Silva GA, Souza BB, Alfaro CHP, Azevedo Neto J, Azevedo AS, Silva EMN, Silva RMN. Influência da dieta com diferentes níveis de lipídeo e

- proteína na resposta fisiológica e hematológica de reprodutores caprinos sob estresse térmico. *Ciência e Agrotecnologia*. 2006a; 30(1):154-161.
16. Batista NL, Souza BB, Oliveira GJC, Roberto JVB, Araújo RP, Ribeiro TLA, Silva RA. Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2014; 2:102-108.
 17. Veríssimo CJ, Titto CG, Katiki LM, Bueno MS, Cunha EA, Mourão GB, Otsuk IP, Pereira AMF, Nogueira Filho JCM, Titto EAL. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2009; 10:159-167.
 18. Dias LT, Mcmanus C, Louvandini H, Gurgel R, Sazaki LCB, Teixeira RA. Identificação da Adaptação ao Calor de Ovinos de Diferentes Biótipos por meio de parâmetros Fisiológicos. In: *Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia*, 44. 2007, São Paulo. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2007]. (CD-ROM).
 19. Habeeb ALM, Murray LFM, Kamal TH. *Farm animals ant the environment*. Cambridge: CAB, 1992; 428 p.
 20. Medeiros LFD, Rodrigues VC, Vieira DH, Souza SLG, Cabral Neto O, Oliveira CA, Silva LA, Figueiredo N, Azevedo SF. Determinação dos parâmetros fisiológicos, gradiente térmico e índice de tolerância ao calor em diferentes raças de caprinos. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*. 2015; 37(4):275-285
 21. Roberto JVB, Sousa BB, Nobre IS, Lucena JES, Lima RD. Variação dos elementos climáticos e respostas termorreguladoras de caprinos no semiárido brasileiro. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2014a ; 2:131-138.
 22. Silva GA, Souza BB, Alfaro CEP, Silva ENM, Azevedo SA, Azevedo Neto J, Silva RMN. Efeito da época do ano e do período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2006b; 10:903-909.
 23. Roberto JVB, Sousa BB, Furtado DA, Delfino LJB, Marques BAA. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2014b; 2:11-19.
 24. Silva GA, Souza BB, Silva EMN. Adaptabilidade de ovinos e estratégias para minimizar os efeitos do clima em regiões tropicais. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2015; 3:20-27.
 25. Andrade IS, Souza BB, Pereira Filho JM, Silva AMA. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. *Ciência e Agrotecnologia*. 2007; 31:540-547.

26. Lima CB, Costa TGP, Nascimento TL, Lima Júnior DM, Silva MJMS, Mariz TMA. Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de ovinos em pastejo no semiárido. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2014; 2:126-34.
27. Costa JHS, Palmeira FQQG, Silva RTS, Furtado DA, Dantas RT, Santos LFD. Caracterização do ambiente térmico e adaptabilidade de reprodutores ovinos nativos e exóticos no cariri paraibano. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 2014; 9: 350-355.
28. Medeiros LFD, Vieira DH, Oliveira CA, Scherer PO. Frequências respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*. 2001; 23(5) 199-202.
29. Roberto JVB, Souza BB, Silva ALN, Justiniano SV, Freitas MMS. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semiárido paraibano. *Revista Caatinga*. 2010; 23(1):127-132.
30. Pereira FB, Bezerra LR, Marques CAT, Araújo MJ, Torreão JNC, Machado LP. Perfil hematológico de ovelhas Santa Inês suplementadas a pasto no terço final de gestação e no pós-parto. *Ciência Animal Brasileira*. 2015; 16(3):350-357.
31. Bezerra LR, Torreão JNC, Marques CAT, Machado LP, Araújo MJ, Veiga AMS. Influência da suplementação concentrada e da categoria animal no hemograma de ovinos da raça Morada Nova. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2013; 65(6):1738-1744.
32. Paes PR, Barioni, G, Fontequ JR. Comparação dos valores hematológicos entre caprinos fêmeas da raça Parda Alpina de diferentes faixas etárias. *Veterinária Notícias*. 2000. 6:43-49.
33. Birgel Júnior EH, D Angelino JL, Benesi FJ, Birgel EH. Valores de referência do eritrograma de bovinos da raça Jersey criados no estado de São Paulo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2001; 53:1-9.
34. Lee JÁ, Roussel JD, Beatty JF. Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 1974; 59(1):104-108.
35. Madureira KM, Gomes V, Barcelos B, Zani BH, Shecaira CL, Baccili CC, Benesi FJ. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos da raça Dorper. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 2013; 34(2):811-816.
36. Kramer JW. Normal hematology of cattle, sheep, and goats. In: Feldman BF, Zinkl JG, Jain NC, Editores. *Schalm's veterinary hematology*, 5.ed. Ames: Blackwell, 2006. p.1075-1084.
37. Gama SMS, Matos JR, Zacharias F, Chaves Filho RM, Guimarães JE, Bittencourt TCBSC, Ayres, MCC. Dinâmica do eritrograma de cordeiros, resultantes do cruzamento entre animais de raças nativas criadas no Nordeste e a raça Dorper,

desde o nascimento até os seis meses de idade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2007;8(1):11-23.

38. Vieira AC, Câmara AC, Mendonça CL, Afonso JAB. Perfil hematológico e bioquímico de ovinos suplementados com salinomicina submetidos à acidose láctica ruminal. *Ciência Animal Brasileira*. 2012; 13(2):259-271.
39. Bezerra LR, Ferreira AF, Camboim EKA, Justiniano SV, Machado PCR, Gomes BB. Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no Cariri paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*. 2008;32(3):955-960.
40. Sousa RS, Sousa IKF, Paula V, Barrêto Júnior RA. Alterações hematológicas de ovinos submetidos à implantação de cânula ruminal e orquiectomia. *Veterinária e Zootecnia*. 2011; 18(3):485-487.
41. Souza BB, Assis DYC, Silva Neto FL, Roberto JVB, Marques BAA. Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça saanen em confinamento no sertão paraibano. *Revista Verde De Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável*. 2011;6(1) 77-82.
42. Sousa, VS. Desempenho, características de carcaça e parâmetros sanguíneos em ovinos Santa Inês suplementados com *Crambe abyssinica*. 2014. 72 p. [Tese Doutorado em Ciências Animais] – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2014.

CAPÍTULO 2

UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO NA MEDICINA VETERINÁRIA E NA PRODUÇÃO ANIMAL

(Manuscrito publicado na Revista *Journal of Animal
Behaviour and Biometeorology* - v.2, n.3, p.73-84. 2014)

UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO NA MEDICINA VETERINÁRIA E NA PRODUÇÃO ANIMAL

RESUMO - A medicina veterinária encontra-se em um período de inovação no que diz respeito aos meios diagnósticos, principalmente no campo do Diagnóstico por Imagem. Este se desenvolveu consideravelmente, apoiando-se em técnicas cada vez mais elaboradas, modernas e seguras, permitindo ao médico veterinário, auxílios e informações imprescindíveis para um diagnóstico mais completo, seguro e eficiente. Já na produção animal, o uso de novas tecnologias como a termografia de infravermelho surge, dentre outras aplicações, como alternativa para precisar o impacto dos fatores ambientais dando suporte à decisão e promovendo a saúde e o bem-estar animal. Com a importância que o bem-estar animal tem assumido nos mais diversos campos da medicina veterinária, da produção animal e também nas pesquisas científicas da área, tornou-se imprescindível a utilização de técnicas e equipamentos não invasivos que prezem por esse bem-estar e pelo conforto animal, destacando-se assim, a termografia de infravermelho. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo compilar dados e informações diversas, constantes na literatura nacional e internacional, a respeito da utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. Pode-se inferir através da pesquisa, que a termografia de infravermelho é uma tecnologia que pode ser aplicada nos mais diversos campos da medicina veterinária e da produção animal, com grande eficácia e utilização nos mais diversos objetivos com as mais diferentes espécies, sendo uma importante alternativa por realizar a obtenção de dados com exatidão e precisão, preservando o bem-estar e o conforto animal.

Palavras-chave: Bem-estar animal, Ciências agrárias, Termograma, Termovisor

USE OF INFRARED THERMOGRAPHY IN VETERINARY MEDICINE AND ANIMAL PRODUCTION

ABSTRACT-Veterinary medicine is in a period of innovation with respect to the diagnostic methods, mainly in the field of Diagnostic Imaging. This has considerably developed, leaning on techniques increasingly sophisticated, modern and secure, allowing the veterinarian aid and essential information for a more complete, secure and efficient diagnostic. Already in animal production, the use of new technologies such as infrared thermography arise, among other applications, as an alternative to define the impact of environmental factors by supporting the decision and promoting health and welfare animal. With the importance that animal welfare has assumed in various fields of veterinary medicine, animal production and also in scientific research in the area, it has become essential to use non-invasive techniques and equipment that appreciate by this welfare and the animal comfort, highlighting thus the infrared thermography. Thus, the study aimed to compile data and diverse information constants in the national and international literature about the use of infrared thermography in veterinary medicine and animal production. It can be inferred through study, that infrared thermography is a technology that can be applied in various fields of veterinary medicine and animal production, with great effectiveness and utilization in different objectives with the most different species being an important alternative for performing obtaining data with accuracy and precision preserving the welfare and animal comfort.

Keywords: Animal welfare, Agricultural sciences, Thermogram, Thermal imager

INTRODUÇÃO

No campo da medicina veterinária e da produção animal, muitas técnicas têm surgido com o intuito de facilitar cada vez mais, os diferentes procedimentos do profissional da área das ciências agrárias, trazendo benefícios à clínica médica e aos setores da produção animal e também agregando mais valor científico às pesquisas.

Na história da medicina e também de outras áreas de conhecimento, técnicas foram criadas e inicialmente estudadas desde os primórdios dos tempos, sendo aperfeiçoadas e melhoradas no decorrer dos sucessivos anos, se tornando opções eficientes com os mais diversos tipos de utilização. Desse modo, não diferente de outras técnicas, a termografia de infravermelho surgiu, a partir de observações feitas pelo médico, filósofo e pesquisador grego Hipócrates, com relação às variações da temperatura em diferentes partes do corpo humano. A partir daí, a tecnologia de infravermelho foi e é utilizada nos mais diversos segmentos, desde a utilização na área militar, passando pela medicina humana, pela engenharia, até ser empregada também na medicina veterinária e na produção animal.

A termografia de infravermelho (TIV) pode ser definida como uma técnica não invasiva de mapeamento térmico de um corpo, a partir da radiação infravermelha normalmente emitida pela superfície deste corpo.

Com a importância que o bem-estar animal tem assumido nos mais diversos campos da medicina veterinária, da produção animal e também nas pesquisas científicas da área, tornou-se imprescindível a utilização de técnicas e equipamentos não invasivos que prezem pelo conforto e bem-estar animal, destacando-se assim, a termografia de infravermelho.

Na produção animal, o uso de novas tecnologias como a TIV surgem, dentre outras aplicações, como alternativa para precisar o impacto dos fatores ambientais dando suporte à decisão e promovendo a saúde e o bem-estar animal. Na medicina veterinária, como um meio diagnóstico eficiente, preciso e precoce, que pode ser o diferencial estabelecido entre a vida e a morte de um paciente.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo compilar dados e informações diversas, constantes na literatura nacional e internacional, a respeito da utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal.

TERMOGRAFIADAde INFRAVERMELHO (TIV) - A TÉCNICA E SUA HISTÓRIA

Termografia de infravermelho pode ser definida como uma técnica não invasiva de percepção da temperatura superficial de um corpo, uma vez que todo corpo com temperatura acima do Zero Absoluto emite radiação térmica.

A técnica é baseada no princípio de que todos os corpos formados de matéria emitem certa carga de radiação infravermelha, proporcional a sua temperatura. Esta radiação pode ser capturada em um termograma que expressa o gradiente térmico em um padrão de cores (Eddy et al. 2001).

Várias são as definições observadas para a técnica. Willians et al (1980), afirmaram que a termografia pode ser descrita como sendo um ensaio térmico não destrutivo, utilizado na obtenção do perfil de temperatura superficial em estruturas e, subsequentemente a correlação da informação obtida com algumas imperfeições internas. De acordo com Giorleo Meola (2002), a termografia é uma técnica não destrutiva, bidimensional, utilizada na medição do campo de temperatura da superfície de todos os tipos de materiais.

O calor ou energia térmica, ou ainda luz infravermelha, é um tipo de energia emitida pelos corpos e invisível ao olho humano. Assim, a câmera termográfica tem como função primordial identificar a energia térmica emitida através da superfície desse objeto, transformando-a em uma imagem visível ao olho humano e mostrando ao usuário informações sobre as temperaturas através de cores visíveis.

Desta forma, a termografia pode ser apresentada como um método não invasivo capaz de avaliar a temperatura através da energia emitida pela superfície do corpo animal ou de qualquer objeto e transformá-la em uma imagem visível ao olho humano (Ziproudina et al 2006; Sümbera et al 2007).

Formação da Imagem Termográfica ou Termograma

De acordo com Veratti (1992), O imageamento é a forma de apresentação térmica que permite a observação direta da distribuição de calor na superfície dos alvos estudados. O equipamento infravermelho só irá distinguir um objeto contra um plano de fundo se houver contraste suficiente entre ambos. Este autor continua afirmando que o contraste é definido como a diferença entre a intensidade de radiação proveniente do objeto e do plano de fundo. Portanto, a capacidade do equipamento em distinguir entre dois pontos na imagem é chamada de Resolução Geométrica ou Resolução Óptica do Sistema.

Assim, para a obtenção de uma imagem de boa qualidade deve-se garantir: contraste térmico; sensibilidade e boa resolução térmica.

A energia emitida pelo objeto em foco, passa pelo sistema óptico do termômetro outermovisor e é convertida em sinal elétrico no detector. O sinal é então exibido como leitura de temperatura e/ou imagem térmica (Figura 1).

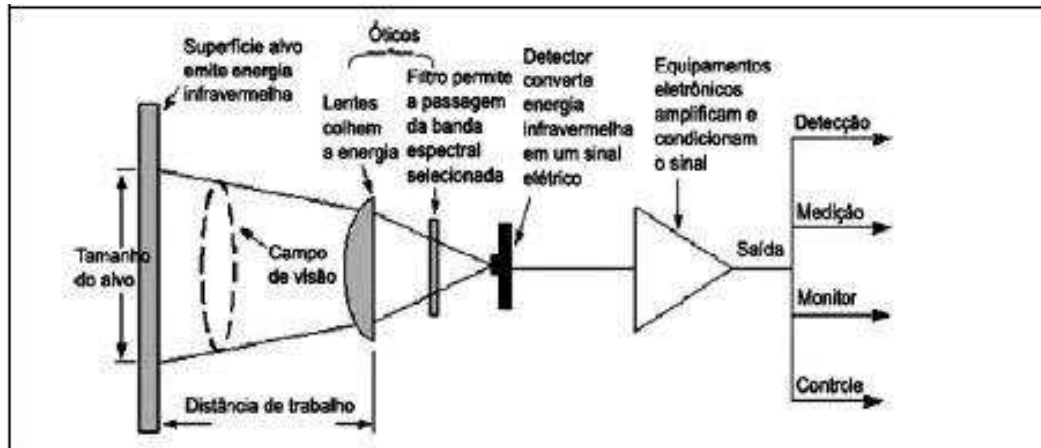


Figura 1. Sistema óptico do Termovisor. Fonte: Maldague (2001).

A imagem termográfica ou termograma é composta por elementos ou unidades denominadas pixels. Cada pixel que forma a imagem, corresponde dentro do plano x e y da imagem, uma temperatura precisa. De acordo com Gonzalez e Woods (2000), uma imagem digital é considerada uma matriz cujos índices de linhas e colunas nos eixos x e y representam um ponto (elemento). Os pontos (elementos) dessa matriz são chamados de pixels.

A análise quantitativa e a interpretação de imagens representam atualmente uma ferramenta de extrema importância em diversas áreas científicas como na ciência dos materiais, na medicina, na biofísica, na física, entre outras. Inicialmente o termo imagem era associado ao domínio de luz visível, porém atualmente o termo imagem se refere a uma grande quantidade de dados representados sob a forma bidimensional, como exemplo, as imagens infravermelhas, imagens acústicas, magnéticas entre outras (Marque e Vieira 1999; Gonzalez e Woods 2000).

Assim funciona o termovisor, elaborando o termograma através do uso de um complexo conjunto de algoritmos, designados por cores específicas que correspondem exatamente a um valor de temperatura especificado nas coordenadas x e y.

Breve história da Termografia de Infravermelho (TIV)

A termografia surgiu mediante os estudos do famoso “pai da medicina”, o médico grego Hipócrates, no decorrer de suas observações com relação às variações da temperatura em diferentes partes do corpo humano. Seu principal método decorria da esfregação de lamano corpo dos pacientes, observando as reações que se procediam, concluindo que, nolo local onde a lama secava por primeiro era mais quente, portanto, nessa região se processava a doença (Brioschi 2003).

Hipócrates notou variações de temperatura em diferentes partes do corpo humano. Ele considerou o aumento do calor inato do corpo humano como o principal sinal diagnóstico de doença, afirmando que quando uma parte do corpo é mais quente ou mais fria do que o restante, então a doença ali estava presente. (Adams 1939). Hipócrates sentia o calor radiante com o dorso da sua mão e então confirmava esfregando a área com lama e observava onde ela secava e endurecia primeiro. Assim nasceu a termografia.

Em 1800, Willians Herschel e depois seu filho John Herschel (1840) realizaram as primeiras imagens utilizando o sistema infravermelho por meio da técnica evaporográfica, ou seja, a evaporação do álcool obtido de uma superfície pintada com carbono (Holst 2000).

Com o auxílio de um prisma e três termômetros de mercúrio com os bulbos pintados de preto, Herschel mediu a temperatura das várias componentes de cor da luz do sol refratadas através do prisma e incididas em um anteparo. Notou um aumento de temperatura da cor violeta para a cor vermelha, como havia sido observado anteriormente por Landriani, entretanto, observou também que o maior pico de temperatura ocorria na região escura, além do vermelho. Assim, ele concluiu que existia naquela região, luz invisível aquecendo os termômetros. À região deu o nome de espectro termométrico e à radiação o nome de calor negro. Décadas mais tarde, essa região do espectro termométrico passou a se chamar de Região Infravermelha e a radiação de Radiação Infravermelha (Richards 2001; Santos 2006).

Em 1843, Henry Becquerel descobriu que certas substâncias emitiam luminescência quando expostas à radiação infravermelha, além de que poderiam ser produzidas emulsões fotográficas sensíveis à radiação próxima do infravermelho (Veratti 1992).

O primeiro termograma foi elaborado por Czerny, em 1929. Na metade dos anos de 1940, no período da Segunda Guerra Mundial, foi empregado o Sistema de Visão Noturna em tanques alemães para a invasão da Rússia (Veratti 1992).

Em resposta, os aliados elaboraram a FLIR – Forward Looking Infra Red (visão dianteira por infravermelho), utilizada pelo exército americano para localização dos inimigos.

O emprego do sistema não se limitou à localização de tropas, abrangendo também o desenvolvimento de armamento (mísseis) com detectores de calor (Veratti 1992). Em 1946, surge o escâner de infravermelho de uso militar, com a característica da produção de termograma em horas. Seguindo os avanços, em 1954, era possível o próprio sistema gerar uma imagem em duas dimensões em 45 minutos. Nos anos 1960 e 1970, houve um salto significativo com o desenvolvimento de imageadores infravermelhos e o lançamento de sistemas integrados de formação de imagens térmicas instantâneas, a imagem já era gerada em 5 minutos, com a determinação de temperatura (Veratti 1992).

Em 1975, foi desenvolvido um sistema que permitia a visão termográfica e a visão ótica de uma pessoa simultaneamente. Este sistema foi denominado ENOX e se baseava em um sistema eletrônico óptico. Entre 1980 e 1990 a imagem em tempo real é consagrada. A redução no tempo de produção da imagem acompanha o avanço nos equipamentos de captura e tratamento da imagem.

Na medicina humana, seu início procedeu na área da oncologia, mediante observações em câncer de mama, visto que ocasionava a elevação da temperatura da pele, portanto, nada mais justo que dizer-se que foi a área pioneira no emprego deste equipamento, apresentando resultados bastante positivos (Christansen e Gerow 2002).

Segundo Vieira e Esteves (2005), com a utilização da imagem infravermelha, é possível identificar alterações de temperatura que são observadas desde o início da multiplicação das células neoplásicas.

Atualmente, vários estudos científicos com relação a esta técnica vêm sendo desenvolvidos, mostrando cada vez mais interesse no uso clínico, tanto na medicina humana como também na medicina veterinária, sendo que as pesquisas na área são agora motivadas em função da alta tecnologia alcançadas pelas câmeras termográficas e seus softwares, que possibilitam a obtenção de dados com bastante precisão e praticidade.

TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO NA MEDICINA VETERINÁRIA

Atualmente, a medicina veterinária encontra-se em um período de inovação no que diz respeito aos meios diagnósticos, principalmente no campo do Diagnóstico por Imagem. Este se desenvolveu consideravelmente, apoiando-se em técnicas cada vez mais elaboradas, modernas e seguras, permitindo ao médico veterinário, auxílios e informações imprescindíveis para um diagnóstico mais completo, seguro e eficiente.

Com a importância que o bem-estar animal tem assumido nos mais diversos campos da medicina veterinária e também nas pesquisas científicas da área, tornou-se imprescindível a utilização de técnicas e equipamentos não invasivos que prezem pelo conforto e bem-estar animal, destacando-se assim, a termografia de infravermelho.

Nos dias atuais, quando se fala em diagnóstico por imagem, a área médica não se refere tão somente à abrangência de métodos que aplicam a utilização de raios-X, mas também a outras fontes de energia, incluindo a termografia.

De acordo com Stewart et al (2005), a termografia é um método não invasivo de diagnóstico. Os termovisores captam as radiações infravermelhas e as transformam num mapa térmico da superfície do animal. Ela vem sendo indicada como ferramenta útil em estudos de bem-estar animal, uma vez que pode medir a temperatura do corpo ou de partes do corpo dos animais sem a necessidade de contenção, de forma rápida, precisa e não invasiva.

As emissões infravermelhas do animal estão diretamente relacionadas à perfusão e metabolismo dos tecidos. Variações na temperatura da superfície geralmente são resultado de mudanças na circulação da área avaliada. Calor e edema observados quando há inflamação são fatores que interferem na circulação sanguínea normal e conseqüentemente na emissão de radiação infravermelha da área afetada (Waldsmith e Oltmann 1994)

Como o calor é um dos sinais da inflamação, antes mesmo que os sinais clínicos apareçam no paciente é possível, por intermédio desse método, observar os indícios do processo inflamatório (Gavrila 1999).

Segundo Brioschi et al (2003), a termometria cutânea por imagem infravermelha é o meio mais eficiente para o estudo da distribuição da temperatura cutânea atualmente. A termometria cutânea é um método diagnóstico que avalia a microcirculação da pele e que, indiretamente, também avalia o sistema nervoso autônomo simpático estreitamente relacionado com a pele.

A termometria cutânea tornou-se um método diagnóstico que detecta, grava e produz imagens infravermelhas (termogramas), refletindo a dinâmica microcirculatória da superfície cutânea dos pacientes em tempo real(Brioschi et al 2003).

Os equipamentos de imagem infravermelha (IR) são capazes de detectar temperatura a partir 0,05 °C enquanto a mão humana não é capaz de perceber a temperatura menor de 2°C - 4°C. Daí a importância deste método para o meio médico veterinário, pois um dos maiores desafios do médico veterinário é a falta de comunicação por parte do seu paciente animal, sendo assim, a termografia vem para melhorar o auxílio diagnóstico (Davis e Silva 2004).

De acordo com Davis e Silva (2004), uma das vantagens da termografia é o auxílio na percepção e localização de problemas no grau de comprometimento de tecidos.

Na grande área da Oncologia Veterinária, meios de diagnóstico como a termografia, tem ganhado destaque.

De acordo com Reis et al (2010), a neoplasia mamária é um assunto abordado em todo o mundo por ter uma ocorrência bastante significativa tanto nos humanos, quanto em animais, sendo particularmente frequente em animais de companhia. Segundo os autores, embora seja situação clínica frequente, ainda há necessidade de avanços na aplicação de métodos diagnósticos, terapêuticos e prognósticos destas enfermidades em animais, a espelho do que ocorre em humanos. Neste contexto, deve-se explorar a potencial contribuição dos métodos presentes na rotina da medicina veterinária, bem como aqueles considerados como técnicas avançadas.

Autores como Nunes et al (2007) também indicam que por ser a termografia, um exame mais rápido, não ocasionar dor, não ser invasivo, não ter necessidade de contraste e não haver envolvimento de radiação, esta deve ser utilizada de modo a contribuir com o diagnóstico precoce de tumores de mama.

O câncer mamário pode ser precocemente detectado pela termografia, pois ocorrem variações de temperatura relacionadas às modificações do fluxo sanguíneo e do metabolismo das células mamárias. As células cancerígenas produzem óxido nítrico, responsável pelo estímulo à angiogênese e à vasodilatação, presentes nas neoplasias (Brioschi et al 2003).

Reis et al (2010), trabalhando com cadelas e objetivando avaliar os indícios da correlação entre as imagens ultrassonográficas e termográficas, com a classificação dos tumores de mama de cadelas obtidas por meio da citologia e histopatologia, não observaram relação direta entre o padrão de imagem e a definição da benignidade ou malignidade de neoplasias mamárias das cadelas, porém afirmam que a técnica pode exercer uma potencial ajuda na sugestão precoce de protocolo terapêutico ao câncer de mama (Figura 2).

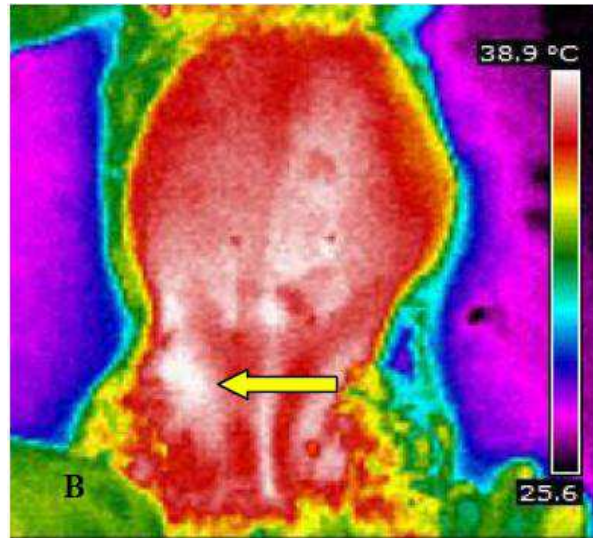


Figura 2. Termograma de um canino apresentando áreas de hiperradiação associada à angiogênese associadas ao tumor, na região das mamas. Fonte: Reis et al (2010).

Em uma experiência realizada em ratos adultos no sentido de recuperar a funcionalidade da locomoção após o esmagamento do nervo ciático, comenta-se a necessidade da utilização da TIV para a aferição da temperatura da superfície da pele por ser o método que apresenta elevada resolução e sensibilidade, possibilitando, desse modo, um maior controle com relação às variações de temperatura que são acometidos esses animais, nesse período em que o tratamento está sendo feito (Viana 2005).

Hovinen et al (2008) e Polat et al (2010) utilizaram a técnica da TIV em estudo que objetivava diagnosticar mastite em vacas, verificando relações diretas entre a temperatura superficial das glândulas mamárias e a ocorrência da mastite, sendo observada uma elevação da temperatura superficial nas glândulas onde havia mastite clínica.

Estudando o uso da TIV como ferramenta auxiliar no diagnóstico de mastite em ovelhas, Nogueira et al (2013), observaram que houve relação significativa entre as temperaturas superficiais das glândulas e alterações específicas do tecido glandular, além de serem observadas diferenças significativas entre as temperaturas superficiais das glândulas e os resultados do diagnóstico clínico (Figura 3), concluindo que, a termografia permitiu identificar diferenças de temperaturas entre as metades mamárias saudáveis ou com mastite subclínicas daquelas com mastite clínica em estágio crônico e que esta técnica, se associada ao diagnóstico clínico e/ou microbiológico, tem potencial para ser uma importante ferramenta no diagnóstico e prognóstico de mastite em ovelhas e auxiliar na tomada de decisões, bem como, na adoção de novas práticas de manejo em rebanhos de ovelhas deslanadas.

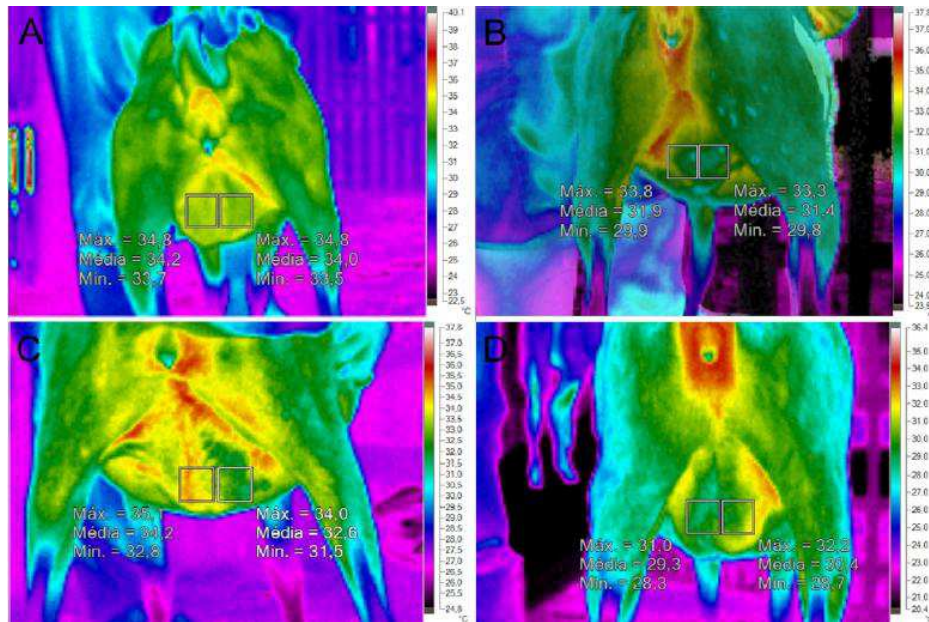


Figura 3. Termogramas da mama de ovelhas. A) sem alteração B) Nódulos pequenos nas duas metades C) Nódulo média na esquerda e grande na direita D) Consistência diminuída em ambas as metades. Fonte: Nogueira et al (2013).

Outra área da medicina veterinária, na qual a termografia pode ter expressiva importância é na área da medicina clínica de grandes animais como os equinos.

De acordo com Turner (2001) e Holmes et al (2003), a termografia na medicina esportiva equina tem sido aplicada para incrementar a prática da clínica, provando ser útil na prevenção, diagnóstico e prognóstico de afecções.

Moura et al (2011), avaliaram o uso da TIV na análise da termorregulação de equino em condição de treinamento, concluindo que o uso desta técnica permitiu precisão na determinação da temperatura da superfície das partes do corpo do cavalo e sua associação com a termorregulação.

Na avaliação de equinos atletas submetidos à esportes como o hipismo por exemplo, a termografia pode e deve ser utilizada no diagnóstico de lesões musculoesqueléticas provenientes do intenso treinamento, no estudo das trocas de calor e termorregulação destes animais em condição de treinamento, dentre outras funções, como mostra a figura 4.

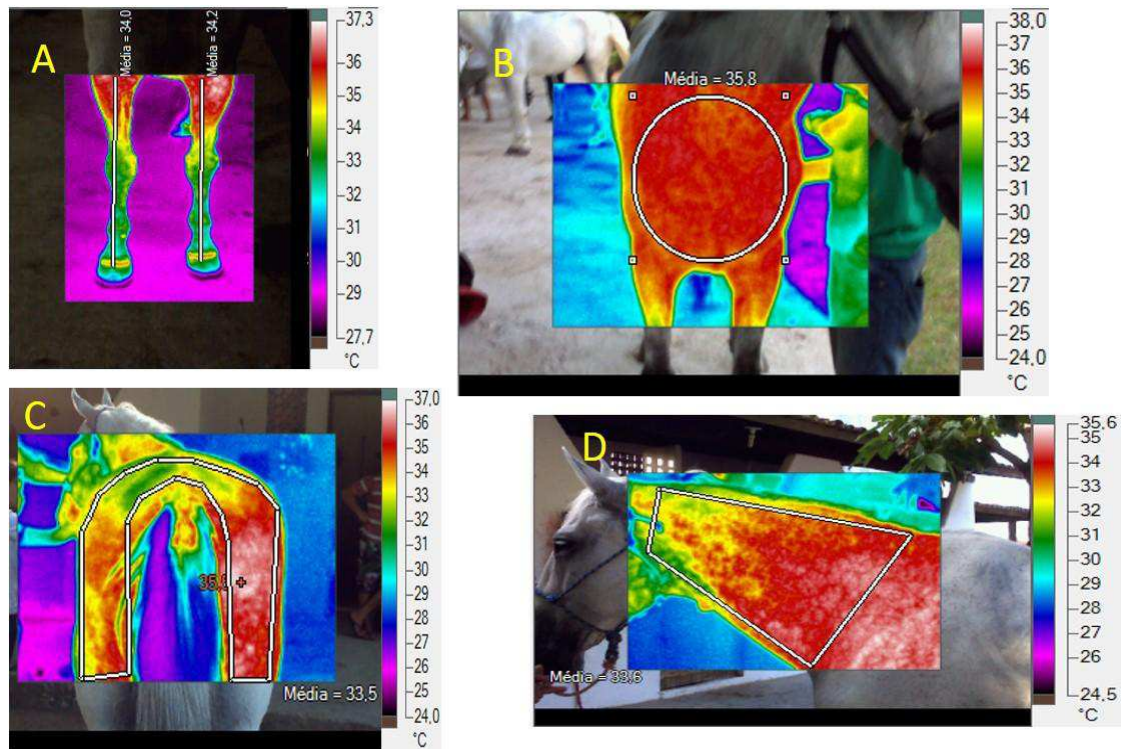


Figura 4. Obtenção da temperatura superficial de diferentes regiões de equinos de hipismo submetidos a treinamento: A) Membros anteriores B) Peitoral C) Garupa D) Pescoço Fonte: Arquivo Particular do autor.

Em equinos atletas com alta exigência de performance, a termografia pode incrementar o treinamento destes animais, avaliando-se as injúrias musculoesqueléticas originadas de uma rotina de exercícios intensa, provendo informações úteis ao médico veterinário e treinadores a preparação dos animais para competições (Van Hoogmoed e Snyder, 2002).

Na área da ortopedia, a TIV foi utilizada com sucesso na detecção de tendinite, sinovite e alterações no perióstio (Turner et al 1986). Além disso, existem trabalhos referentes à sua utilização na detecção de síndrome navicular (Rose et al 1983; Turner et al 1983), laminite (Turner 2001) e osteoartrites (Vaden et al 1975).

A câmera termográfica também pode ser utilizada na detecção de lesões que estão em desenvolvimento ou já instaladas na coluna de equinos (figura 5). Este fator é importante, pois as dorsopatias são uma das principais causas de alterações no desempenho de cavalos atletas (Figueiredo et al 2012).

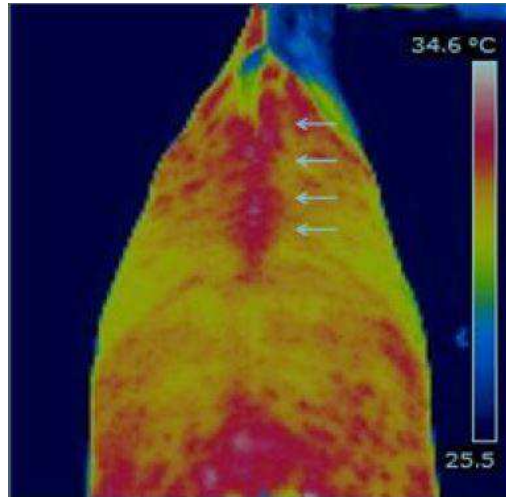
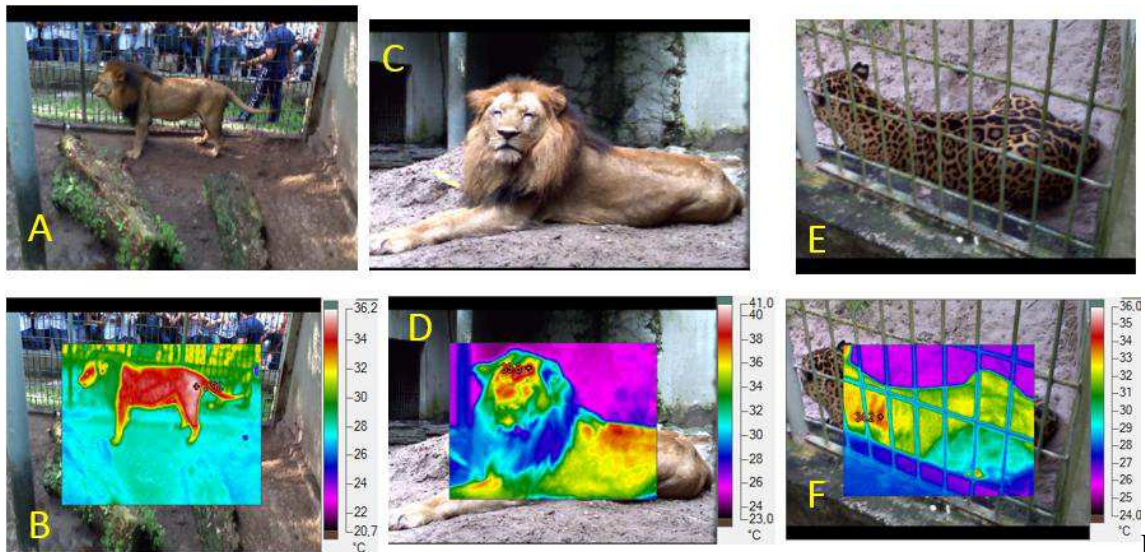


Figura 5. Avaliação termográfica da região dorsal da coluna de um equino. Pontos quentes referentes a processo inflamatório (setas brancas). Fonte (Figueiredo et al 2012).

Em ampla revisão, Stewart (2008) verificou que TIV tem sido usada com sucesso para avaliar a inflamação decorrente da marcação de gado por ferro quente e da temperatura da superfície escrotal, como indicador de fertilidade em touros, e de atividades de descorna em bezeros.

Outra aplicabilidade da TIV seria nos estudos com animais selvagens e ou de zoológicos (Figura 6). Segundo Ghafir (1996), é uma ferramenta que possibilita fazer um bom exame clínico em animais silvestres, com uma certa distância segura, podendo ser utilizado em selvas, florestas e savanas, principalmente em animais mais hostis.

Estudando as trocas de calor em espécies diferentes de ratitas: avestruz, emu e casuar, Phillips e Sanborn (1994), também utilizaram da técnica da termografia, para obtenção da temperatura superficial dos animais.



Figur

a 6. Utilização da termografia de infravermelho na avaliação da temperatura superficial e do estresse ambiental em animais selvagens criados em zoológico. A) e C) Imagem visível de um leão (*Panthera leo*) B) e D) Termograma de um leão (*Panthera leo*) E) Imagem visível de Onça Pintada (*Panthera onca*) F) Termograma de Onça Pintada (*Panthera onca*). Fonte: Arquivo Particular do Autor.

Biondi (2013), realizando um estudo termográfico na superfície ocular de cães, concluiu que a TIV se mostra como método com potencial para auxiliar o diagnóstico de alterações oculares, principalmente quando utilizada como ferramenta na triagem de anormalidades em situações onde haja a necessidade de avaliação de uma grande população de animais. Esse método de triagem poderia ser particularmente útil em locais como abrigos de animais e zoológicos, desde que o instrumento pudesse ser colocado próximo da cabeça dos animais (aproximadamente 40 cm).

Como se vê, a utilização da TIV no campo da Medicina Veterinária é ampla, diversificada nas mais variadas áreas e nos mais diferentes tipos de experimentos e objetivos, corroborando assim uma vez mais, a afirmação da grande utilidade desta prática para os diferentes campos da ciências veterinárias.

PRODUÇÃO ANIMAL E O USO DA TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO

Os fatores ambientais, nutricionais e de manejo estão intrinsecamente ligados ao processo produtivo e devem ser levados em consideração quando se busca uma maior eficiência na exploração pecuária (Roberto et al 2011).

Nesse contexto, o uso de novas tecnologias como a TIV surgem como alternativas para precisar o impacto dos fatores ambientais na produção animal, dando suporte à decisão e promovendo a saúde e o Bem-estar animal (Roberto et al 2014).

Segundo Kotrba et al (2007), além de auxiliar na compreensão da termorregulação em razão das mudanças na temperatura superficial, a termografia ajuda a compreender o impacto das condições ambientais sobre o bem-estar animal.

Roberto et al (2014), avaliaram com auxílio da termografia, as respostas fisiológicas e os gradientes térmicos de caprinos, criados em sistema de confinamento, nos turnos manhã e tarde, no semiárido paraibano (Figura 7).

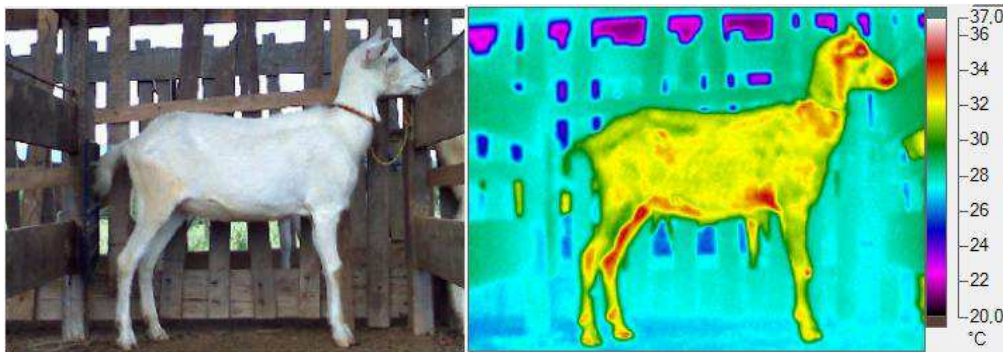


Figura 7. Imagem de luz visível de caprino e seu termograma.
Fonte: Arquivo Particular do Autor.

Ferreira et al (2011) avaliaram a eficiência da câmera termográfica na detecção da variação de produção de calor metabólico de pintinhos alimentados com diferentes densidades energéticas, verificando que a termografia identificou efetivamente a atividade metabólica das aves.

Montanholi et al. (2008), trabalhando com vacas em lactação, estabeleceram a correlação das temperaturas superficiais de diferentes regiões do corpo com a produção de calor, através da termografia de infravermelho. Conforme os autores, a correlação encontrada para a região da garupa foi de 0,71; flanco 0,72; costela 0,66 e pata 0,88. Essas informações apresentam grande importância para o entendimento sobre os processos termorregulatórios dos bovinos. Já Berry et al (2003), utilizaram da mesma técnica para estudar os efeitos dos fatores ambientais sobre a variação diária da temperatura do úbere de vacas leiteiras.

Na área da produção animal, pode-se perceber através da literatura, que a TIV tem sido empregada como ferramenta na avaliação e detecção de desordens metabólicas (Clark e Cena 1977; Hurnik et al 1984), doenças e infecções (Berry et al 2003; Schaefer et al 2007; Polat et al 2010), além de auxiliar na compreensão da termorregulação em razão das mudanças na

temperatura superficial e o impacto das condições ambientais sobre o bem-estar animal (Kastelic et al 1996; Stewart et al 2005; Knížková et al 2002; Kotrba et al 2007).

Em trabalho utilizando bezerros da raça Jersey, com o objetivo de mostrar se existe uma correlação entre registro de variáveis fisiológicas obtidos por métodos convencionais (considerados invasivos, com termômetros digitais) e pelo método da termografia infravermelha, Bustos Mac-Lean et al (2012) concluíram que a utilização da TIV como uma ferramenta de registro de variáveis fisiológicas de bezerros é possível, pois existe uma alta correlação (0,69) da imagem da orelha do animal com a temperatura retal, afirmando ainda que este método de colheita pode ser utilizado em trabalhos de bem-estar animal e conforto térmico, nos quais a intervenção do pesquisador pode alterar resultados.

Bowers et al (2009), utilizando a TIV, afirmaram que esta técnica demonstrou-se efetiva na distinção de éguas prenhas das não prenhas, em animais com cinco semanas antes do parto. Segundo estes autores, Os animais com útero gravídico apresentaram maiores temperaturas na região do abdômen, quando comparados a animais com úteros não gravídico, independente das condições ambientais, porém, a diferença ficou mais visível quando a temperatura ambiente foi inferior a 19 °C.

A capacidade da TIV em detectar e mensurar as respostas dos animais ao estresse, tem sido um dos principais focos das pesquisas. Relações entre imagem em infravermelho e a atividade do eixo hipotálamo-pituitaria-adrenocortical (HPA) foram inicialmente investigadas por Cook et al (2001), que utilizaram imagens térmicas e cortisol para medir a atividade adrenocortical e metabólica em cavalos. Amostras de sangue, saliva e imagens do olho em infravermelho foram coletadas em intervalos definidos antes e depois de um desafio com o hormônio adrenocorticotropico (ACTH). E os resultados mostraram uma correlação significativa entre a temperatura máxima do olho com o cortisol plasmático e salivar, sugerindo que mudanças na temperatura do olho podem ser associadas com a ativação do eixo HPA.

Pesquisas envolvendo estresse em animais de produção e características qualitativas de carne foram realizadas por Schaefer et al (2001), avaliando o estresse ante-mortem e suas implicações econômicas à carne bovina, suína e de cordeiros. Os autores verificaram com o uso da TIV, em bovinos transportados por períodos de 1,5 horas, imagens térmicas da região dorsal desses animais com temperaturas de 36,2 e 37,2 °C, no momento antes do transporte e após o transporte, respectivamente, verificando-se tendência de algum grau de carne PSE ou DFD no momento do abate, como indicativo de estresse sofrido pelos animais.

Da mesma forma, Tong et al (1995) afirmaram que a tecnologia da termografia infravermelha pode ser usada para diagnóstico na identificação de animais vivos predispostos a alterações na qualidade da carne PSE em suínos e DFD em bovinos.

Na produção de suínos, a ocorrência de algumas enfermidades como artrites podem prejudicar drasticamente os sistemas produtivos, e a utilização de técnicas que visem o diagnóstico precoce de tais enfermidades pode evitar muitos prejuízos para os produtores. De acordo com Hill (1992) as artrites são enfermidades que podem acometer os suínos em qualquer faixa etária, causando enormes perdas econômicas por morte, atraso no crescimento, descarte precoce de reprodutores, gastos com medicamentos, mão de obra, formação de animais refugos e condenação de carcaça nos abatedouros. Nesse contexto, Graciano (2013) trabalhou com suínos com o objetivo de avaliar a eficiência da câmera termográfica em identificar edemas inflamatórios em suas patas. O autor selecionou animais que apresentavam claudicação e edema nos membros posteriores, e a partir da análise dos termogramas, concluiu que a TIV apresentou potencial significativo no pré-diagnóstico de processos inflamatórios e lesões, e pode servir como ferramenta para auxiliar a redução de descartes de reprodutores e condenações de carcaças em abatedouros.

Utilizando uma câmera termográfica, Nääs et al (2010) avaliaram a variação da temperatura de superfície corporal de frangos de corte, com 42 dias de idade, criados com a mesma dieta, porém, em instalações com tipologias diferentes, e observaram que as regiões sem penas acompanham a temperatura ambiente com maior facilidade e que as aves perdem mais calor sensível durante a manhã e mais calor latente durante a tarde.

Nascimento et al (2011), trabalhando com frangos de corte, com objetivo de determinar um índice de conforto térmico para as aves baseada na lógica Fuzzy, também utilizaram da TIV para obtenção da temperatura superficial das aves, como mostra a figura 8.

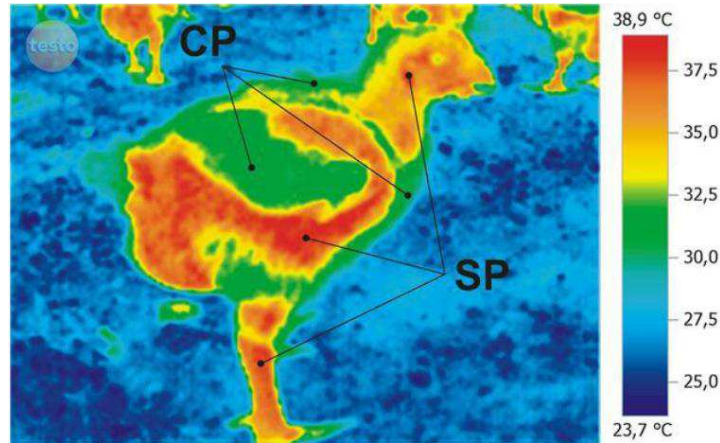


Figura 8. Termograma de ave mostrando área de coleta das temperaturas superficiais das penas (CP) e da pele (SP). Fonte: Nascimento et al (2011).

Segundo Nikkhah et al(2005), a TIV foi indicada como método adequado na detecção de laminites em vacas leiteiras em lactação, e na detecção de dor crônica após corte da cauda, segundo Eicher et al (2006). Já para Lovett et al(2009), a aplicação de termografia como método de triagem para identificar, por assimetria de temperatura dos cascos, potenciais bovinos infectados pelo vírus da febre aftosa mostrou-se promissora para a identificação precoce dos animais infectados.

Em experimento para avaliar o consumo alimentar residual (CAR) em bovinos de corte, Colyn et al (2010) apresentaram resultados afirmando que a TIV é um método promissor para prever o CAR, mostrando-se útil para vacas adultas, bovinos em crescimento e bezerros, por possibilitar estimar as perdas de energia bruta pela imagem de forma rápida.

No campo de estudo sobre avaliação da qualidade, monitoramento e armazenamento de determinados alimentos, a TIV também tem ganhado destaque. De acordo com Novinski et al (2013), o monitoramento em tempo real da temperatura na superfície dos alimentos parece ser uma forma rápida e segura na previsão da qualidade nutricional e microbiológica de muitos produtos.

Junges (2010), em estudo inovador com silagem de milho, usou a TIV para avaliar temperatura de silagens expostas ao ar em sala com temperatura controlada. As correlações entre a temperatura da superfície e a temperatura interna da massa apresentaram coeficiente moderado ($r = 0,55$ $P < 0,001$), mostrando que a imagem da superfície pode ser usada como indicador de pontos de crescimento microbiano. No entanto, concluiu que há necessidade de se ampliar o controle de outras variáveis, além daquelas estudadas por ele.

Utilizando a termografia com o objetivo de relacionar a temperatura da face do silo com a qualidade da silagem, Abdelhadi et al (2012) pesquisaram a localização de pontos de

máximo e mínimo aquecimento em silos do tipo bunker que armazenavam silagem de milho. Não foi percebida correlação da temperatura com os parâmetros de qualidade (MS, PB, pH), no entanto, silagens coletadas nas áreas quentes tiveram redução na digestibilidade de matéria seca em relação ao ponto frio. Logo, os autores concluíram que a imagem em infravermelho pode ser utilizada para detectar regiões que representam menor digestibilidade da MS.

Addah et al (2012) também utilizaram a termografia e imagens térmicas, com o objetivo de avaliar os efeitos de um inoculante na estabilidade aeróbia de silagem de cevada. Estes autores concluíram que as imagens térmicas oferecem perspectivas como um método prático para avaliar a estabilidade aeróbia de silagens, entretanto afirmam que mais estudos serão necessários para determinar a capacidade das imagens infravermelhas em avaliar a estabilidade aeróbica de uma variedade de tipos de silagem em diferentes sistemas de ensilagem durante todo o ano.

No âmbito dos estudos sobre a qualidade dos diferentes tipos de materiais e instalações utilizados na produção animal, a TIV também pode ser aplicada com eficiência, visando trazer informações que auxiliem na melhoria do conforto térmico ambiental.

Fiorelli et al (2012), estudando a eficiência térmica de diferentes coberturas (telha fibrocimento pintada de branco, telha de fibrocimento sem pintura e telha de fibrocimento com tela de sombreamento) de bezerreiros individuais expostos ao sol e à sombra, por meio de termografia infravermelha e índices de conforto térmico, afirmaram que o uso do processamento de imagens termográficas mostrou-se uma ferramenta facilitadora da identificação de diferenças significativas de temperatura de superfície de cobertura do bezerreiro exposto à sombra em comparação àqueles expostos ao sol. Os resultados obtidos a partir da utilização da câmera termográfica, permitiram os autores observar que a estrutura com telhado de fibrocimento pintado de branco foi a que apresentou menores valores de temperatura de superfície dos abrigos expostos ao sol.

Dessa forma, através da literatura consultada, pode-se inferir uma vez mais, que a termografia de infravermelho se aplica às mais diversas áreas, dentro das ciências agrárias, tendo ampla eficácia nos mais diversos tipos de experimentos com as mais diversas espécies animais e objetivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É uma tecnologia que pode ser aplicada nos mais diversos campos da medicina veterinária, com grande eficácia e utilização nas mais diversas espécies, contribuindo de forma ímpar para um melhor e mais eficiente diagnóstico veterinário.

Principalmente no que diz respeito ao bem-estar animal, pode e deve ser usada nos sistemas de produção animal como alternativa aos métodos tradicionais de obtenção de temperaturas superficiais, trazendo mais precisão, exatidão e praticidade na manipulação de dados.

REFERÊNCIAS

Abdelhadi PA, Saraiva WR, Bameix C.A. (2012) Infrared thermography to assess the relationship between corn silage quality and face temperature. *Journal of Dairy Science*. 95:537.

Addah W, Baah J, Okine EK, McAllister TA (2012) Use of thermal imaging and the in situ technique to assess the impact of an inoculant with feruloyl esterase activity on the aerobic stability and digestibility of barley silage. *Canadian Journal of Animal Science*. 92: 381-394.

Adams F. (1939) *The genuine works of Hippocrates*. Baltimore: Williams &Wilkins.

Berry RJ, Kennedy AD, Scott SL, Kyle BL, Schaefer AL (2003) Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. *Canadian Journal Of Animal Science*. 83:687-693.

Biondi F (2013) Contribuições sobre implantes poliméricos intraoculares e investigações sobre termografia da superfície ocular e gravidade específica da lágrima relacionadas ao teste de schirmer. Dissertação, Universidade Federal do Paraná.

Bowers S, Gandy B, Anderson P, Ryan P, Willard S (2009) Assessment of pregnancy in the late-gestation mare using digital infrared thermography. *Theriogenology*. 72:372-377.

Brioschi ML, Macedo JF, Macedo RAC (2003) Termografia cutânea: novos conceitos. *Revista Vasculiar Brasileira* 2:151-160.

Bustos Mac-Lean, PA (2012) Programa de suplementação de luz e relação entre variáveis fisiológicas e termográficas de bezerros em aleitamento em clima quente. Tese, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos-Universidade de São Paulo.

Clark JÁ, Cena K (1977) The potential of infrared thermography in veterinary diagnosis. *The Veterinary Record*. 100:402-404.

Christiansen J, Gerow G (2002) Termografia eletrônica. Cortez, São Paulo.

Colyn JJ, Schaefer JA, Basarab EK (2010) Prediction of residual feed intake in beef heifers by infrared thermography. *Journal of Dairy Science*. 93:3050-3055.

Cook NJ, Schaefer AL, Warren L, Burwash L, Anderson M, Baron V (2001) Adrenocortical and metabolic responses to ACTH injection in horses: an Assessment by salivary cortisol and infrared thermography of the eye. *Canadian Journal of Animal Science*. 81:621(abstract).

Eddy AL, Vanhoogmoed LM, Snyder JR (2001) The Role of Thermography in the Management of Equine Lameness. *Veterinary of Journal*, 162:172-181.

Eicher SD, Cheng HW, Sorrells AD, Schutz MM (2006) Behavioral and physiological indicators of sensitivity or chronic pain following tail docking. Short communication: *Journal of Dairy Science*. 89:3047-3051.

Ferreira VMOS, Francisco NS, Belloni M, Aguirre GMZ, Caldara FR, Nääs IA, Garcia RG, Almeida Paz ICL, Polycarpo GV, (2011) Infrared thermography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed with different energy densities. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 13:113-118.

Figueiredo T, Dzyekanski B, Kunz J, Silveira AB, Ramos CMG, Michelotto Júnior PV (2012) A importância do exame termográfico na avaliação do aparato locomotor em equinos atletas. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*. 18: 50-65.

Fiorelli J, Schmidt R, Kawabata CY, Oliveira CEL, Savastano Junior H, Rossignolo JA (2012) Eficiência térmica de telhas onduladas de fibrocimento aplicadas em abrigos individuais para bezerros expostos ao sol e à sombra. *Ciência Rural*. 42:64-67.

Gavrila D (1999) A análise visual do movimento humano: pesquisa, visão computacional e compreensão de imagem. *Artigos de Ciência Veterinária*, 13: 82-98.

Ghafir Y, Art T, Lekeux P (1996) La thermographie infrarouge dans l'étude de la thermoregulation chez le cheval: effets de l'entraînement. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 140:131-135.

Giorleo G, Meola C (2002) Comparison between pulsed and modulated thermography in glass-epoxy laminates. *NDT&E International*, London, 35:287-292.

Gonzalez RC, Woods RE (2000) *Processamento de imagens digitais*. Edgard Blücher, São Paulo.

Graciano DE (2013) *Aplicação da termografia infravermelha na produção animal*. Dissertação, Universidade Federal da Grande Dourados.

Hill M (1992) Skeletal System and feet. In: Leman A, Straw BE, Mengeling WL, D'allaire S, Taylor DJ (ed) *Diseases of swine*, 7th ed. Iowa. Iowa State University Press, pp 163-195.

Holmes LC, Gaughan EM, Gorondy DA, Hogge S, Spire MF, (2003) The effect of perineural anesthesia on infrared thermographic images of the forelimb digits of normal horses. *The Canadian Veterinary Journal*, 44:392–396.

Holst GC (2000) *Common Sense approach to thermal imaging*. Winter Park (FL): JCD Publishing.

Hovinen M, Siivonen J, Taponen S, Hänninen L, Pastell M, Aisla AM, Pyörälä S. (2008) Detection of Clinical Mastitis with the Help of a Thermal Camera. *Journal of Dairy Science* 91:4592- 4598.

Hurnik JF, Deboer S, Webster AB (1984) Detection of health disorders in dairy cattle utilizing a thermal infrared scanning technique. *Canadian Journal Animal Science*. 64:1071–1073.

Junges D (2010) Aditivo microbiano na silagem de milho em diferentes tempos de armazenamento e avaliação da estabilidade aeróbia por termografia em infravermelho. Dissertação, Universidade Federal do Paraná.

Kastelic JP, Cook RB, Coulter GH, Wallins, GL, Entz T. (1996) Environmental factors affecting measurement of bovine scrotal surface temperature with infrared thermography. *Animal Reproduction. Science* 41:153–159.

Knížková I, Kunc P, Koubkova M, Flusser J, Oldrich D (2002) Evaluation of naturally ventilated dairy barn management by a thermographic method. *Livestock Production Science* 77:349–353.

Kotrba R, Kunc P, Gürdíl GAK, Pinar Y, Selví KC (2007) Applications of infrared thermography in animal production. *Journal of the Faculty of Agriculture* 22:329-336.

Lovett, KR, Pacheco JM, Packer C, Rodriguez LL (2009) Detection of foot-and-mouth disease virus infected cattle using infrared thermography. *The Veterinary Journal* 180:317–324.

Maldague X, (2001) *Infrared and Thermal testing: Nondestructive testing handbook*. 3th ed, Columbus, OH: Patrick O. Moore.

Marque OF, Vieira HN (1999) *Processamento digital de imagens*. Brasport, Rio de Janeiro.

Montanholi YR, Odongo NE, Swanson KC, Schenkel, FS, McBride BW, Miller SP (2008) Application of infrared thermography as an indicator heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). *Journal of Thermal Biology*. 33:473-475.

Moura DJ, Maia APA, Vercellino RA, Medeiros BBL, Sarubbi J, Griska PR (2011) Uso da termografia infravermelha na análise da termorregulação de cavalo em treinamento. *Engenharia Agrícola*. 31:23-32.

Nääs IA, Romanini CEB, Nascimento DPNGR, Vercellino RA (2010) Distribuição da temperatura superficial de frangos de corte com 42 dias de idade. *Scientia Agricola*. Piracicaba. 67:497-502.

Nascimento GR, Pereira DF, Nääs IA, Rodrigues LHA (2011) Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. *Engenharia Agrícola*. 31:219-229.

Nikkhah A, Plaizier JC, Einarson MS, Berry RJ, Scott SL, Kennedy AD (2005) Infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. Short communication: *Journal of Dairy Science*. 88:2749–2753.

Nogueira FRB, Souza BB, Carvalho MGX, Garino Junior F, Marques AVMS, Leite RF (2013) Termografia infravermelha: uma ferramenta para auxiliar no diagnóstico e prognóstico de mastite em ovelha. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*. 35(3):289-297.

Novinski CO (2013) Composição de micotoxinas e bromatologia de silagens de milho em silos de grande porte utilizando imagens em infravermelho. Dissertação, Universidade Federal do Paraná.

Nunes LAO, Filho ACC, Sartori JL (2007) Câmara termográfica nacional. *Revista Prática Hospitalar*. 49: 18-21.

Phillips PK, Sanborn AF (1994) An infrared, thermographic study of surface Temperature in three ratites: ostrich, emu And double-wattled cassowary. *Journal of Thermal Biology* 19: 423-430.

Polat B, Colak A, Cengiz M, Yanmaz LE, Oral H, Bastan A, Kaya S., Hayirli A. (2010) Dairy cowsI. *Journal of Dairy Science*. 93:3525-3532.

Reis FR, Barreira APB, Castro V, Castro JLC, Suzano SMC, Rocha AA (2010) Índícios sobre a correlação entre diferentes métodos diagnósticos em casos de tumor de mama em cadelas. *Revista Eletrônica Novo Enfoque* 09:14-31.

Richards A (2001) *Alien Vision – Exploring the electromagnetic spectrum with imaging technology*. SPIE Press.

Roberto JVB, Souza BB (2011) Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável* 6:08-13.

Roberto JVB, Souza BB, Furtado DA, Delfino LJB, Maques BAA (2014) Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* 2:11-19.

Rose RJ, Allen JR, Hodgson DR, (1983) Studies on isoxsuprine hydrochloride for treatment of navicular disease. *Equine Veterinary Journal* 15: 338-341.

Santos L (2006) *Termografia infravermelha em subestações de alta tensão*. Dissertação, Universidade Federal de Itajubá.

Schaefer AL, Dubeski PL, Aalhus JL, Tong AKW (2001) Role of nutrition in reducing antemortem stress and meat quality aberrations. *Journal Animal of Science*. 79:91-101.

Schaefer AL, Cook NJ, Church JS, Basarab J, Perry B, Miller C, Tong AKW (2007) The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. *Research in Veterinary Science*. 83:376–384.

Stewart M, Webster JR, Schaefer AL, Cook NJ, Scott SL (2005) Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. *Animal Welfare* 14: 319-325.

Stewart M (2008) *Non-invasive measurement of stress and pain in cattle using infrared thermography*. Tese. Animal Science. Massey University, Palmerston North, New Zealand.

Sümbera R, Zelová J, Kunc P, Kníková I, Burda H (2007) Patterns of surface temperatures in two mole-rats (Bathyergidae) with different social systems as revealed by IR Thermography. *Physiology & Behavior* 92: 526-532.

Tong AKW, Schaefer AL, Jones SDM (1995) Detection of poor quality beef with infrared thermography. *Meat Focus Int.* 4:443–445.

Turner TA, Fessler JF, Lamp M, Pearce JA, Geddes LA, (1983) Thermographic evaluation of horses with podotrochlosis. *American veterinary Journal Research* 44:539.

Turner TA, Purohit RC, Fessler JF (1986) Thermography: a review in equine medicine *Compendium of Continuing Education Practice Veterinary* 8:855-61.

Turner TA (2001) Diagnostic thermography. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 17:95-113.

Vaden MF, Purohit RC, McCoy MD, Vaughan JT, (1975) Thermography: A technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis. *American Journal Veterinary Reserch* 41:1175-1179.

Van Hoogmoed LM, Snyder JR (2002) Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. *The Veterinary Journal.* 164:129-141.

Veratti, AB (1992) Termografia: princípios, aplicações e qualidade. ICON Tecnologia São Paulo

Viana DML (2005) Changes in cutaneous and body temperature during and after conditioned fear to context in the rat. *European Journal of Neuroscience* 21:2.505-2512.

Vieira RJS, Esteves VF (2005) Prevenção do câncer de mama: mito ou realidade? *Prática Hospitalar* 40:77-82.

Waldsmith JK, Oltmann JI (1994) Thermography: subclinical inflammation, diagnosis, rehabilitation and athletic evaluation. *Journal of Equine Veterinary Science* 14:8-10.

Williams JHJr, Masouri SH, Lee SS, (1980) One-dimensional analysis of thermal nondestructive detection of delamination and inclusion flaws. *British Journal of Non-Destructive Testing*, Leigh-On-Sea (GB), 22.

Ziproudina N, Ming Z, Hänninen OOP (2006) Plantar infrared thermography measurements and low back pain intensity. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutic*. 29:219-223.

CAPÍTULO 3

DESEMPENHO PRODUTIVO DE CORDEIROS EM TERMINAÇÃO ALIMENTADOS COM SAL FORRAGEIRO DE FAVELEIRA (*cnidoscolus quercifolius pohl*)

(Manuscrito publicado na revista *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 37, n. 2, p. 977-988,
mar./abr. 2016)

Desempenho produtivo de cordeiros em terminação alimentados com sal forrageiro de faveleira

(*Cnidocolus quercifolius Pohl*)

Productive performance of lambs in termination fed with faveleira fodder salt (*Cnidocolus quercifolius Pohl*)

João Vinícius Barbosa Roberto^{1*}; Jaime Miguel de Araujo Filho²; Bonifácio Benício de Souza³; Thaiz Lamy Alves Ribeiro⁴; Rafael Pádua de Araújo⁴; Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira⁵; Thiago Lima Da Silva Gomes⁶; Caíque André Cavalcanti Da Silva⁷; José Lucas Santos Rodrigues⁷; Marcos Lemos Andrade Oliveira⁸

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar o consumo e o desempenho produtivo de cordeiros mestiços ½ sangue Dorper + ½ sangue Santa Inês, suplementados com diferentes níveis de sal forrageiro de faveleira (*Cnidocolus quercifolius Pohl*). Utilizou-se 30 ovinos machos, alimentados com feno de capim tifton, água e sal forrageiro de faveleira e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos se constituíram de dietas com diferentes proporções de inclusão de feno de faveleira na formulação do sal forrageiro: Tratamento 1 (1% de sal mineral + 99% de feno de faveleira); Tratamento 2 (3% de sal mineral + 97% de feno de faveleira); Tratamento 3 (5% de sal mineral + 95% de feno de faveleira); Tratamento 4 (7% de sal mineral + 93% de feno de faveleira) e Tratamento 5 (100% de sal mineral). A análise de variância não demonstrou efeito ($P > 0,05$) da suplementação sobre a ingestão de matéria seca, consumo de feno de tifton, ingestão de água, ganho de peso diário, conversão e eficiência alimentar. Houve diferença ($P < 0,05$) na ingestão diária de sal forrageiro somente entre o tratamento 4 e o tratamento testemunha, sendo que os animais do tratamento 4 (93% de feno de faveleira / 7% de sal mineral) apresentaram maior ingestão (61 g dia^{-1}). Já em relação à ingestão de sal mineral, a análise de regressão demonstrou um efeito linear positivo à medida que os níveis de sal mineral foram aumentando. Entretanto, o GPMD foi semelhante entre todos os tratamentos, revelando que mesmo em menores quantidades, o feno de faveleira juntamente com o tifton, foram suficientemente capazes de dispor aos animais uma quantidade adequada de nutrientes, para um bom ganho de peso diário. A inclusão de faveleira de até 99% na formulação de sal forrageiro, não prejudica o consumo voluntário de volumoso, de água nem a ingestão de matéria seca, assim como também o ganho de peso diário, conversão e eficiência alimentar. Cordeiros suplementados com sal forrageiro de faveleira apresentam níveis de ganho de peso dentro da faixa ótima para o abate, além de bons níveis de conversão e eficiência alimentar, comprovando o potencial desta dicotiledônea como importante alternativa na suplementação de ovinos.

Palavras-chave: consumo, faveleira, ganho de peso, minerais, ovino

¹ Doutorando do programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande, CSTR – Patos-PB. E-mail: viniciusjv@yahoo.com.br

² Doutor em Zootecnia – UFPB, Pós-doutorando do Programa Nacional de Pós-Doutorado/CAPES, na Universidade Federal de Campina Grande, CSTR – Patos-PB. E-mail: jaimezoot@gmail.com

³ Prof. Dr. Associado IV, da Universidade Federal de Campina Grande - CSTR – Patos-PB. E-mail: bonif@cstr.ufcg.edu.br

⁴ Mestre em Zootecnia, pelo programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFCG. CSTR – Patos-PB. E-mail: thaizz_ribeiro@hotmail.com; rafaelpaduadearaujopadua@yahoo.com.br

⁵ Professor Associado da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB. E-mail: gajocaol@yahoo.com.br

⁶ Mestrando do programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFCG. E-mail: thiagovet222@hotmail.com

⁷ Graduando em Medicina Veterinária - UFCG - CSTR – Patos-PB. E-mail: caiquecavalcanti@gmail.com; lucasrodrigues.50@hotmail.com

⁸ Mestre em Ciência Animal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Brasil. E-mail: marcos-agr1@hotmail.com

* Autor para correspondência

Abstract: The objective of this study was to evaluate the intake and productive performance of crossbred lambs ½ blood Dorper and ½ blood Santa Inês supplemented with different levels of faveleira (*Cnidocolus quercifolius Pohl*) fodder salt. Were used thirty male sheep, fed with grass hay tifton, water and faveleira fodder salt and distributed in a completely randomized design with five treatments and six repetitions. The treatments were constituted of diets with different proportions of inclusion hay faveleira in the formulation of fodder salt: Treatment 1 (1% of mineral salt + 99% faveleira hay); Treatment 2 (3% of mineral salt + 97% faveleira hay); Treatment 3 (5% mineral salt + 95% faveleira hay); Treatment 4 (7% mineral salt + 93% of faveleira hay) and Treatment 5 (100% mineral salt). The analysis of variance showed no effect ($P > 0,05$) of supplementation on the intake of dry matter, consumption of tifton hay, water intake, daily weight gain, feed conversion and feed efficiency. There were differences ($P < 0,05$) in the daily intake of fodder salt only between treatment 4 and the control treatment, and the animals of the treatment 4 (93% hay faveleira / 7% mineral salt) showed a higher ingesting (61 g/day). In relation to intake of mineral salt, the regression analysis has demonstrated a positive linear effect as the mineral salt levels are increasing. However, the daily weight gain was similar in all the treatments, showing that even in smaller quantities, the faveleira hay along with tifton hay were sufficiently capable provide to the animals a suitable amount of nutrients, for a good daily weight gain. The inclusion of faveleira up to 99% in the formulation faveleira fodder salt, not affect the voluntary intake of forage, the water consumption, neither the intake of dry matter as well as the daily weight gain, feed conversion and feed efficiency. Lambs supplemented with faveleira fodder salt have levels of daily weight gain situated within the optimum range for the slaughtering, further on good levels of feed conversion and feed efficiency, demonstrating the potential of this dicotyledon as an important alternative in the supplementation of sheep.

Keywords: consumption, favela, lamb, minerals, weight gain

Introdução

A produção animal no Nordeste do Brasil é uma atividade que em muito depende da criação de pequenos ruminantes. Dentre estes, a espécie ovina é uma das mais difundidas no mundo, devido a sua rusticidade, permitindo assim a adaptação às mais variadas condições de meio ambiente, desde regiões montanhosas mais frias, até as zonas áridas e semiáridas.

De acordo com Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010), o Brasil possui um rebanho ovino expressivo, que ultrapassa dezessete milhões de cabeças. Desse rebanho, 56% encontra-se na região Nordeste (IBGE, 2010). Esses animais em sua maioria são criados de forma extensiva na caatinga, sendo que a principal limitação ao uso das pastagens no Brasil é a estacionalidade produtiva causada principalmente por fatores climáticos, como baixa umidade e irregularidades das precipitações durante os períodos de seca. Além do aspecto quantitativo, a lignificação da parede celular e a redução do teor protéico e da digestibilidade, causadas pela maturação da planta, são responsáveis pelo baixo valor nutritivo do pasto durante este período. Segundo Ben Salem (2010), o grande entrave deste sistema de produção é que na época de estiagem os nutrientes desses recursos alimentares são tão baixos e desequilibrados que há necessidade de suplementos para os animais. Porém, Tosi (1999) afirma que, mesmo em épocas desfavoráveis, os animais podem ter seu crescimento contínuo, desde que recebam suplementação alimentar estratégica que permita ganho moderado, porém importante para o crescimento.

No caso de dietas desbalanceadas, com reduzida disponibilidade de nitrogênio ou ricas em fibra em detergente neutro (FDN), o suprimento de proteína degradada no rúmen é limitante para o crescimento microbiano. A suplementação de proteína, pode ser feita através do uso de concentrados proteicos, entretanto, isso torna o sistema de produção muitas vezes inviável, por conta do alto custo deste insumo.

Segundo Cavalcante et al. (2005), o uso de leguminosas na composição dos suplementos aumenta de forma significativa o desempenho animal sem afetar o equilíbrio do ecossistema (utilização de forragens da caatinga). Nesse contexto, faz-se necessário pesquisar ingredientes alternativos e de baixo custo na região, ou que possam ser produzidos com facilidade na propriedade rural. Assim, o sal forrageiro, uma mistura de sal mineral com feno de forrageira dicotiledônea, surge como uma alternativa viável de suplementação para esses animais.

A faveleira ou favela (*Cnidocolus quercifolius Pohl*), é uma planta xerófila da família Euphorbiaceae, de porte arbóreo, com aproximadamente cinco metros de altura (SANTOS et al., 2006). Destaca-se no meio das plantas da caatinga pela sua extraordinária resistência à seca, devido ao armazenamento de reserva alimentícia no caule e nas raízes, permitindo o aparecimento de novas folhas, flores e frutos, e ainda por resistir a condições extremas de calor e radiação solar (MAIA, 2004). De acordo com Arriel et al. (2006), é uma das forrageiras de fundamental importância na região do semiárido por apresentar alta resistência às adversidades do ambiente e constituir importante fonte alimentar para a fauna. Ainda, segundo o mesmo autor, o caráter xerófilo dessa planta permite a sua sobrevivência mesmo em períodos de secas prolongadas,

contribuindo no equilíbrio do ecossistema e atenuando a degradação ambiental, além de permitir uma exploração econômica sustentada, melhorando dessa forma a qualidade de vida da população dessa região.

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o consumo e o desempenho produtivo de cordeiros mestiços ½ sangue Dorper ½ sangue Santa Inês, suplementados com níveis crescentes de sal forrageiro de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius Pohl*).

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), pertencente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Campus de Patos, no período de setembro de 2012 a outubro de 2012, totalizando 55 dias de experimento, sendo 10 dias de adaptação.

O município está localizado na mesorregião do Sertão Paraibano (latitude 07°01'04" S, longitude 37°16'40" W e altitude de 242 m) e é caracterizado por apresentar, segundo a classificação de Köppen (1948), um clima do tipo semiárido e quente (BSh), um regime pluviométrico diferenciado em duas estações, uma úmida, com duração de três a quatro meses, quando ocorrem cerca de 80% das precipitações anuais; a outra seca, que se estende pelos meses restantes do ano. A temperatura é megatérmica e isotérmica, com média anual entre 25°C-31°C, constituindo junho e julho os meses mais frios. A umidade relativa do ar flutua de 40-50%, na época seca, a 80-90%, no período das chuvas (GOMES et al., 2013; ARAÚJO FILHO 2013).

Foram utilizados 30 ovinos machos não castrados, mestiços ½ Santa Inês + ½ Dorper, com aproximadamente 150 dias de idade, peso vivo médio de 24,4±3,32 kg, confinados em baias individuais de 1m², contendo comedouro, saleiro e bebedouro, e alimentados com feno de capim tifton-85 (FCT-85), como suporte básico alimentar para simular a condição de pastejo, água e sal forrageiro de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius Pohl*), *ad libitum*.

O feno de tifton, o sal mineral e o sal forrageiro de faveleira eram pesados e fornecidos diariamente em quantidade que permitisse sobras diárias de cerca de 10% do oferecido no dia anterior. O consumo voluntário de cada animal, referente à água e à dieta sólida, foi obtido pela diferença entre o oferecido e a sobra. O consumo voluntário de água foi corrigido pela quantidade média de água evaporada observada em dois bebedouros similares, presentes no ambiente experimental e fora do alcance dos animais.

Antecipadamente à instalação do experimento, todos os animais foram identificados, desverminados e inoculados com vacina polivalente contra clostridioses e vacina contra raiva, obedecendo aos procedimentos técnicos veterinários. Ao início e ao término do experimento, após jejum líquido e sólido de 14 horas, foram pesados em balança própria para ovinos, para a estimativa do ganho de peso.

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições, totalizando 30 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos por dietas experimentais com diferentes proporções de inclusão de feno de faveleira na formulação do sal forrageiro: Tratamento 1 (1% de sal mineral + 99% de feno de faveleira); Tratamento 2 (3% de sal mineral + 97% de feno de faveleira); Tratamento 3 (5% de sal mineral + 95% de feno de faveleira); Tratamento 4 (7% de sal mineral + 93% de feno de faveleira) e Tratamento 5 (100 % de sal mineral).

O feno de tifton foi triturado devido à necessidade de se evitar a seletividade pelos animais e permitir mensuração precisa da ingestão do alimento pelos animais. A faveleira, obtida a partir de ramos tenros com folhas do extrato arbóreo, foi desidratada ao sol, durante três dias, até atingir o ponto de feno. Após fenado, esse material foi moído em forrageira, com o intuito de facilitar a uniformização com o sal mineral e evitar a seletividade pelos animais. Após a moagem, o feno ainda foi peneirado, para separar a parte de maior qualidade nutricional (mais folhas) da parte com mais galhos e talos.

O sal mineral utilizado foi uma mistura comercial específica para ovinos, com a seguinte composição: fosfato bicálcico, cloreto de sódio (43,8%), óxido de magnésio, enxofre ventilado, sulfato de zinco, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de potássio, sulfato de manganês e selenito de sódio. A tabela 1 mostra os níveis de garantia por 100 g do produto e os valores de referência.

As análises da composição químico-bromatológica do feno de tifton e do feno de faveleira foram realizadas segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002), no laboratório de nutrição animal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da UFCG (Tabela 2).

Avaliaram-se a ingestão de matéria seca; ingestão de feno de capim tifton; ingestão de sal forrageiro; ingestão de sal mineral; ingestão de água; relação entre o consumo de matéria seca e o peso vivo; ganho de peso médio diário; peso inicial e final; conversão alimentar e eficiência alimentar.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as médias dos tratamentos com níveis de feno de faveleira no sal forrageiro, foram ajustadas equações de regressão polinomial. As análises foram realizadas utilizando-se o programa SAS(2003).

Resultados e Discussão

A ingestão de matéria seca não foi afetada ($P > 0,05$) pela suplementação com sal forrageiro de faveleira (Tabela 3). Observou-se uma média de consumo diário de matéria seca de $0,909 \text{ Kg dia}^{-1}$, valor este inferior ao preconizado pelo NRC (1985), que é em torno de $1,3 \text{ Kg dia}^{-1}$, para ovinos com peso vivo médio de 20 a 30 kg. Isso ocorreu, provavelmente, devido a fatores como: baixa digestibilidade da dieta, composta fundamentalmente de forrageiras supostamente limitadoras de consumo (CHURCH, 1993); baixo teor protéico do feno do capim tifton (7,49%), além também do elevado teor de fibras que o feno apresentou (FDN = 69%).

De acordo com Cruz et al. (2010), o alimento com teor de fibra em detergente neutro acima de 60%, pode acarretar uma menor ingestão de matéria seca pelo animal e menor consumo, em razão da limitação física do rúmen, que reduz assim, a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo.

A oferta de um feno com tais características bromatológicas foi proposital e teve o objetivo de simular o pastejo em condições de seca.

Baroni (2011), trabalhando com ovinos suplementados com sal forrageiro de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jack.) Walp) formulado com diferentes níveis de NaCl, observou, diferentemente do presente trabalho, efeito significativo ($P < 0,05$) da suplementação no consumo de matéria seca, tendo observado as maiores médias (980 g; 881,4 g; 934,4g; 842,6g;) de consumo de MS para os tratamentos 2,3, 4 e 5

respectivamente (os quais correspondem a 1, 3, 5 e 7% respectivamente de NaCl no sal forrageiro) e as menores médias (710g) para o tratamento controle(100% sal mineral).

Resultados semelhantes foram verificados por Gonçalves et. al (2008), que testaram sais forrageiros da parte área da mandioca e de leucena, em ovinos mestiços da raça Santa Inês, apresentando consumos de 913,59 e 995,47 g dia⁻¹ de MS, respectivamente, enquanto que o grupo testemunha (sem suplementação) consumiu apenas 432,13 g dia⁻¹ de MS.

Em relação ao peso vivo, o consumo médio de matéria seca observado foi de 3,24% do PV, ficando próximo aos 3,91 % preconizados pelo NRC(2006) para ovinos de 20 kg. Levando-se em consideração que a dieta dos animais foi composta somente de forragem, sem suplementação concentrada, pode-se inferir que houve um bom consumo de matéria seca em relação ao peso vivo dos animais.

Não se observou efeito ($P>0,05$) da suplementação de sal forrageiro de faveleira sobre a ingestão diária de feno de capim tifton, tendo-se verificado uma ingestão média de 0,869 Kg dia⁻¹, valor este, superior ao reportado por Baroni (2011), que observou uma média de ingestão diária do feno de tifton de 0,773 Kg dia⁻¹, além da ausência de efeito dos diferentes níveis de sal forrageiro de gliricídia sobre o consumo de tifton.

Comportamento semelhante foi observado também por Cirne et al. (2012) e por Silva et al. (2006), nos quais também pode-se verificar que não houve influência dos sais forrageiros utilizados sobre o consumo do volumoso, porém o consumo deste foi elevado, tendo Cirne et al. (2012) observado uma média de ingestão de capim tifton de 0,972 Kg dia⁻¹, valor superior ao encontrado no presente estudo. Este elevado consumo de tifton pode provavelmente ser explicado no fato de que esta forrageira apresenta boa palatabilidade e aceitabilidade por parte dos animais, o que eleva seu consumo.

Já Silva et al. (2006), utilizando como volumoso, o feno de capim pangola, relataram um consumo de 0,557 Kg dia⁻¹, inferior ao deste estudo. Esse consumo inferior pode ser relacionado ao fato de que o feno de capim-pangola provavelmente não apresenta a mesma aceitabilidade por parte dos animais, que o tifton apresenta, fazendo com que sua ingestão seja menor.

Em relação à ingestão de sal forrageiro, a análise de variância revelou que houve efeito significativo ($P<0,05$) somente quando comparando-se o tratamento com maior proporção de sal mineral no sal forrageiro (tratamento 4 – 93% de feno de faveleira + 7% de sal mineral) com o tratamento testemunha (100% sal mineral), ou seja, entre os tratamentos que utilizaram sal forrageiro, não houve efeito ($P>0,05$) da inclusão dos diferentes níveis de sal mineral.

Os animais apresentaram uma média de ingestão diária de sal forrageiro de 40 g dia⁻¹, valor inferior ao relatado por Cirne et al. (2012), e por Silva et al. (2006), que observaram uma média de consumo diário de sal forrageiro de gliricídia de 98 g dia⁻¹ e 65,85 g dia⁻¹, respectivamente.

De acordo com Lopes et al. (2000), o consumo de misturas múltiplas com 30% de sal comum, por ovinos, deve ser em torno de 50 a 80 g dia⁻¹. No presente trabalho, o consumo médio de sal forrageiro foi inferior (40g dia⁻¹) ao mínimo estimado para estas misturas múltiplas. Segundo Pereira et al. (2012), apesar de a faveleira apresentar grande potencial forrageiro e características de boa forrageira, o sal forrageiro de faveleira pode ter tido um baixo consumo devido à baixa aceitabilidade inicial desta leguminosa, provavelmente em razão de seu odor, provocado pelos compostos voláteis que foram liberados da sua

superfície, e também muito provavelmente, pela maior palatabilidade e aceitação do feno de tifton utilizado no experimento.

A inclusão dos diferentes níveis de sal mineral no sal forrageiro proporcionou um aumento no consumo de sal mineral de 0,4 para 16,12 g dia^{-1} . A análise de variância (tabela 3) revelou efeito ($P < 0,05$) da suplementação na ingestão de sal mineral, tendo o tratamento testemunha (0% de faveleira – 100% de sal mineral) sido responsável pelo maior consumo de sal mineral, o que era de se esperar, já que nesse grupo, os animais foram suplementados com 100% de sal mineral.

Na análise de regressão, observou-se um efeito linear positivo para ingestão de sal mineral, à medida que os níveis de sal mineral foram aumentando na composição do sal forrageiro.

Houve um maior consumo de sal mineral a medida que se aumentava a inclusão deste no sal forrageiro, entretanto, o GPMD foi semelhante entre todos os tratamentos (tabela 4), ou seja, mesmo os animais que foram suplementados com uma maior quantidade de sal mineral e portanto, menos feno de faveleira, apresentaram estatisticamente, o mesmo GPMD dos animais com maior quantidade de faveleira no sal forrageiro. Isso permite inferir que o feno de faveleira, mesmo em menores quantidades, e o feno de tifton, foram suficientemente capazes de dispor aos animais uma quantidade adequada de nutrientes, para um bom ganho de peso diário, justificando o uso destas forrageiras na alimentação animal, mas acima de tudo, ressaltando o valor da faveleira como boa alternativa de suplementação.

Baroni (2011), trabalhando com ovinos alimentados com diferentes níveis de sal mineral na composição do sal forrageiro de gliricídia, observou um consumo de sal mineral de 5,3 a 18,2 g dia^{-1} , valores superiores aos do presente estudo.

A ingestão de sal mineral dos animais dos tratamentos com níveis de 97 e 95% de inclusão de faveleira no sal forrageiro (Tabela 3), de 1,46 e 1,57 g dia^{-1} respectivamente, foi próximo ao observado por Silva et al. (2006), que trabalhando com sal forrageiro de gliricídia e animais mestiços da raça Santa Inês verificou consumo de 1,98 g dia^{-1} .

A ingestão média de sal mineral de 16,2 g dia^{-1} pelos animais que consumiram apenas SM, situou-se acima do estimado por Araújo Filho et al. (2000), que é de 10 g/animal/dia. De acordo com Teixeira (2001), os minerais são dieteticamente essenciais para os ruminantes e para os microorganismos presentes no ecossistema ruminal e no intestino, tendo influência direta sobre o crescimento, engorda, produção de leite, reprodução, produção de lã em ovinos e para manutenção dos processos vitais.

Já no que diz respeito ao consumo de água, a análise de variância revelou não ter havido efeito ($P > 0,05$) da suplementação com sal forrageiro de faveleira. Verificou-se uma média de ingestão diária de 2,314 kg dia^{-1} . Entretanto, no estudo de regressão observou-se um efeito linear negativo entre os tratamentos 1, 2 e 3; e um efeito linear positivo, se compararmos os tratamentos 3, 4 e 5, ou seja, a medida em que se aumenta o nível de sal mineral no sal forrageiro até um limite de 5% (5% sal mineral + 95% feno de faveleira), o consumo de água diminui. Porém, o consumo de água parece atingir um limite neste nível (5% sal mineral + 95% feno de faveleira), pois a partir dele, os níveis de sal mineral na composição do sal forrageiro aumentam, assim como a ingestão de água.

O consumo médio de água, de 2,3 kg dia⁻¹ para uma ingestão média de matéria seca de 0,909 kg dia⁻¹ (tabela 3), está próximo à faixa recomendada por Teixeira (2003), que é de no mínimo dois litros de água por kg de MS consumida para ovinos estabulados. Já de acordo com o NRC (2007), o consumo de água recomendado para ovinos, deve ser em torno de 0,800 kg dia⁻¹. De acordo com esse valor, observa-se que a ingestão diária de água no presente experimento foi bem mais elevada.

Isso pode ser explicado pelo tipo de dieta ofertada aos animais, uma dieta rica em sal mineral e à base de feno, alimentos que sabidamente, proporcionam um aumento no consumo de água. Corroborando esta afirmação, Sousa et al. (2010), avaliando o comportamento ingestivo e a ingestão de água de caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de maniçoba, verificaram que os animais alimentados com o feno de maniçoba apresentaram um maior consumo de água, em comparação aos animais alimentados com a silagem da mesma forrageira.

Gonçalves et al. (2008), trabalhando com cordeiros alimentados com sais forrageiros de várias espécies vegetais xerófitas, verificaram um consumo de 2,210 kg dia⁻¹; 3,390 kg dia⁻¹; 3,401 kg dia⁻¹; 2,942 kg dia⁻¹; 2,145 kg dia⁻¹; 2,178 kg dia⁻¹ para os tratamentos feno de capim pangola (testemunha), sal forrageiro de leucena, Sal forrageiro da parte aérea de mandioca, sal forrageiro de feijão-bravo, sal forrageiro de barriguda e sal forrageiro de quipé, respectivamente.

De acordo com Berchielli et al. (2006), o consumo de água pelos ruminantes é influenciado também pelo consumo de proteína bruta, pois este resulta em maior demanda de água, decorrente do incremento calórico proveniente do processo digestivo da proteína. Com base no NRC (1985), os consumos voluntários de água pelos ovinos estão relacionados aos consumos de matéria seca, proteína bruta e sal mineral das dietas.

Os valores de ganho de peso médio diário, peso vivo inicial, peso vivo final, conversão alimentar e eficiência alimentar (tabela 4), tanto na análise de variância, quanto no estudo de regressão, não sofreram influência ($P > 0,05$) dos diferentes níveis de sal mineral utilizados na composição do sal forrageiro.

A média de ganho de peso diário observada neste experimento, de 157 g dia⁻¹, foi superior aos valores de ganho de peso observados por Gonçalves et al. (2008), os quais trabalharam com sal forrageiro de leucena, da parte aérea de mandioca, feijão-bravo, barriguda e quipé e observaram médias de ganho de peso diário de 74,64 g; 85 g; 48,57 g; 25,71 g; e 21,42 g, respectivamente.

Ao trabalharem com sais forrageiros dessas mesmas dicotiledôneas, Silva et al. (2006) verificaram ganhos de pesos médios diários também inferiores (109,52 e 85,19 g dia⁻¹) ao encontrados neste estudo. Assim como também, Souza (2014); Costa et al. (2012) e Manera et al. (2014). Todos esses estudos verificaram média de ganho de peso inferior ao observado na presente pesquisa.

Levando-se em consideração que os animais do presente estudo foram alimentados somente com volumoso, sem concentrados, e mesmo assim apresentaram médias de ganho de peso superiores a vários estudos que utilizaram suplementação concentrada, pode-se inferir que a dieta composta de sal forrageiro de faveleira e feno de capim tifton, proporciona bons ganhos de peso para ovinos, mesmo sem a utilização de concentrados, o que favorece principalmente, a indicação da faveleira, como boa alternativa na alimentação de ovinos.

Para as variáveis peso inicial (PI) e peso final (PF), a análise de variância e também o estudo de regressão, não registraram diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos, tendo sido verificada uma média de PI de 24,48 Kg e uma média de PF de 31,56 Kg.

Segundo Silva e Nóbrega (2008), conforme a fase de desenvolvimento, estado fisiológico e nível de produção, os animais apresentam diferentes exigências nutricionais que devem ser atendidas, para que os mesmos possam expressar seu potencial produtivo e reprodutivo. Dentro desse contexto, o desempenho apresentado pelos animais na presente pesquisa, se deu devido provavelmente à suplementação com sal forrageiro de faveleira ter conseguido alcançar níveis nutricionais adequados, possibilitando aos animais níveis de ganho de peso e peso final satisfatórios.

De acordo com Santos et al. (2001) o peso de abate ideal para cordeiros Santa Inês está entre 15 a 35 kg, sendo assim, os resultados observados estão na faixa indicada como normal para o peso de abate.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos tratamentos, sobre a conversão e eficiência alimentar.

A conversão e a eficiência alimentar são dois importantes parâmetros a serem utilizados na avaliação das dietas. Segundo Packer e Haddad (1995) e Silveira e Domingues (1995), dependem de fatores como tipo de alimento, condições ambientais, peso vivo durante o período avaliado, composição do ganho e estado de saúde do animal.

Uma vez que os animais utilizados neste estudo se encontravam em idade e condições ambientais semelhantes, os valores observados neste estudo para conversão alimentar e eficiência alimentar dependeram do alimento utilizado, estando relacionados, portanto, ao nível de energia das dietas.

A média para conversão alimentar obtida neste trabalho (6,16), foi melhor do que a média de 14,25, registrada por Gonçalves et al. (2008) em ovinos mestiços Santa Inês alimentados com feno de capim-pangola e sal forrageiro de diferentes dicotiledôneas. Cunha et al. (2008), avaliando o desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de caroço de algodão integral, verificaram valores de CA (6,01; 6,71; 7,62; 6,90; para os tratamentos 0, 20, 30 e 40% de inclusão de caroço de algodão na dieta) próximos aos registrados neste estudo.

A média observada para EA foi de 17,68%. Valor este semelhante aos valores registrados em experimentos que utilizaram dietas mais complexas, contendo além de volumosos, suplementos concentrados, como é o caso dos trabalhos realizados por Ítavo et al. (2006) e Medeiros et al. (2007). Já em comparação aos valores de eficiência alimentar registrados por autores que utilizaram sais forrageiros na suplementação de ovinos, como Cirne et al. (2012), Gonçalves et al. (2008) e Silva et al. (2006), as médias apresentadas no presente estudo foram melhores do que as registradas por esses autores.

No presente trabalho, a ausência de efeito dos tratamentos sobre a CA e a EA, mostra que a inclusão de diferentes níveis de feno de faveleira na composição do sal forrageiro e sua utilização como suplemento, não prejudica ou altera a capacidade desses animais em converter o alimento ingerido em produto, ou seja, em produzirem carne por Kg de matéria seca consumida, corroborando mais uma vez a importância e o valor que esta dicotiledônia adquire como alternativa para a suplementação animal.

Conclusões

A inclusão de faveleira de até 99% na formulação de sal forrageiro, não prejudica o consumo voluntário de volumoso, de água nem a ingestão de matéria seca.

O feno de faveleira utilizado no sal forrageiro, mesmo em pequenas quantidades, juntamente com o feno de tifton, foram capazes de dispor aos animais um aporte adequado de nutrientes para um bom ganho de peso.

Cordeiros suplementados com sal forrageiro de faveleira apresentam níveis de ganho de peso dentro da faixa ótima para o abate, além de bons níveis de conversão e eficiência alimentar, comprovando o potencial desta dicotiledônea como importante alternativa na suplementação de ovinos.

Referências

ARAÚJO FILHO, J.A.; ALVES, J.U.; BRAGA JUNIOR, W.G. **Trabalhador na ovinocultura**. Brasília: SEBRAE /SUDENE/SENAR. 2000. 88p.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife, PE: Projeto Dom Helder Camara, 2013. 200 p.

ARRIEL, E. F.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D.; BAKKE, O. A.; ARRIEL, N. H. C. Divergência genética entre progênies de *Cnidocolus phyllacanthus* submetidas a três regimes hídricos. **Científica**. v. 34, n.2, p. 229-237, 2006.

BARONI, M. R. **Consumo, digestibilidade de nutrientes e comportamento ingestivo em ovinos alimentados com sal forrageiro de gliricídia (*gliricídia sepium* (jacq.)Walp)**. 2011. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2011.

BEN SALEM, H. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.337-347, 2010 (supl. especial).

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 583p. 2006.

CAVALCANTE, M. A. B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo e digestibilidades total e parcial dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2200-2208, 2005.

CHURCH, C. D. (Ed.) **El ruminante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza, Espana, Acribia, 1993, 645 p.

CIRNE, L.G.A.; BARONI, M.R.; OLIVEIRA, G.J.C.; JAEGER, S.M.P.L.; BAGALDO, A.R.; LEITE, M.C.P. Características produtivas de cordeiros em confinamento suplementados com sal forrageiro de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walq. **Magistra**. v. 24, n.1, 2012.

COSTA, D.S.; COSTA, M.D.; SILVA, F.V.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CARVALHO, Z.G.; TOLENTINO, D.C.; LEITE, J.R.A. Desempenho ponderal de cordeiros Santa Inês e F1 Dorper x Santa Inês em pastagens naturais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.13, n.1, p.237-243 jan/mar, 2012.

CRUZ, B. C. C.; SANTOS-CRUZ, C. L.; PIRES, A. J. V.; ROCHA, J. B.; SANTOS, S.; BASTOS, M. P. V. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 434-440, 2010.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.6, p.1103-1111, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/573/default.aspx#ancor>> Acesso em: 15 dez. 2014.

GOMES, L.C.F.; SANTOS, C.A.C.; ALMEIDA, H.A. Balanço de energia à superfície para a cidade de patos-pb usando técnicas de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física** v. 06, n. 01, p. 15-028, 2013.

GONÇALVES, G. S.; OLIVEIRA, G.J.C.; JAEGER, S.M.P.L.; OLIVEIRA, R.L.; CAMPOS, J.O.; REZENDE, L.S. Desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo sal forrageiro de espécies vegetais xerófitas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.37 n.12 Viçosa. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal - 2010**. v. 38, 2010.

ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, A.R.D.L.; OSHIRO, M.M.; BIBERG, F.A.; COSTA, C.; JOBIM, C.C.; LEMPP, B. Efeitos de diferentes fontes de concentrado sobre o consumo e a produção de cordeiros na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.1, p.139-146, 2006.

Köppen, W. (1948). **Climatologia: com un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México. 466p.

LOPES, H.O.S.; TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. **Recomendações técnicas para a utilização da uréia pecuária na alimentação animal**. Embrapa Cerrados. 35 p. 2000.

MAIA, G. M. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413 p.

MANERA, D.B.; VOLTOLINI, T.V.; YAMAMOTO, S.M.; ARAÚJO, G.G.L.; SOUZA, R.A. Desempenho produtivo de ovinos em pastejo suplementados com concentrados contendo coprodutos do processamento de frutas. **Semina: Ciências Agrárias**. v.35, n. 2, p. 1013-1022, 2014.

MEDEIROS, G.R.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; ALVES, K.S.; MAIOR JÚNIOR, R.J.S.; ALMEIDA, S.C. Efeito dos níveis de concentrado sobre o desempenho de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.4, p.1162-1171, (supl.) 2007.

NRC. 1985. **Nutrient requirements of sheep**. 5ª ed. National Academy of Science. Washington, D.C. 49 p.

NRC- **National Research Council**. Nutrient requirements of small ruminants. 362p. 2006.

NRC- **National Research Council**. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.

OLIVEIRA, M.A.; SILVA FILHO, A.; MOUSQUER, C.J.; MEXIA, A.A.; ARAÚJO, F.E.; TAKAMURA, A.E.; DELEVATTI, L.M. Desempenho e lucratividade de cordeiros mestiços Santa Inês x pantaneiro em pastejo suplementado com concentrado. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v. 08, n. 1, p. 222-236, jan-jun, 2014.

PACKER, I.U.; HADDAD, C.M. Interrelações entre genética e nutrição de bovinos. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. et al. (Eds.) **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p.515-526

PEREIRA, V.L.A.; ALVES, F.A.L.; SILVA, V.M.; OLIVEIRA, J.C.. Valor nutritivo e consumo voluntário do feno de faveleira fornecido a ovinos no semiárido pernambucano. **Revista Caatinga**. v. 25, n. 3, p. 96-101. 2012.

PIOLA JÚNIOR, W.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L. D.F.; ROCHA, M.A.; BARBOSA, M.A.A.F.; SOUSA, C.L.; PAIVA, F.H.P. Ganho de peso e características da carcaça de cordeiros recebendo

diferentes níveis de energia na ração. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 935-944, out./dez. 2009.

SANTOS, J. C. O. et al. Química e bromatológica da forragem da faveleira (*Cnidocolus quercifolius*). **Periódico Tchê Química**, Porto Alegre, v. 3, n. 5, p. 31-42, 2006.

SANTOS, C. L.; PÉREZ, J.R.O; MUNIZ, J.A.; GERASEEV, L.C.; SIQUEIRA, E.R. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30 n. 2 p.487-492, 2001.

STATISTICAL analysis system. SAS user's guide: statistics. Versão 9.1. (Ed): Cary: SAS, 2003.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. Análises de alimentos (Métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, A.M.; OLIVEIRA, G.J.C.; JAEGER, S.M.P.; ALMEIDA, A.M.M.; STRADA, E.S.O.; Consumo de sal forrageiro por ovinos deslanados em confinamento. **Magistra**, v.18, n.1, p.1-6, 2006.

SILVA, A. M. de A.; NÓBREGA, G. H. da. Exigências nutricionais de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO EM SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS NO SEMI-ÁRIDO, I, 2008, Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande, PB. Universidade Federal de Campina Grande, 2008. 18p.

SILVEIRA, A.C.; DOMINGUES, C.A.C. Alimentação e conversão de bovinos puros e cruzados. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. et al. (Eds.) **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p.291-320.

SOUZA, E.J.O.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V.; ALBUQUERQUE, D.B.; MONTEIRO, C.C.F.; ZUMBA, E.R.F.; TORRES, T.R. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de Maniçoba. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.1056-1067, 2010.

SOUSA, V.S. **Desempenho, características de carcaça e parâmetros sanguíneos em ovinos Santa Inês suplementados com *Crambe abyssinica***. 2014. 72 p. Tese (Doutorado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2014.

TEIXEIRA, J. C. **Nutrição de ruminantes**. Lavras: UFLA, 2001. 183p.

TEIXEIRA, J.C. **Alimentos e alimentação dos animais**. Lavras: UFLA, 2003 241p.

TOSI, H. Suplementação mineral em pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1999, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. 159p.

Tabela 1. Níveis de garantia por 100 g do sal mineral utilizado e valores de referência.

Macrominerais (g)	Valor de referência (VR)	Quant. Fornecida por 100g do suplemento	Quant. em % do VR fornecida por 100 do suplemento
Cálcio (g dia ⁻¹)	14,00	11,70	83,50
Fósforo (g dia ⁻¹)	11,00	6,00	54,50
Sódio (g dia ⁻¹)	7,00	17,60	251,70
Magnésio (g dia ⁻¹)	9,00	0,80	8,90
Enxofre (g dia ⁻¹)	13,50	2,00	14,80
Microminerais (mg)			
Ferro (mg dia ⁻¹)	450,00	-	-
Cobre (mg dia ⁻¹)	90,00	40,00	44,40
Cobalto (mg dia ⁻¹)	0,90	4,00	444,40
Iodo (mg dia ⁻¹)	4,50	7,10	158,00
Manganês (mg dia ⁻¹)	180,00	135,00	75,00
Selênio (mg dia ⁻¹)	0,90	1,50	165,00
Zinco (mg dia ⁻¹)	270,00	190,00	70,40
Vit. A (UI dia ⁻¹)	20,000	-	-
Vit. D3 (UI dia ⁻¹)	2,500	-	-
Vit. E (UI dia ⁻¹)	350,00	-	-

Tabela 2. Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais

Componentes (% MS)	Feno de Tifton	Feno de Faveleira
Matéria Seca	97,73	95,11
Matéria Orgânica	90,89	89,33
Cinzas	9,11	10,67
Proteína Bruta	7,49	11,32
Extrato Etéreo	6,67	6,51
Energia Bruta	3,84	3,797
Fibra em Detergente Neutro	69,00	41,86
Fibra em detergente ácido	36,11	35,25
Lignina	31,52	25,58

Tabela 3. Ingestão diária de matéria seca (IDMS), de feno de tifton (IDF), de sal forrageiro de faveleira (IDSF), ingestão diária de sal mineral (ISM), ingestão diária de água (IAD), relação entre o consumo de matéria seca e o peso vivo (RCMSPV), em função dos diferentes níveis de faveleira na formulação do sal forrageiro

Parâmetros	Proporção de feno de faveleira: sal mineral (%)					CV (%)	Média	
	99:1	97:3	95:5	93:7	0:100			
IDMS (kg dia ⁻¹)	0,826 A	0,985 A	0,898 A	0,924 A	0,913 A	15,17	0,909	
RCMSPV(%)	3,10 A	3,38 A	3,24 A	3,17 A	3,34 A	9,72	3,24	
IDF(kg dia ⁻¹)	0,781 A	0,937 A	0,866 A	0,862 A	0,897 A	15,89	0,869	
IDSF(kg dia ⁻¹)	0,045 AB	0,048 AB	0,031 AB	0,061 A	0,016 B	51,59	0,040	
ISM (g dia ⁻¹)	0,456 C	1,463 BC	1,570 BC	4,318 B	16,195 A	46,20	4,80	
IAD (kg dia ⁻¹)	2,622 A	2,396 A	1,988 A	2,202 A	2,363 A	17,39	2,314	
	Equação de Regressão							r²
IDMS (kg dia ⁻¹)	Y=0,876							-
RCMSPV(%)	Y= 3,222							-
IDF(kg dia ⁻¹)	Y=0,834							-
IDSF(kg dia ⁻¹)	Y= 0,040							-
ISM (g dia ⁻¹)	Y= - 0,386 + 0,584 x							0,619
IAD (kg dia ⁻¹)	Y= 2,635 - 0,083 x							0,176

Médias seguidas de letras iguais nas linhas, não diferem estatisticamente ($p>0,05$) entre si pelo teste de tukey a 5 % de probabilidade.

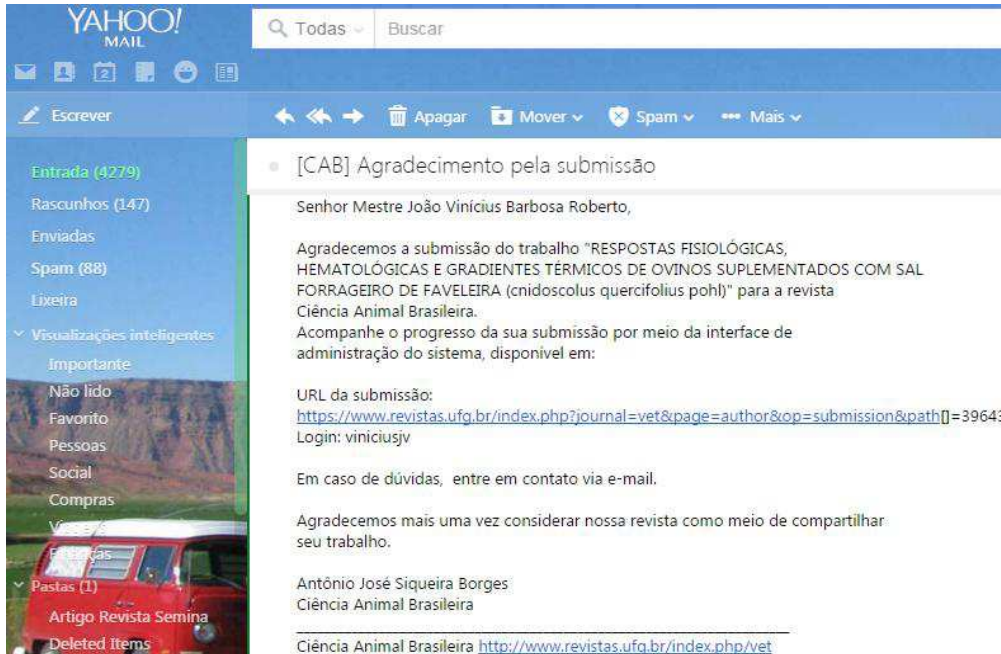
Tabela 4. Ganho de peso médio diário (GPMD), Peso vivo inicial (PI), peso vivo final (PF), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) em função dos diferentes níveis de faveleira na formulação do sal forrageiro.

Parâmetros	Proporção de feno de faveleira: sal mineral (%)					CV (%)	Média
	99:1	97:3	95:5	93:7	0:100		
GPMD (g)	152 A	157 A	152 A	154 A	170 A	25,27	157
PI (Kg)	23,41 A	25,51 A	24,28 A	25,83 A	23,36 A	13,86	24,48
PF (Kg)	30,26 A	32,61 A	31,11 A	32,76 A	31,03 A	11,60	31,56
CA (kg MS kg GPD ⁻¹)	6,16 A	6,42 A	6,48 A	6,34 A	5,42 A	32,91	6,16
EA(%)	18,86 A	16,52 A	17,16 A	16,66 A	19,21 A	31,37	17,68
	Equação de Regressão						r ²
GPMD (g)	Y= 154						-
PI (Kg)	Y= 30,92						-
PF (Kg)	Y= 39,96						-
CA(kg MS kg GPD ⁻¹)	Y = 6,313						-
EA(%)	Y= 13,243						-

Médias seguidas de letras iguais nas linhas, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$) entre si pelo teste de tukey a 5 % de probabilidade.

ANEXOS

COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO CAPÍTULO 1 NA REVISTA CIÊNCIA ANIMAL BRASILEIRA



The screenshot shows a Yahoo! Mail interface. The left sidebar lists folders: Entrada (4279), Rascunhos (147), Enviadas, Spam (88), Lixeira, Visualizações inteligentes, Importante, Não lido, Favorito, Pessoas, Social, Compras, Pastas (1), Artigo Revista Semina, and Deleted Items. The main content area shows an email from [CAB] with the subject '[CAB] Agradecimento pela submissão'. The email body contains the following text:

Senhor Mestre João Vinicius Barbosa Roberto,

Agradecemos a submissão do trabalho "RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, HEMATOLÓGICAS E GRADIENTES TÉRMICOS DE OVINOS SUPLEMENTADOS COM SAL FORRAGEIRO DE FAVELEIRA (cnidoscolus quercifolius pohli)" para a revista Ciência Animal Brasileira.

Acompanhe o progresso da sua submissão por meio da interface de administração do sistema, disponível em:

URL da submissão:
[https://www.revistas.ufg.br/index.php?journal=vet&page=author&op=submission&path\[\]=39643](https://www.revistas.ufg.br/index.php?journal=vet&page=author&op=submission&path[]=39643)
 Login: viniciusjv

Em caso de dúvidas, entre em contato via e-mail.



Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de compartilhar seu trabalho.

Antônio José Siqueira Borges
 Ciência Animal Brasileira

Ciência Animal Brasileira <http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet>

RESUMO AVALIAÇÃO EDIÇÃO

SUBMISSÃO

Autores	João Vinicius Barbosa Roberto, Bonifácio Benício de Souza, Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira, Thaiz Lamy Alves Ribeiro, Rafael Pádua de Araújo, Elisângela Maria Nunes da Silva
Título	RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, HEMATOLÓGICAS E GRADIENTES TÉRMICOS DE OVINOS SUPLEMENTADOS COM SAL FORRAGEIRO DE FAVELEIRA (cnidoscolus quercifolius pohli)
Documento original	39643-166103-1-SMDOCX 01-02-2016
Docs. sup.	39643-166104-2-SP.JPG 01-02-2016 INCLUIR DOCUMENTO SUPLEMENTAR
Submetido por	Senhor Mestre João Vinicius Barbosa Roberto 
Data de submissão	1 de fevereiro de 2016 - 12:32
Seção	Produção Animal
Editor	Antonio Borges 

SITUAÇÃO

Situação	Em avaliação
Iniciado	01-02-2016
Última alteração	01-02-2016

CÓPIA DO CAPÍTULO 2 PUBLICADO NA FORMA DE ARTIGO

J Anim Resour Biomechan
v.2, n.3, p.73-84 (2014)

ISSN 2318-1265

ARTIGO DE REVISÃO
Review

Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal

Use of infrared thermography in veterinary medicine and animal production

João Vincinus Barbosa Roberto • Bonifácio Beuício de Souza

JVB Roberto (Autor Correspondente) • BB Souza
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de
Patos, Caixa Postal 64, 58708-110, Patos, PE, Brasil

email: vincinusjv@yahoo.com.br

Recebido: 06 de Abril, 2014 • Aceito: 30 de Junho, 2014

Resumo A medicina veterinária encontra-se em um período de inovação no que diz respeito aos meios diagnósticos, principalmente no campo do Diagnóstico por Imagem. Este se desenvolveu consideravelmente, apoiando-se em técnicas cada vez mais elaboradas, modernas e seguras, permitindo ao médico veterinário, auxílios e informações imprescindíveis para um diagnóstico mais completo, seguro e eficiente. Já na produção animal, o uso de novas tecnologias como a termografia de infravermelho surgem, dentre outras aplicações, como alternativa para precisar o impacto dos fatores ambientais dando suporte a decisão e promovendo a saúde e o bem-estar animal. Com a importância que o bem-estar animal tem assumido nos mais diversos campos da medicina veterinária, da produção animal e também nas pesquisas científicas da área, tornou-se imprescindível a utilização de técnicas e equipamentos não invasivos que prezem por esse bem-estar e pelo conforto animal, destacando-se assim, a termografia de infravermelho. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo compilar dados e informações diversas, constantes na literatura nacional e internacional, a respeito da utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. Pode-se inferir através da pesquisa, que a termografia de infravermelho é uma tecnologia que pode ser aplicada nos mais diversos campos da medicina veterinária e da produção animal, com grande eficácia e utilização nos mais diversos objetivos com as mais diferentes espécies, sendo uma importante alternativa por realizar a obtenção de dados com exatidão e precisão, preservando o bem-estar e o conforto animal.

Palavras-chave bem-estar animal, ciências agrárias, termograma, termovisor

Abstract Veterinary medicine is in a period of innovation with respect to the diagnostic methods, mainly in the field of Diagnostic Imaging. This has considerably developed, leaning on techniques increasingly sophisticated, modern and secure, allowing the veterinarian aid and essential information for a more complete, secure and efficient diagnostic. Already in animal production, the use of new technologies such as infrared thermography arise, among other applications, as an alternative to define the impact of environmental factors by supporting the decision and promoting health and welfare animal. With the importance that animal welfare has assumed in various fields of veterinary medicine, animal production and also in scientific research in the area, it has become essential to use non-invasive techniques and equipment that appreciate by this welfare and the animal comfort, highlighting thus the infrared thermography. Thus, the study aimed to compile data and diverse information constants in the national and international literature about the use of infrared thermography in veterinary medicine and animal production. It can be inferred through study, that infrared thermography is a technology that can be applied in various fields of veterinary medicine and animal production, with great effectiveness and utilization in different objectives with the most different species being an important alternative for performing obtaining data with accuracy and precision preserving the welfare and animal comfort.

Keywords: animal welfare, agricultural sciences, thermogram, thermal imager

Introdução

No campo da medicina veterinária e da produção animal, muitas técnicas têm surgido com o intuito de facilitar cada vez mais, os diferentes procedimentos do profissional da área das ciências agrárias, trazendo benefícios à clínica médica e aos setores da produção animal e também agregando mais valor científico às pesquisas.

Na história da medicina e também de outras áreas de conhecimento, técnicas foram criadas e inicialmente estudadas desde os primórdios dos tempos, sendo aperfeiçoadas e melhoradas ao decorrer dos sucessivos anos, se tornando opções eficientes com os mais diversos tipos de utilização. Deste modo, não diferente de outras técnicas, a termografia de infravermelho surgiu, a partir de observações feitas pelo médico, filósofo e pesquisador grego Hipócrates, com relação às variações da temperatura em diferentes partes do corpo humano. A partir daí, a tecnologia de infravermelho foi e é utilizada nos mais diversos segmentos, desde a utilização na área militar, passando pela medicina humana, pela engenharia, até ser empregada também na medicina veterinária e na produção animal.

A termografia de infravermelho (TIV) pode ser definida como uma técnica não invasiva de mapeamento térmico de um corpo, a partir da radiação infravermelha normalmente emitida pela superfície deste corpo.

Com a importância que o bem-estar animal tem assumido nos mais diversos campos da medicina veterinária, da produção animal e também nas pesquisas científicas da área, tornou-se imprescindível a utilização de técnicas e equipamentos não invasivos que prezem pelo conforto e bem-estar animal, destacando-se assim, a termografia de infravermelho.

Na produção animal, o uso de novas tecnologias como a TIV surgem, dentre outras aplicações, como alternativa para precisar o impacto dos fatores ambientais dando suporte à decisão e promovendo a saúde e o bem-estar animal. Na medicina veterinária, como um meio diagnóstico eficiente, preciso e precoce, que pode ser o diferencial estabelecido entre a vida e a morte de um paciente.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo compilar dados e informações diversas, constantes na literatura nacional e internacional, a respeito da utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal.

Termografia de infravermelho (tiv) - a técnica e sua história

Termografia de infravermelho pode ser definida como uma técnica não invasiva de percepção da temperatura superficial de um corpo, uma vez que todo corpo com temperatura acima do Zero Absoluto emite radiação térmica.

A técnica é baseada no princípio de que todos os corpos formados de matéria emitem certa carga de radiação infravermelha, proporcional a sua temperatura. Esta radiação pode ser capturada em um termograma que expressa o gradiente térmico em um padrão de cores (Eddy et al 2001).

Várias são as definições observadas para a técnica. Williams et al (1980), afirmaram que a termografia pode ser descrita como sendo um ensaio térmico não destrutivo, utilizado na obtenção do perfil de temperatura superficial em estruturas e, subsequentemente a correlação da informação obtida com algumas imperfeições internas. De acordo com Giorleo e Meola (2002), a termografia é uma técnica não destrutiva, bidimensional, utilizada na medição do campo de temperatura da superfície de todos os tipos de materiais.

O calor ou energia térmica, ou ainda luz infravermelha, é um tipo de energia emitida pelos corpos e invisível ao olho humano. Assim, a câmera termográfica tem como função primordial identificar a energia térmica emitida através da superfície desse objeto, transformando-a em uma imagem visível ao olho humano e mostrando ao usuário informações sobre as temperaturas através de cores visíveis.

Desta forma, a termografia pode ser apresentada como um método não invasivo capaz de avaliar a temperatura através da energia emitida pela superfície do corpo animal ou de qualquer objeto e transformá-la em uma imagem visível ao olho humano (Zipprondina et al 2006, Sombra et al 2007).

Formação da Imagem Termográfica ou Termograma

De acordo com Veratti (1992), O imageamento é a forma de apresentação térmica que permite a observação direta da distribuição de calor na superfície dos alvos estudados. O equipamento infravermelho só irá distinguir um objeto contra um plano de fundo se houver contraste suficiente entre ambos. Este autor continua afirmando que o contraste é definido como a diferença entre a intensidade de radiação proveniente do objeto e do plano de fundo. Portanto, a capacidade do equipamento em distinguir entre dois pontos na imagem é chamada de Resolução Geométrica ou Resolução Óptica do Sistema.

Assim, para a obtenção de uma imagem de boa qualidade deve-se garantir: contraste térmico; sensibilidade e boa resolução térmica.

A energia emitida pelo objeto em foco, passa pelo sistema óptico do termômetro ou termovisor e é convertida em sinal elétrico no detector. O sinal é então exibido como leitura de temperatura e/ou imagem térmica (Figura 1).

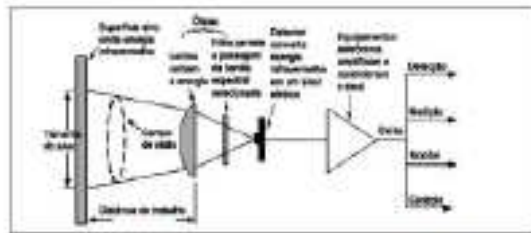


Figura 1 Sistema óptico do Termovisor. Fonte: Maldague (2001).

A imagem termográfica ou termograma é composta por elementos ou unidades denominadas pixels. Cada pixel que forma a imagem, corresponde dentro do plano x e y da imagem, uma temperatura precisa. De acordo com Gonzalez e Woods (2000), uma imagem digital é considerada uma matriz cujos índices de linhas e colunas nos eixos x e y representam um ponto (elemento). Os pontos (elementos) dessa matriz são chamados de pixels.

A análise quantitativa e a interpretação de imagens representam atualmente uma ferramenta de extrema importância em diversas áreas científicas como na ciência dos materiais, na medicina, na biofísica, na física, entre outras. Inicialmente o termo imagem era associado ao domínio de luz visível, porém atualmente o termo imagem se refere a uma grande quantidade de dados representados sob a forma bidimensional, como exemplo, as imagens infravermelhas, imagens acústicas, magnéticas entre outras (Marque e Vieira 1999; Gonzalez e Woods 2000).

Assim funciona o termovisor, elaborando o termograma através do uso de um complexo conjunto de algoritmos, designados por cores específicas que correspondem exatamente a um valor de temperatura especificado nas coordenadas x e y.

Breve história da termografia de infravermelho (TIV)

A termografia surgiu mediante os estudos do famoso "pai da medicina", o médico grego Hipócrates, no decorrer de suas observações com relação as variações da temperatura em diferentes partes do corpo humano. Seu principal método decorria da esfregação de lama no corpo dos pacientes, observando as reações que se procediam, concluindo que, no local onde a lama secava por primeiro era mais quente, portanto, nessa região se processava a doença (Briochi 2003).

Hipócrates notou variações de temperatura em diferentes partes do corpo humano. Ele considerou o aumento do calor inato do corpo humano como o principal sinal diagnóstico de doença, afirmando que quando uma parte do corpo é mais quente ou mais fria do que o restante, então a doença ali estava presente. (Adams 1939). Hipócrates sentia o calor radiante com o dorso da sua mão e sentia

confirmava esfregando a área com lama e observava onde ela secava e endurecia primeiro. Assim nasceu a termografia.

Em 1800, William Herschel e depois seu filho John Herschel (1840) realizaram as primeiras imagens utilizando o sistema infravermelho por meio da técnica evaporográfica, ou seja, a evaporação do álcool obtido de uma superfície pintada com carbono (Holst 2000).

Com o auxílio de um prisma e três termômetros de mercúrio com os bulbos pintados de preto, Herschel mediu a temperatura das várias componentes de cor da luz do sol refratados através do prisma e incididos em um anteparo. Notou um aumento de temperatura da cor violeta para a cor vermelha, como havia sido observado anteriormente por Landriani, entretanto, observou também que o maior pico de temperatura ocorria na região escura, além do vermelho. Assim, ele concluiu que existia naquela região, luz invisível aquecendo os termômetros. A região deu o nome de espectro termométrico e a radiação o nome de calor negro. Décadas mais tarde, essa região do espectro termométrico passou a se chamar de Região Infravermelha e a radiação de Radiação Infravermelha (Richards 2001; Santos 2006).

Em 1843, Henry Becquerel descobriu que certas substâncias emitiam luminescência quando expostas a radiação infravermelha, além de que poderiam ser produzidas emulsões fotográficas sensíveis a radiação próxima do infravermelho (Veratti 1992).

O primeiro termograma foi elaborado por Czerny, em 1929. Na metade dos anos de 1940, no período da Segunda Guerra Mundial, foi empregado o Sistema de Visão Noturna em tanques alemães para a invasão da Rússia (Veratti 1992).

Em resposta, os aliados elaboraram a FLIR – Forward Looking Infra Red (visão dianteira por infravermelho), utilizada pelo exército americano para localização dos inimigos. O emprego do sistema não se limitou a localização de tropas, abrangendo também o desenvolvimento de armamento (mísseis) com detectores de calor (Veratti 1992). Em 1946, surge o escâner de infravermelho de uso militar, com a característica da produção de termograma em horas. Seguindo os avanços, em 1954, era possível o próprio sistema gerar uma imagem em duas dimensões em 45 minutos. Nos anos 1960 e 1970, houve um salto significativo com o desenvolvimento de imageadores infravermelhos e o lançamento de sistemas integrados de formação de imagens térmicas instantâneas, a imagem já era gerada em 5 minutos, com a determinação de temperatura (Veratti 1992).

Em 1975, foi desenvolvido um sistema que permitia a visão termográfica e a visão ótica de uma pessoa simultaneamente. Este sistema foi denominado ENVOUX e se baseava em um sistema elétrico óptico. Entre 1980 e 1990 a imagem em tempo real é consagrada. A redução no tempo de produção da imagem acompanha o avanço nos equipamentos de captura e tratamento da imagem.

Na medicina humana, seu início procedeu na área da oncologia, mediante observações em câncer de mama, visto que ocasionava a elevação da temperatura da pele, portanto, nada mais justo que dizer-se que foi a área pioneira no emprego deste equipamento, apresentando resultados bastante positivos (Christensen e Gerow 2002).

Segundo Vieira e Esteves (2005), com a utilização da imagem infravermelha, é possível identificar alterações de temperatura que são observadas desde o início da multiplicação das células neoplásicas.

Atualmente, vários estudos científicos com relação a esta técnica vêm sendo desenvolvidos, mostrando cada vez mais interesse no uso clínico, tanto na medicina humana como também na medicina veterinária, sendo que as pesquisas na área são agora motivadas em função da alta tecnologia alcançada pelas câmeras termográficas e seus softwares, que possibilitam a obtenção de dados com bastante precisão e praticidade.

Termografia de infravermelho na medicina veterinária

Atualmente, a medicina veterinária encontra-se em um período de inovação no que diz respeito aos meios diagnósticos, principalmente no campo do Diagnóstico por Imagem. Este se desenvolveu consideravelmente, apoiando-se em técnicas cada vez mais elaboradas, modernas e seguras, permitindo ao médico veterinário, auxílios e informações imprescindíveis para um diagnóstico mais completo, seguro e eficiente.

Com a importância que o bem-estar animal tem assumido nos mais diversos campos da medicina veterinária e também nas pesquisas científicas da área, tornou-se imprescindível a utilização de técnicas e equipamentos não invasivos que prezem pelo conforto e bem-estar animal, destacando-se assim, a termografia de infravermelho.

Nos dias atuais, quando se fala em diagnóstico por imagem, a área médica não se refere tão somente a abrangência de métodos que aplicam a utilização de raios-X, mas também a outras fontes de energia, incluindo a termografia.

De acordo com Stewart et al (2005), a termografia é um método não invasivo de diagnóstico. Os termovisores captam as radiações infravermelhas e as transformam num mapa térmico da superfície do animal. Ela vem sendo indicada como ferramenta útil em estudos de bem-estar animal, uma vez que pode medir a temperatura do corpo ou de partes do corpo dos animais sem a necessidade de contenção, de forma rápida, precisa e não invasiva.

As emissões infravermelhas do animal estão diretamente relacionadas a perfusão e metabolismo dos tecidos. Variações na temperatura da superfície geralmente são resultado de mudanças na circulação da área avaliada. Calor e edema observados quando há inflamação são fatores

que interferem na circulação sanguínea normal e consequentemente na emissão de radiação infravermelha da área afetada (Waldman e Oltmann 1994)

Como o calor é um dos sinais da inflamação, antes mesmo que os sinais clínicos apareçam no paciente é possível, por intermédio desse método, observar os indícios do processo inflamatório (Gavrila 1999).

Segundo Brioschi et al (2003), a termometria cutânea por imagem infravermelha é o meio mais eficiente para o estudo da distribuição da temperatura cutânea atualmente. A termometria cutânea é um método diagnóstico que avalia a microcirculação da pele e que, indiretamente, também avalia o sistema nervoso autônomo simpático estreitamente relacionado com a pele.

A termometria cutânea tornou-se um método diagnóstico que detecta, grava e produz imagens infravermelhas (termogramas), refletindo a dinâmica microcirculatória da superfície cutânea dos pacientes em tempo real (Brioschi et al 2003).

Os equipamentos de imagem infravermelha (IR) são capazes de detectar temperatura a partir 0,05 °C enquanto a mão humana não é capaz de perceber a temperatura menor de 2°C - 4°C. Daí a importância deste método para o meio médico veterinário, pois um dos maiores desafios do médico veterinário é a falta de comunicação por parte do seu paciente animal, sendo assim, a termografia vem para melhorar o auxílio diagnóstico (Davis e Silva 2004).

De acordo com Davis e Silva (2004), uma das vantagens da termografia é o auxílio na percepção e localização de problemas no grau de comprometimento de tecidos.

Na grande área da Oncologia Veterinária, meios de diagnóstico como a termografia, tem ganhado destaque.

De acordo com Reis et al (2010), a neoplasia mamária é um assunto abordado em todo o mundo por ter uma ocorrência bastante significativa tanto nos humanos, quanto em animais, sendo particularmente frequente em animais de companhia. Segundo os autores, embora seja situação clínica frequente, ainda há necessidade de avanços na aplicação de métodos diagnósticos, terapêuticos e prognósticos destas enfermidades em animais, a espelho do que ocorre em humanos. Neste contexto, deve-se explorar a potencial contribuição dos métodos presentes na rotina da medicina veterinária, bem como aqueles considerados como técnicas avançadas.

Autores como Nunes et al (2007) também indicam que por ser a termografia, um exame mais rápido, não ocasionar dor, não ser invasivo, não ter necessidade de contraste e não haver envolvimento de radiação, esta deve ser utilizada de modo a contribuir com o diagnóstico precoce de tumores de mama.

O câncer mamário pode ser precocemente detectado pela termografia, pois ocorrem variações de temperatura

relacionadas às modificações do fluxo sanguíneo e do metabolismo das células mamárias. As células cancerígenas produzem óxido nítrico, responsável pelo estímulo à angiogênese e à vasodilatação, presentes nas neoplasias (Brioschi et al 2003).

Reis et al (2010), trabalhando com cadelas e objetivando avaliar os índices de correlação entre as imagens ultrassonográficas e termográficas, com a classificação dos tumores de mama de cadelas obtidas por meio da citologia e histopatologia, não observaram relação direta entre o padrão de imagem e a definição da benignidade ou malignidade de neoplasias mamárias das cadelas, porém afirmam que a técnica pode oferecer uma potencial ajuda na sugestão precoce de protocolo terapêutico ao câncer de mama (Figura 2).

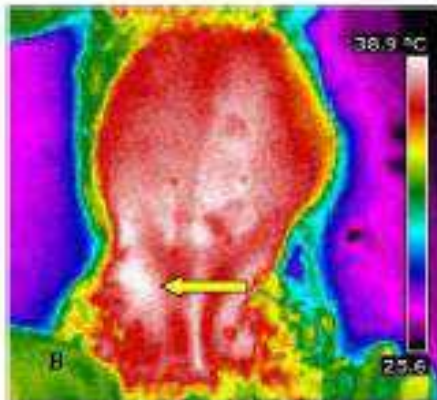


Figura 2 Termograma de um canino apresentando áreas de hiperradiação associada a angiogênese associadas ao tumor, na região das mamas. Fonte: Reis et al (2010).

Em uma experiência realizada em ratos adultos no sentido de recuperar a funcionalidade da locomoção após o esmagamento do nervo ciático, comenta-se a necessidade da utilização da TTV para a aferição da temperatura da superfície da pele por ser o método que apresenta elevada resolução e sensibilidade, possibilitando, desse modo, um maior controle com relação às variações de temperatura que são acometidos esses animais, nesse período em que o tratamento está sendo feito (Viana 2005).

Hovinen et al (2008) e Polat et al (2010) utilizaram a técnica da TTV em estudo que objetivava diagnosticar mastite em vacas, verificando relações diretas entre a temperatura superficial das glândulas mamárias e a ocorrência da mastite, sendo observada uma elevação da temperatura superficial nas glândulas onde havia mastite clínica.

Estudando o uso da TTV como ferramenta auxiliar no diagnóstico de mastite em ovelhas, Nogueira et al (2013), observaram que houve relação significativa entre as temperaturas superficiais das glândulas e alterações específicas do tecido glandular, além de serem observadas diferenças significativas entre as temperaturas superficiais das glândulas e os resultados do diagnóstico clínico (Figura 3), concluindo que, a termografia permitiu identificar diferenças de temperaturas entre as metades mamárias saudáveis ou com mastite subclínica; daquelas com mastite clínica em estágio crônico e que esta técnica, se associada ao diagnóstico clínico e/ou microbiológico, tem potencial para ser uma importante ferramenta no diagnóstico e prognóstico de mastite em ovelhas e auxiliar na tomada de decisões, bem como, na adoção de novas práticas de manejo em rebanhos de ovelhas declamadas.

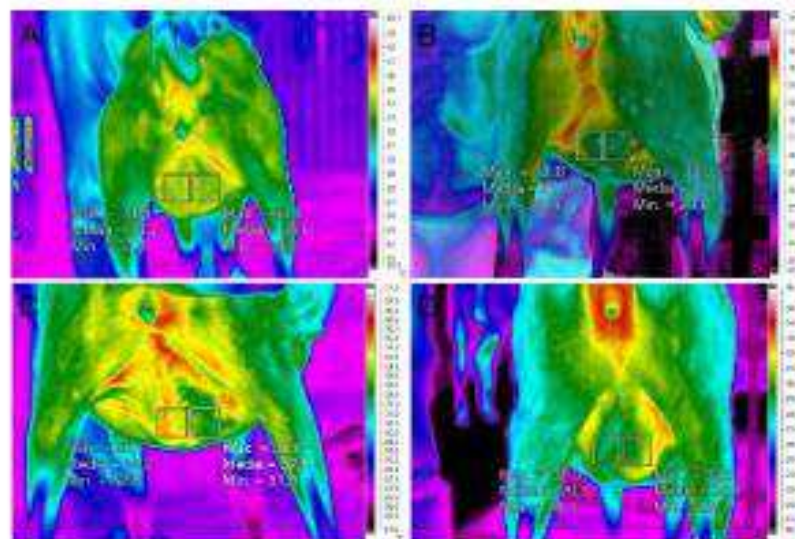


Figura 3 Termogramas da mama de ovelhas. A) sem alteração B) Nódulos pequenos nas duas metades C) Nódulo médio na esquerda e grande na direita D) Consistência diminuída em ambas as metades. Fonte: Nogueira et al (2013).

Outra área da medicina veterinária, na qual a termografia pode ter expressiva importância é na área da medicina clínica de grandes animais como os equinos.

De acordo com Turner (2001) e Holmes et al (2003), a termografia na medicina esportiva equina tem sido aplicada para incrementar a prática da clínica, provando ser útil na prevenção, diagnóstico e prognóstico de afecções.

Moura et al (2011), avaliaram o uso da TIV na análise da termorregulação de equino em condição de treinamento,

concluindo que o uso desta técnica permitiu precisão na determinação da temperatura de superfície das partes do corpo do cavalo e sua associação com a termorregulação.

Na avaliação de equinos atletas submetidos a esportes como o hipismo por exemplo, a termografia pode e deve ser utilizada no diagnóstico de lesões musculoesqueléticas provenientes do intenso treinamento, no estudo das trocas de calor e termorregulação destes animais em condição de treinamento, dentre outras funções, como mostra a figura 4.

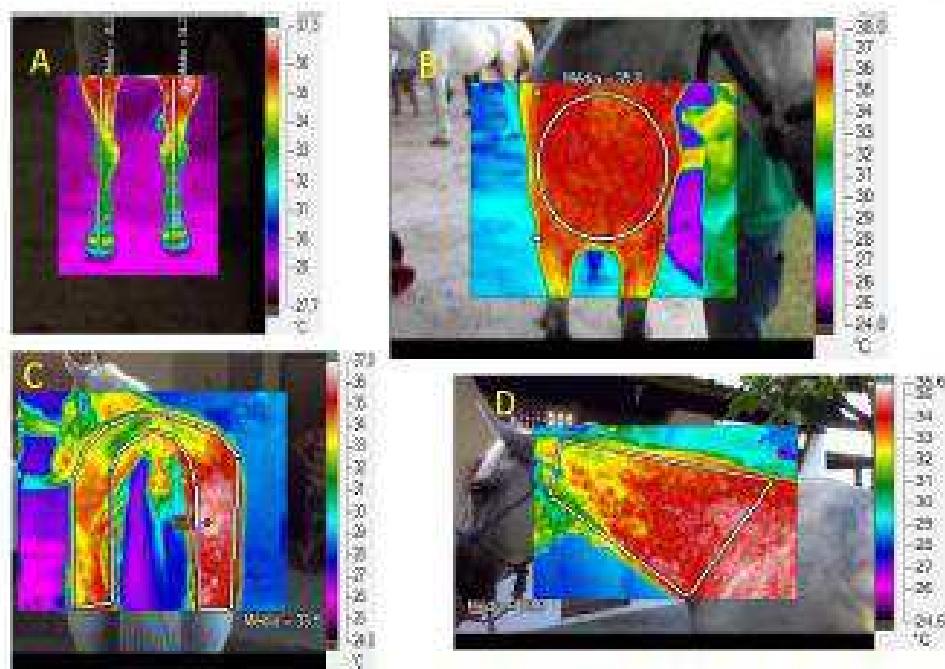


Figura 4 Obtenção da temperatura superficial de diferentes regiões de equinos de hipismo submetidos a treinamento: A) Membros anteriores B) Peitoral C) Garupa D) Pescoço Fonte: Arquivo Particular do autor.

Em equinos atletas com alta exigência de performance, a termografia pode incrementar o treinamento destes animais, avaliando-se as injúrias musculoesqueléticas originadas de uma rotina de exercícios intensa, provendo informações úteis ao médico veterinário e treinadores; a preparação dos animais para competições (Van Hoegmoed e Snyder, 2002).

Na área da ortopedia, a TIV foi utilizada com sucesso na detecção de tendinite, sinovite e alterações no periosteio (Turner et al 1986). Além disso, existem trabalhos referentes a sua utilização na detecção de síndrome navicular (Rose et al 1983; Turner et al 1983), laminite (Turner 2001) e osteoartrite (Vaden et al 1975).

A câmera termográfica também pode ser utilizada na detecção de lesões que estão em desenvolvimento ou já

instaladas na coluna de equinos (figura 5). Este fator é importante, pois as dorsopatias são uma das principais causas de alterações no desempenho de cavalos atletas (Figueroa et al 2012).

Em ampla revisão, Stewart (2008) verificou que TIV tem sido usada com sucesso para avaliar a inflamação decorrente da marcação de gado por ferro quente #1 e da temperatura da superfície escrotal, como indicador de fertilidade em touros, e de atividades de descorna em bezerras.

Outra aplicabilidade da TIV seria nos estudos com animais selvagens e ou de zoológicos (Figura 6). Segundo Ghafir (1996), é uma ferramenta que possibilita fazer um bom exame clínico em animais silvestres, com uma certa

distância segura, podendo ser utilizado em selvas, florestas e savanas, principalmente em animais mais hostis.

Estudando as trocas de calor em espécies diferentes de ratitas: avestruz, emu e casuar, Phillips e Sanborn (1994), também utilizaram da técnica da termografia, para obtenção da temperatura superficial dos animais.

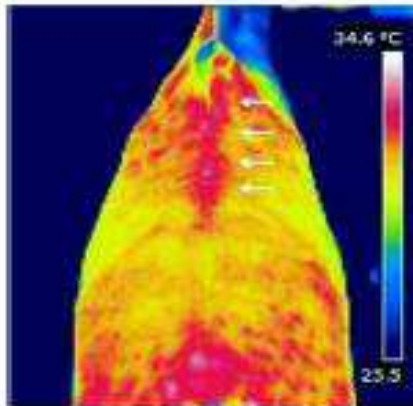


Figura 5 Avaliação termográfica da região dorsal da coluna de um equino. Pontos quentes referentes a processo inflamatório (setas brancas). Fonte (Figueiredo et al 2012).

Biondi (2013), realizando um estudo termográfico na superfície ocular de cães, concluiu que a TIV se mostra como método com potencial para auxiliar o diagnóstico de alterações oculares, principalmente quando utilizada como ferramenta na triagem de anormalidades em situações onde haja a necessidade de avaliação de uma grande população de animais. Esse método de triagem poderia ser particularmente útil em locais como abrigos de animais e zoológicos, desde que o instrumento pudesse ser colocado próximo da cabeça dos animais (aproximadamente 40 cm).

Como se vê, a utilização da TIV no campo da Medicina Veterinária é ampla, diversificada nas mais variadas áreas e nos mais diferentes tipos de experimentos e objetivos, corroborando assim uma vez mais, a afirmação da grande utilidade desta prática para os diferentes campos da ciência veterinária.

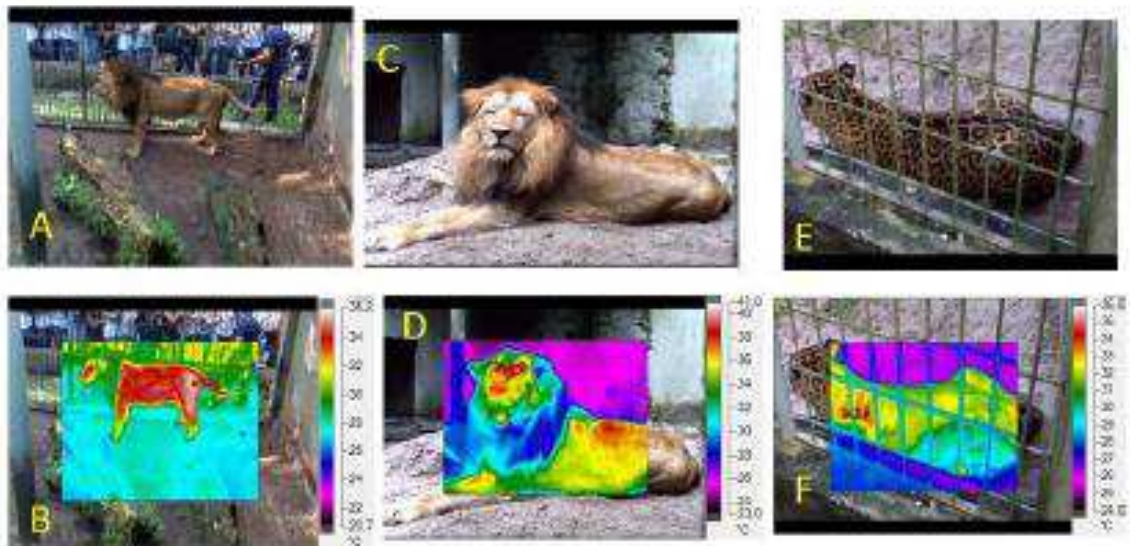


Figura 6 Utilização da termografia de infravermelho na avaliação da temperatura superficial e do estresse ambiental em animais selvagens criados em zoológico. A) e C) Imagem visual de um leão (*Panthera leo*) B) e D) Termograma de um leão (*Panthera leo*) E) Imagem visual de Onça Pintada (*Panthera onca*) F) Termograma de Onça Pintada (*Panthera onca*). Fonte: Arquivo Particular do Autor.

Produção animal e o uso da termografia de infravermelho

Os fatores ambientais, nutricionais e de manejo estão intrinsecamente ligados ao processo produtivo e devem ser levados em consideração quando se busca uma maior eficiência na exploração pecuária (Roberto et al 2011).

Nesse contexto, o uso de novas tecnologias como a TIV surgem como alternativas para precisar o impacto dos fatores ambientais na produção animal, dando suporte à

decisão e promovendo a saúde e o Bem-estar animal (Roberto et al 2014).

Segundo Kotrba et al (2007), além de auxiliar na compreensão da termorregulação em razão das mudanças na temperatura superficial, a termografia ajuda a compreender o impacto das condições ambientais sobre o bem-estar animal.

Roberto et al (2014), avaliaram com auxílio da termografia, as respostas fisiológicas e os gradientes térmicos de caprinos, criados em sistema de confinamento, nos turnos manhã e tarde, no semiárido paraibano (Figura 7).

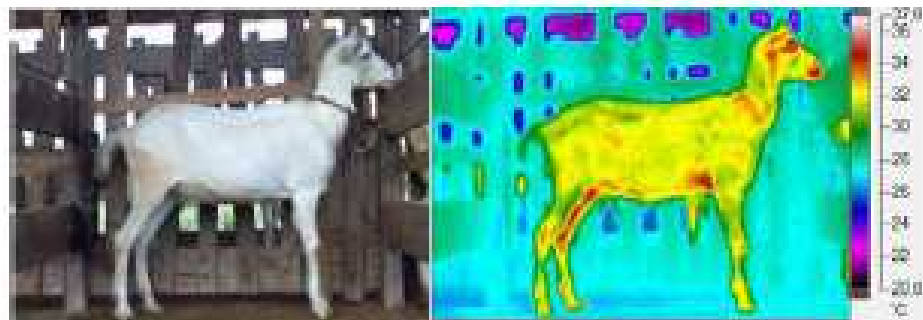


Figura 7 Imagem de luz visível de caprino e seu termograma.
Fonte: Arquivo Particular do Autor.

Ferreira et al (2011) avaliaram a eficiência da câmera termográfica na detecção da variação de produção de calor metabólico de pintinhos alimentados com diferentes densidades energéticas, verificando que a termografia identificou efetivamente a atividade metabólica das aves.

Montanholi et al. (2008), trabalhando com vacas em lactação, estabeleceram a correlação das temperaturas superficiais de diferentes regiões do corpo com a produção de calor, através da termografia de infravermelho. Conforme os autores, a correlação encontrada para a região da garupa foi de 0,71; flanco 0,72; costela 0,66 e pata 0,88. Essas informações apresentam grande importância para o entendimento sobre os processos termorregulatórios dos bovinos. Já Berry et al (2003), utilizaram da mesma técnica para estudar os efeitos dos fatores ambientais sobre a variação diária da temperatura do úbere de vacas leiteiras.

Na área da produção animal, pode-se perceber através da literatura, que a TIV tem sido empregada como ferramenta na avaliação e detecção de distúrbios metabólicos (Clark e Cava 1977; Hurnik et al 1984), doenças e infecções (Berry et al 2003; Schaefer et al 2007; Polat et al 2010), além de auxiliar na compreensão da termorregulação em razão das mudanças na temperatura superficial e o impacto das condições ambientais sobre o bem-estar animal (Kastelic et al 1996; Stewart et al 2005; Knizkova et al 2002; Kotrba et al 2007).

Em trabalho utilizando bezerras da raça Jersey, com o objetivo de mostrar se existe uma correlação entre registro de variáveis fisiológicas obtidos por métodos convencionais

(considerados invasivos, com termômetros digitais) e pelo método da termografia infravermelha, Bustos Mac-Lean et al (2012) concluíram que a utilização da TIV como uma ferramenta de registro de variáveis fisiológicas de bezerras é possível, pois existe uma alta correlação (0,69) da imagem da orelha do animal com a temperatura retal, afirmando ainda que este método de coleta pode ser utilizado em trabalhos de bem-estar animal e conforto térmico, nos quais a intervenção do pesquisador pode alterar resultados.

Bowers et al (2009), utilizando a TIV, afirmaram que esta técnica demonstrou-se efetiva na distinção de águas prenhas das não prenhas, em animais com cinco semanas antes do parto. Segundo estes autores, Os animais com útero gravídico apresentaram maiores temperaturas na região do abdômen, quando comparados a animais com úteros não gravídico, independente das condições ambientais, porém, a diferença ficou mais visível quando a temperatura ambiente foi inferior a 19 °C.

A capacidade da TIV em detectar e mensurar as respostas dos animais ao estresse, tem sido um dos principais focos das pesquisas. Relações entre imagem em infravermelho e a atividade do eixo hipotálamo-pituitária-adrenocortical (HPA) foram inicialmente investigadas por Cook et al (2001), que utilizaram imagens térmicas e cortisol para medir a atividade adrenocortical e metabólica em cavalos. Amostras de sangue, saliva e imagens do olho em infravermelho foram coletadas em intervalos definidos antes e depois de um desafio com o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH). E os resultados mostraram uma correlação

significativa entre a temperatura máxima do olho com o cortisol plasmático e salivar, sugerindo que mudanças na temperatura do olho podem ser associadas com a ativação do eixo HPA.

Pesquisas envolvendo estresse em animais de produção e características qualitativas de carne foram realizadas por Schaefer et al (2001), avaliando o estresse ante-mortem e suas implicações econômicas à carne bovina, suína e de cordeiros. Os autores verificaram com o uso da TIV, em bovinos transportados por períodos de 1,5 horas, imagens térmicas da região dorsal desses animais com temperaturas de 36,2 e 37,2 °C, no momento antes do transporte e após o transporte, respectivamente, verificando-se tendência de algum grau de carne PSE ou DFD no momento do abate, como indicativo de estresse sofrido pelos animais.

Da mesma forma, Tong et al (1995) afirmaram que a tecnologia da termografia infravermelha pode ser usada para diagnóstico na identificação de animais vivos predispostos a alterações na qualidade da carne PSE em suínos e DFD em bovinos.

Na produção de suínos, a ocorrência de algumas enfermidades como artrites podem prejudicar drasticamente os sistemas produtivos, e a utilização de técnicas que visem o diagnóstico precoce de tais enfermidades pode evitar muitos prejuízos para os produtores. De acordo com Hill (1992) as artrites são enfermidades que podem acometer os suínos em qualquer faixa etária, causando enormes perdas econômicas por morte, atraso no crescimento, descarte precoce de reprodutores, gastos com medicamentos, mão de obra, formação de animais refugos e condenação de carcaça nos abatedouros. Nesse contexto, Graciano (2013) trabalhou com suínos com o objetivo de avaliar a eficiência da câmera termográfica em identificar edemas inflamatórios em sua pata. O autor selecionou animais que apresentavam claudicação e edema nos membros posteriores, e a partir da análise dos termogramas, concluiu que a TIV apresentou potencial significativo no pré-diagnóstico de processos inflamatórios e lesões, e pode servir como ferramenta para auxiliar a redução de descartes de reprodutores e condenações de carcaças em abatedouros.

Utilizando uma câmera termográfica, NAA et al (2010) avaliaram a variação da temperatura da superfície corporal de frangos de corte, com 42 dias de idade, criados com a mesma dieta, porém, em instalações com tipologias diferentes, e observaram que as regiões sem penas acompanham a temperatura ambiente com maior facilidade e que as aves perdem mais calor sensível durante a manhã e mais calor latente durante a tarde.

Nascimento et al (2011), trabalhando com frangos de corte, com objetivo de determinar um índice de conforto térmico para as aves baseada na lógica Fuzzy, também

utilizaram da TIV para obtenção da temperatura superficial das aves, como mostra a figura 8.

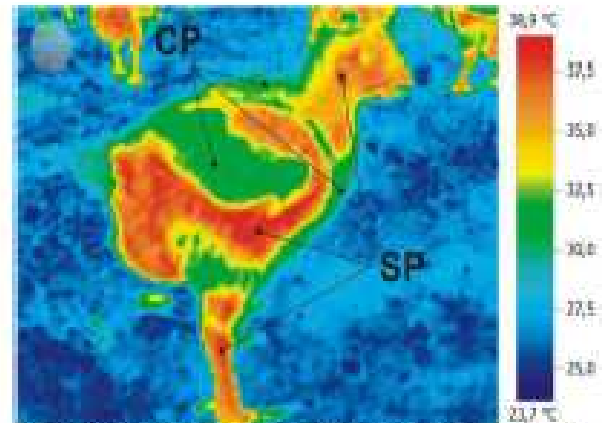


Figura 8 Termograma de ave mostrando área de coleta das temperaturas superficiais das penas (CP) e da pele (SP). Fonte: Nascimento et al (2011).

Segundo Nikkhab et al (2005), a TIV foi indicada como método adequado na detecção de laminites em vacas leiteiras em lactação, e na detecção de dor crônica após corte da cauda, segundo Eicher et al (2006). Já para Lovett et al (2009), a aplicação de termografia como método de triagem para identificar, por assimetria de temperatura dos cascos, potenciais bovinos infectados pelo vírus da febre aftosa mostrou-se promissora para a identificação precoce dos animais infectados.

Em experimento para avaliar o consumo alimentar residual (CAR) em bovinos de corte, Colyn et al (2010) apresentaram resultados afirmando que a TIV é um método promissor para prever o CAR, mostrando-se útil para vacas adultas, bovinos em crescimento e bezerras, por possibilitar estimar as perdas de energia bruta pela imagem de forma rápida.

No campo de estudo sobre avaliação da qualidade, monitoramento e armazenamento de determinados alimentos, a TIV também tem ganhado destaque. De acordo com Novinski et al (2013), o monitoramento em tempo real da temperatura na superfície dos alimentos parece ser uma forma rápida e segura na predição da qualidade nutricional e microbiológica de muitos produtos.

Funges (2010), em estudo inovador com silagem de milho, usou a TIV para avaliar temperatura de silagens expostas ao ar em sala com temperatura controlada. As correlações entre a temperatura da superfície e a temperatura interna da massa apresentaram coeficiente moderado ($r = 0,55$ $P < 0,001$), mostrando que a imagem da superfície pode ser usada como indicador de pontos de crescimento microbiano. No entanto, concluiu que há necessidade de se

ampliar o controle de outras variáveis, além daquelas estudadas por ele.

Utilizando a termografia com o objetivo de relacionar a temperatura da face do silo com a qualidade da silagem, Abdelhadi et al (2012) pesquisaram a localização de pontos de máximo e mínimo aquecimento em silos do tipo bunker que armazenavam silagem de milho. Não foi percebida correlação da temperatura com os parâmetros de qualidade (MS, PB, pH), no entanto, silagens coletadas nas áreas quentes tiveram redução na digestibilidade de matéria seca em relação ao ponto frio. Logo, os autores concluíram que a imagem em infravermelho pode ser utilizada para detectar regiões que representam menor digestibilidade da MS.

Addah et al (2012) também utilizaram a termografia e imagens térmicas, com o objetivo de avaliar os efeitos de um inoculante na estabilidade aeróbia de silagem de cevada. Estes autores concluíram que as imagens térmicas oferecem perspectivas como um método prático para avaliar a estabilidade aeróbia de silagens, entretanto afirmam que mais estudos serão necessários para determinar a capacidade das imagens infravermelhas em avaliar a estabilidade aeróbica de uma variedade de tipos de silagem em diferentes sistemas de ensilagem durante todo o ano.

No âmbito dos estudos sobre a qualidade dos diferentes tipos de materiais e instalações utilizados na produção animal, a TIV também pode ser aplicada com eficiência, visando trazer informações que auxiliem na melhoria do conforto térmico ambiental.

Fiorelli et al (2012), estudando a eficiência térmica de diferentes coberturas (telha fibrocimento pintada de branco, telha de fibrocimento sem pintura e telha de fibrocimento com tela de sombreamento) de bezerreiros individuais expostos ao sol e à sombra, por meio de termografia infravermelha e índices de conforto térmico, afirmaram que o uso do processamento de imagens termográficas mostrou-se uma ferramenta facilitadora da identificação de diferenças significativas de temperatura de superfície de cobertura do bezerreiro exposto à sombra em comparação aqueles expostos ao sol. Os resultados obtidos a partir da utilização da câmera termográfica, permitiram os autores observar que a estrutura com telhado de fibrocimento pintado de branco foi a que apresentou menores valores de temperatura de superfície dos abrigos expostos ao sol.

Dessa forma, através da literatura consultada, pode-se inferir uma vez mais, que a termografia de infravermelho se aplica às mais diversas áreas, dentro das ciências agrárias, tendo ampla eficácia nos mais diversos tipos de experimentos com as mais diversas espécies animais e objetivos.

Considerações finais

É uma tecnologia que pode ser aplicada nos mais diversos campos da medicina veterinária, com grande

eficácia e utilização nas mais diversas espécies, contribuindo de forma ímpar para um melhor e mais eficiente diagnóstico veterinário.

Principalmente no que diz respeito ao bem-estar animal, pode e deve ser usada nos sistemas de produção animal como alternativa aos métodos tradicionais de obtenção de temperaturas superficiais, trazendo mais precisão, exatidão e praticidade na manipulação de dados.

References

- Abdelhadi FA, Saraya WR, Bameir C.A. (2012) Infrared thermography to assess the relationship between corn silage quality and face temperature. *Journal of Dairy Science*. 95:537.
- Addah W, Baah J, Okine EK, McAllister TA (2012) Use of thermal imaging and the in situ technique to assess the impact of an inoculant with feruloyl esterase activity on the aerobic stability and digestibility of barley silage. *Canadian Journal of Animal Science*. 92: 381-394.
- Adams F. (1939) *The genuine works of Hippocrates*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Berry RJ, Kennedy AD, Scott SL, Kyle BL, Schaefer AL (2003) Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. *Canadian Journal Of Animal Science*. 83:687-693.
- Biondi F (2013) Contribuições sobre implantes poliméricos intraoculares e investigações sobre termografia da superfície ocular e gravidade específica da lágrima relacionadas ao teste de schiøtz. Dissertação, Universidade Federal do Paraná.
- Bowers S, Gandy B, Anderson P, Ryan P, Willard S (2009) Assessment of pregnancy in the late-gestation mare using digital infrared thermography. *Theriogenology*. 72:372-377.
- Beinsochi ML, Macedo JF, Macedo RAC (2003) Termografia cutânea: novos conceitos. *Revista Vascul Brasileira* 2:151-160.
- Bastos Mac-Lean, PA (2012) Programa de suplementação de luz e relação entre variáveis fisiológicas e termográficas de bezerros em aleitamento em clima quente. Tese, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos-Universidade de São Paulo.
- Clark JÁ, Cesa K (1977) The potential of infrared thermography in veterinary diagnosis. *The Veterinary Record*. 100:402-404.
- Christiansen J, Geros G (2002) Termografia eletrônica. *Cortex*, São Paulo.
- Colyn JJ, Schaefer JA, Basrah EK (2010) Prediction of residual feed intake in beef heifers by infrared thermography. *Journal of Dairy Science*. 93:3050-3055.
- Cook NJ, Schaefer AL, Warren L, Barwash L, Anderson M, Baron V (2001) Adrenocortical and metabolic responses to ACTH injection in horses: an Assessment by salivary cortisol and infrared thermography of the eye. *Canadian Journal of Animal Science*. 81:621(abstract).
- Eddy AL, Vanhoogmoed LM, Snyder JR (2001) The Role of Thermography in the Management of Equine Lameness. *Veterinary of Journal*, 162:172-181.

Eicher SD, Cheng HW, Sorells AD, Schutz MM (2006) Behavioral and physiological indicators of sensitivity or chronic pain following tail docking. Short communication. *Journal of Dairy Science*. 89:3047-3051.

Ferreira VMOS, Francisco NS, Belloni M, Aguirre GMZ, Caldara FR, Nääs IA, Garcia RG, Almeida Paz ICL, Polycarpo GV. (2011) Infrared thermography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed with different energy densities. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 13:113-118.

Figueredo T, Dayekanski B, Kunz J, Silveira AB, Ramos CMG, Michelotto Júnior PV (2012) A importância do exame termográfico na avaliação do aparato locomotor em equinos atletas. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*. 18: 50-65.

Fiorelli J, Schmidt R, Kawahata CY, Oliveira CEI, Savastano Junior H, Rossignolo JA (2012) Eficiência térmica de telhas onduladas de fibrocimento aplicadas em abrigos individuais para bezerros expostos ao sol e à sombra. *Ciência Rural*. 42:64-67.

Garvía D (1999) A análise visual do movimento humano: pesquisa, visão computacional e compreensão de imagens. *Artigos de Ciência Veterinária*, 13: 82-98.

Ghafe Y, Art T, Lekoux F (1996) La thermographie infrarouge dans l'étude de la thermoregulation chez le cheval: effets de l'entraînement. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 140:131-135.

Girolfo G, Moola C (2002) Comparison between pulsed and modulated thermography in glass-epoxy laminates. *NDT&E International*, London, 35:287-292.

Gonzalez RC, Woods RE (2000) Processamento de imagens digitais. Edgard Blücher, São Paulo.

Graciano DE (2013) Aplicação da termografia infravermelha na produção animal. Dissertação, Universidade Federal da Grande Dourados.

Hill M (1992) Skeletal System and feet. In: Leman A, Straw BE, Mengeling WL, D'Alaire S, Taylor DJ (ed) *Diseases of swine*, 7th ed. Iowa. Iowa State University Press, pp 163-195.

Holmes LC, Gaughan EM, Goody DA, Hogge S, Spier MF, (2003) The effect of perineural anesthesia on infrared thermographic images of the forelimb digits of normal horses. *The Canadian Veterinary Journal*, 44:392-396.

Holt GC (2000) *Common Sense approach to thermal imaging*. Winter Park (FL): JCD Publishing.

Hövinen M, Siivonen J, Taponen S, Hänninen L, Pastell M, Aisla AM, Pyörälä S. (2008) Detection of Clinical Mastitis with the Help of a Thermal Camera. *Journal of Dairy Science* 91:4592- 4598.

Hurnik JF, Deboer S, Webster AB (1984) Detection of health disorders in dairy cattle utilizing a thermal infrared scanning technique. *Canadian Journal Animal Science*. 64:1071-1073.

Junges D (2010) Aditivo microbiano na silagem de milho em diferentes tempos de armazenamento e avaliação da estabilidade aeróbia por termografia em infravermelho. Dissertação, Universidade Federal do Paraná.

Kastelic JP, Cook RB, Coulter GH, Wallins, GL, Entz T. (1996) Environmental factors affecting measurement of bovine scrotal surface temperature with infrared thermography. *Animal Reproduction Science* 41:153-159.

Kníčková I, Kunc P, Koubkova M, Flusser J, Oldřich D (2002) Evaluation of naturally ventilated dairy barn management by a thermographic method. *Livestock Production Science* 77:349-353.

Kotiba R, Kanc P, Gürdil GAK, Pinar Y, Selvi KC (2007) Applications of infrared thermography in animal production. *Journal of the Faculty of Agriculture* 22:329-336.

Lovett KR, Pacheco JM, Packer C, Rodriguez LL (2009) Detection of foot-and-mouth disease virus infected cattle using infrared thermography. *The Veterinary Journal* 180:317-324.

Maldague X. (2001) *Infrared and Thermal testing: Nondestructive testing handbook*. 3th ed, Columbus, OH: Patrick O. Moore.

Marque OF, Vieira HN (1999) *Processamento digital de imagens*. Beasport, Rio de Janeiro.

Montanholi YR, Odongo NE, Swanson KC, Schenkel FS, McBride BW, Miller SP (2008) Application of infrared thermography as an indicator heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). *Journal of Thermal Biology*. 33:473-475.

Moura DJ, Maia APA, Vercellino RA, Medeiros BBL, Sarabi J, Griska FR. (2011) Uso da termografia infravermelha na análise da termoregulação de cavalo em treinamento. *Engenharia Agrícola*. 31:23-32.

Nääs IA, Romanini CEB, Nascimento DPNGR, Vercellino RA (2010) Distribuição da temperatura superficial de frangos de corte com 42 dias de idade. *Scientia Agricola*. Piracicaba. 67:497-502.

Nascimento GR, Pereira DF, Nääs IA, Rodrigues LHA (2011) Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. *Engenharia Agrícola*. 31:219-229.

Näkkhah A, Plaizier JC, Einarson MS, Berry RJ, Scott SL, Kennedy AD (2005) Infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. Short communication. *Journal of Dairy Science*. 88:2749-2753.

Nogueira FRB, Souza BB, Carvalho MGX, Garino Junior F, Marques AVMS, Leite RF (2013) Termografia infravermelha: uma ferramenta para auxiliar no diagnóstico e prognóstico de mastite em ovelha. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*. 35(3):289-297.

Novinski CO (2013) Composição de microrganismos e bromatologia de silagens de milho em silos de grande porte utilizando imagens em infravermelho. Dissertação, Universidade Federal do Paraná.

Nunes LAO, Filho ACC, Sartori JL (2007) Câmara termográfica nacional. *Revista Prática Hospitalar*. 49: 18-21.

Phillips PK, Sarboen AF (1994) An infrared, thermographic study of surface Temperature in three rations: ostrich, emu And double-wattled cassowary. *Journal of Thermal Biology* 19: 423-430.

Polat B, Colak A, Cengiz M, Yılmaz LE, Oral H, Bastan A, Kaya S., Hayırlı A. (2010) Dairy cows1. *Journal of Dairy Science*. 93:3525-3532.

- Reis FR, Barreira APB, Castro V, Castro JLC, Sozano SMC, Rocha AA (2010) Índices sobre a correlação entre diferentes métodos diagnósticos em casos de tumor de mama em cadela. *Revista Eletrônica Novo Enfoque* 09:14-31.
- Richards A (2001) *Alien Vision – Exploring the electromagnetic spectrum with imaging technology*. SPIE Press.
- Roberto JVB, Souza BB (2011) Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável* 6:08-13.
- Roberto JVB, Souza BB, Furtado DA, Delfino LJB, Marques BAA (2014) Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* 2:11-19.
- Rose RJ, Allen JR, Hodgson DR, (1983) Studies on isoxsuprine hydrochloride for treatment of navicular disease. *Equine Veterinary Journal* 15: 338-341.
- Santos L (2006) *Termografia infravermelha em subestações de alta tensão*. Dissertação, Universidade Federal de Itajubá.
- Schanfer AL, Dalbeski PL, Aalhus JL, Tong AKW (2001) Role of nutrition in reducing antemortem stress and meat quality aberrations. *Journal Animal of Science*. 79:91-101.
- Schanfer AL, Cook NJ, Church JS, Banarab J, Perry B, Miller C, Tong AKW (2007) The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. *Research in Veterinary Science*. 83:376-384.
- Stewart M, Webster JR, Schanfer AL, Cook NJ, Scott SL (2005) Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. *Animal Welfare* 14: 319-325.
- Stewart M (2008) *Non-invasive measurement of stress and pain in cattle using infrared thermography*. *Thesis*. Animal Science, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Sümbera R, Zelová J, Kunc P, Králová I, Burda H (2007) Patterns of surface temperatures in two mole-rats (Bathyergidae) with different social systems as revealed by IR Thermography. *Physiology & Behavior* 92: 526-532.
- Tong AKW, Schanfer AL, Jones SDM (1995) Detection of poor quality beef with infrared thermography. *Meat Focus Int.* 4:443-445.
- Turner TA, Fessler JF, Lamp M, Pearce JA, Goddes LA, (1983) Thermographic evaluation of horses with podotriehlosis. *American Veterinary Research* 44:539.
- Turner TA, Purohit RC, Fessler JF (1986) Thermography: a review in equine medicine *Compendium of Continuing Education Practice Veterinary* 8:855-61.
- Turner TA (2001) Diagnostic thermography. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 17:95-113.
- Vaden MF, Purohit RC, McCoy MD, Vaughan JT, (1975) Thermography: A technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis. *American Journal Veterinary Research* 41:1175-1179.
- Van Hoogmoed LM, Snyder JR (2002) Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. *The Veterinary Journal*. 164:129-141.
- Veratti, AB (1992) *Termografia: princípios, aplicações e qualidade*. ICON Tecnologia São Paulo.
- Viana DML (2005) Changes in cutaneous and body temperature during and after conditioned fear to context in the rat. *European Journal of Neuroscience* 21:2:2505-2512.
- Vizira RJS, Esteves VF (2005) Prevenção do câncer de mama: mito ou realidade? *Prática Hospitalar* 40:77-82.
- Waldomir JK, Oltmans JJ (1994) Thermography: subclinical inflammation, diagnosis, rehabilitation and athletic evaluation. *Journal of Equine Veterinary Science* 14:8-10.
- Williams JHR, Masouzi SH, Lee SS, (1980) One-dimensional analysis of thermal nondestructive detection of delamination and inclusion flaws. *British Journal of Non-Destructive Testing*, Leigh-On-Sea (GB), 22.
- Ziprodina N, Ming Z, Hämmen OOF (2006) Plantar infrared thermography measurements and low back pain intensity. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutic*. 29:219-223.

CÓPIA DO CAPÍTULO 3 PUBLICADO NA FORMA DE ARTIGO

DOI: 10.5933/1679-0359.2016v37n2p977

Productive performance of finishing lambs fed with faveleira fodder salt (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl)

Desempenho produtivo de cordeiros em terminação alimentados com sal forrageiro de faveleira (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl)

João Vinicius Barbosa Roberto^{1*}; Bonifácio Benício de Souza²;
Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira³; Jaime Miguel de Araujo Filho⁴;
Thaiz Lamy Alves Ribeiro⁵; Rafael Pádua de Araujo⁶;
Thiago Lima da Silva Gomes⁶; Caique André Cavalcanti da Silva⁷;
José Lucas Santos Rodrigues⁷; Marcos Lemos Andrade Oliveira⁸

Abstract

This study evaluated food intake and productive performance of crossbred (½ Santa Inês x ½ dorper) lambs supplemented with different levels of faveleira (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl) fodder salt. Thirty male sheep fed tifton grass hay, water, and faveleira fodder salt were randomly allocated into five treatments with six replicates each. The treatments consisted of diets with different inclusion levels of faveleira hay in the fodder salt composition: Treatment 1 (1% mineral salt + 99% faveleira hay), Treatment 2 (3% mineral salt + 97% faveleira hay), Treatment 3 (5% mineral salt + 95% faveleira hay), Treatment 4 (7% mineral salt + 93% faveleira hay), and Treatment 5 (Control - 100% mineral salt). Intake of dry matter, tifton hay and water, average daily gain, feed conversion, and feed efficiency were not affected by fodder salt supplementation ($P > 0.05$). There was a significant difference ($P < 0.05$) in fodder salt intake between Treatments 4 and 5, and daily intake was higher in animals submitted to Treatment 4 (61.0 g day⁻¹). Mineral salt intake increased significantly with increasing mineral salt levels in the diet. However, no significant difference was observed in average daily gain across treatments, indicating that faveleira hay, even in small quantities, and tifton hay were able to meet the nutritional requirements of animals to support a good average daily gain. The inclusion of up to 99% faveleira hay in fodder salt formulations did not affect voluntary intake of forage, water and dry matter, average daily gain, feed conversion, and feed efficiency. Lambs supplemented with faveleira fodder salt had average daily gains within the optimal range for slaughter and high feed conversion and feed efficiency values. Faveleira was shown to be an effective supplementary feed alternative in sheep.

Key words: Consumption. Faveleira. Lamb. Minerals. Weight gain.

¹ Discente do Doutorado do programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, CSTR, Patos, PB, Brasil. E-mail: viniciusjv@yahoo.com.br

² Prof. Dr. Associado IV, Universidade Federal de Campina Grande, CSTR, Patos, PB, Brasil. E-mail: bonif@con.ufcg.edu.br

³ Prof. Associado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, E-mail: gajocaol@yahoo.com.br

⁴ Dr. em Zootecnia, UFPE, Pós-doutorando do Programa Nacional de Pós-Doutorado/CAPES, Universidade Federal de Campina Grande, CSTR, Patos, PB, Brasil. E-mail: jaimesoot@gmail.com

⁵ Mestre em Zootecnia, pelo programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFCG, CSTR, Patos, PB, Brasil. E-mail: thaiz_ribeiro@hotmail.com; rafaelpaduadearaujopadua@yahoo.com.br

⁶ Discente de Mestrado do programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFCG, Patos, PB, Brasil. E-mail: thiagover222@hotmail.com

⁷ Discentes de Graduação em Medicina Veterinária, UFCG, CSTR, Patos, PB, Brasil. E-mail: caiquecavalcanti@gmail.com; lucasrodrigues.50@hotmail.com

⁸ Mestre em Ciência Animal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Brasil. E-mail: marcos-agri@hotmail.com

* Author for correspondence

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o consumo e o desempenho produtivo de cordeiros mestiços ½ sangue dorper + ½ sangue santa inês, suplementados com diferentes níveis de sal forrageiro de favaleira (*Candollosia quercifolia* Pohl). Utilizou-se 30 ovinos machos, alimentados com feno de capim tifton, água e sal forrageiro de favaleira e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos se constituíram de dietas com diferentes proporções de inclusão de feno de favaleira na formulação de sal forrageiro: Tratamento 1 (1% de sal mineral + 99% de feno de favaleira); Tratamento 2 (3% de sal mineral + 97% de feno de favaleira); Tratamento 3 (5% de sal mineral + 95% de feno de favaleira); Tratamento 4 (7% de sal mineral + 93% de feno de favaleira) e Tratamento 5 (100 % de sal mineral). A análise de variância não demonstrou efeito ($P < 0,05$) da suplementação sobre a ingestão de matéria seca, consumo de feno de tifton, ingestão de água, ganho de peso diário, conversão e eficiência alimentar. Houve diferença ($P < 0,05$) na ingestão diária de sal forrageiro somente entre o tratamento 4 e o tratamento testemunha, sendo que os animais do tratamento 4 (93% de feno de favaleira / 7% de sal mineral) apresentaram maior ingestão (61 g dia⁻¹). Em relação a ingestão de sal mineral, a análise de regressão demonstrou um efeito linear positivo a medida que os níveis de sal mineral foram aumentando. Entretanto, o GPMD foi semelhante entre todos os tratamentos, revelando que mesmo em menores quantidades, o feno de favaleira juntamente com o tifton, foram suficientemente capazes de dispor aos animais uma quantidade adequada de nutrientes, para um bom ganho de peso diário. A inclusão de favaleira de até 99% na formulação de sal forrageiro, não prejudica o consumo voluntário de volumoso, de água nem a ingestão de matéria seca, assim como também o ganho de peso diário, conversão e eficiência alimentar. Cordeiros suplementados com sal forrageiro de favaleira apresentam níveis de ganho de peso dentro da faixa ótima para o abate, além de bons níveis de conversão e eficiência alimentar, comprovando o potencial desta dicotiledônea como importante alternativa na suplementação de ovinos.

Palavras-chave: Consumo. Favaleira. Ganho de peso. Minerais. Ovíno.

Introduction

Livestock production in northeastern Brazil greatly depends on the breeding of small ruminants, of which sheep are one the most widely distributed. Sheep are also the most heavily exploited livestock animals worldwide because of their rusticity and adaptability to various environmental conditions, from cooler mountainous regions to arid and semi-arid areas.

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2010), Brazil has a significantly large herd of sheep, in excess of 17 million head, of which 56% are raised in the Northeast region (IBGE, 2010). Sheep are mostly raised extensively in the Caatinga biome and the main limitation to using pastures in Brazil is the seasonality in pasture production, which is caused mainly by climatic factors such as low humidity and intermittent rainfall in the dry season. In addition to the reduced availability

of pastures, the lignification of the cell wall and the low protein content and digestibility caused by plant maturation reduce the nutritional value of pastures during the dry season. According to Ben Salem (2010), the low nutritional value and unbalanced nutrient composition of plant resources in the dry season, which demand the use of diet supplementation, is the greatest obstacle to this production system. However, Tosi (1999) argued that continuous growth can be achieved even in unfavorable seasons, provided that animals receive strategic food supplementation that supports moderate, yet significant gains for growth.

In the case of unbalanced diets with reduced nitrogen availability or rich in neutral detergent fiber (NDF), the supply of feed protein degraded in the rumen is limiting for microbial growth. Although protein supplementation can be done with protein concentrates, the production system often becomes impractical due to the high cost of concentrates.

The use of legume species from the Caatinga in supplement formulations improves animal performance considerably without affecting ecosystem balance (CAVALCANTE et al., 2005). Therefore, the search for low-cost, alternative ingredients that can be produced locally is essential for sustainable livestock production. Thus, fodder salt, a mixture containing mineral salt and hay made of dicot forage species, is a potential alternative for diet supplementation in sheep.

The faveleira or favela (*Cnidoccolus quercifolius* Pohl) is a xerophytic tree species from the family Euphorbiaceae that is approximately 5.0 m in height (SANTOS et al., 2006). The species is extremely drought-resistant and, because of stored reserves in stem and root tissues that are allocated for growth of new leaves, flowers, and fruits, it survives under the extreme heat and solar radiation conditions of the Caatinga (MALA, 2004). According to Arriel et al. (2006), faveleira is an important forage species and food source for wildlife in the semi-arid because of its resilience to harsh environmental conditions. Additionally, the xerophile character of faveleira enables its survival even in periods of prolonged drought, contributing to ecosystem balance and mitigating environmental degradation, as well as enabling sustainable economic exploitation, thus improving the quality of life of the population inhabiting the Caatinga.

In this study, we aimed to evaluate food intake and productive performance of crossbred (¾ Santa Inês x ¼ dorper) lambs supplemented with varying concentrations of faveleira (*Cnidoccolus quercifolius* Pohl) fodder salt.

Material and Methods

The study was conducted in the sheep breeding sector at the Research Center for Semi-arid Development (NUPEARIDO), Center for Health and Rural Technology (CSTR), Federal University of Campina Grande (UFCG), Patos, Paraíba, Brazil, between September and October 2012, totaling 55

experiment days, including 10 acclimation days.

The municipality of Patos is located in the hinterland of the state of Paraíba (07°01'04" S, 37°16'40" W; 242 m elevation) and is characterized by a hot semi-arid climate (BSh) according to the Köppen classification (KÖPPEN, 1948), with seasonal precipitation: one rainy season lasting three to four months having approximately 80% of the annual rainfall and a dry season in the remaining months. The temperature is megathermal and isothermal, with an annual average of 25–31 °C and June and July as the coldest months, whereas relative humidity ranges from 40–50% in the dry season and 80–90% in the rainy season (GOMES et al., 2013; ARAÚJO FILHO, 2013).

This study used thirty non-castrated crossbred (¾ Santa Inês x ¼ dorper) male lambs approximately 150 days old with an initial weight of 24.4 ± 3.32 kg (mean \pm sd), housed in individual 1 m² pens with feeder, salt feeder, and water drinker, and fed tifton-85 (FCT-85) hay as basic food support to simulate grazing conditions, water, and faveleira (*Cnidoccolus quercifolius* Pohl) fodder salt *ad libitum*.

Tifton hay, mineral salt (MS), and faveleira fodder salt were weighed and supplied daily in quantities that allowed for leftovers of 10% of dry matter (DM) offered the previous day. The voluntary intake of water and food by each animal was calculated from the difference between feed offered and leftovers. Voluntary water intake was corrected for by the average amount of water evaporated from two water drinkers that were kept out of reach of animals.

Prior to the experiment, all animals were identified, dewormed, and vaccinated with polyvalent vaccine against clostridial diseases and rabies vaccine following standard veterinary procedures. To estimate weight gain, all animals were weighed using a sheep scale after a 14-h fasting of liquids and solids at the start and end of the experiment.

The animals were randomly allocated into five treatments with six replicates each, totaling 30 experimental units. The treatments consisted of experimental diets with different inclusion levels of faveleira hay in the fodder salt composition: Treatment 1 (1% mineral salt + 99% faveleira hay), Treatment 2 (3% mineral salt + 97% faveleira hay), Treatment 3 (5% mineral salt + 95% faveleira hay), Treatment 4 (7% mineral salt + 93% faveleira hay), and Treatment 5 (Control -100 % mineral salt).

Tifton hay was ground to avoid feed selection and for accurate measurement of food intake.

Faveleira hay was made from young branches with leaves that were sun-dried for three days. Following grinding, hay was sieved to separate leaves (higher nutritional value) from branches and twigs. Next, hay was milled into fodder and mixed with mineral salt to avoid feed selection.

The mineral salt was a commercial mixture for sheep containing dicalcium phosphate, sodium chloride (43.8%), magnesium oxide, ventilated sulfur, zinc sulfate, copper sulfate, cobalt sulfate, potassium iodate, manganese sulfate, and sodium selenite. Table 1 shows the guaranteed levels per 100 g of product and the reference values.

Table 1. Guaranteed levels of macro- and microminerals per 100 g of mineral salt and reference values.

Macromineral (g)	Reference value (RV)	Amount supplied per 100 g of supplement	% of RV supplied per 100 g of supplement
Calcium (g day ⁻¹)	14.0	11.7	83.5
Phosphorus (g day ⁻¹)	11.0	6.0	54.5
Sodium (g day ⁻¹)	7.0	17.6	251.7
Magnesium (g day ⁻¹)	9.0	0.8	8.9
Sulfur (g day ⁻¹)	13.5	2.0	14.8
Trace mineral (mg)			
Iron (mg day ⁻¹)	450.0	-	-
Copper (mg day ⁻¹)	90.0	40.0	44.4
Cobalt (mg day ⁻¹)	0.9	4.0	444.4
Iodine (mg day ⁻¹)	4.5	7.1	158.0
Manganese (mg day ⁻¹)	180.0	135.0	75.0
Selenium (mg day ⁻¹)	0.9	1.5	165.0
Zinc (mg day ⁻¹)	270.0	190.0	70.4
Vitamin A (IU day ⁻¹)	20,000	-	-
Vitamin D3 (IU day ⁻¹)	2,500	-	-
Vitamin E (IU day ⁻¹)	350.0	-	-

The analysis of the chemical composition of tifton hay and faveleira hay were conducted in the Laboratory of Animal Nutrition at the Center

for Health and Rural Technology (CSTR/UFG) according to the methodology described by Silva and Queiroz (2002) (Table 2).

Table 2. Chemical composition of ingredients used in experimental diets.

Component (% DM)	Tifton hay	Faveleira hay
Dry matter	97.73	95.11
Organic matter	90.89	89.33
Ash	9.11	10.67
Crude protein	7.49	11.32
Ether extract	6.67	6.51
Gross energy	3.84	3.797
Neutral detergent fiber	69.00	41.86
Acid detergent fiber	36.11	35.25
Lignin	31.52	25.58

The following variables were evaluated: dry matter intake (kg day⁻¹), tifton hay intake (kg day⁻¹), fodder salt intake, mineral salt intake, water intake, dry matter intake/body weight ratio, average daily gain, initial and final weight, feed conversion, and feed efficiency.

The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and treatment means were compared using the Tukey's test at the 5% significance level. To the average of the different levels of faveleira fodder salt, was used polynomial regression analysis. All analyses were performed using SAS software (SAS, 2003).

Results and Discussion

Dry matter intake was not affected ($P > 0.05$) by faveleira fodder salt supplementation (Table 3). Average DM intake (0.909 kg day⁻¹) was lower than the value recommended by the National Research Council (NRC, 1985) for sheep with an average weight of 20–30 kg (1.3 kg day⁻¹). This result was likely due to the low digestibility of diets, which mainly consisted of forage species that may limit consumption (CHURCH, 1993), and the low protein (7.49%) and high neutral detergent fiber (NDF = 69%) content in tifton hay.

Table 3. Effect of fodder salt composition (faveleira hay:mineral salt ratio) on daily dry matter intake (DMI), tifton hay intake (THI), faveleira fodder salt intake (FFSI), mineral salt intake (MSI), water intake (WI), and dry matter intake:body weight ratio (DM:BW).

Parameter	Faveleira hay:mineral salt ratio (%)					CV (%)	Mean
	99:1	97:3	95:5	93:7	0:100		
DMI (kg day ⁻¹)	0.826 A	0.985 A	0.898 A	0.924 A	0.913 A	15.17	0.909
DM:BW (%)	3.10 A	3.38 A	3.24 A	3.17 A	3.34 A	9.72	3.24
THI (kg day ⁻¹)	0.781 A	0.937 A	0.866 A	0.862 A	0.897 A	15.89	0.869
FFSI (kg day ⁻¹)	0.045 AB	0.048 AB	0.031 AB	0.061 A	0.016 B	51.59	0.040
MSI (g day ⁻¹)	0.456 C	1.463 BC	1.570 BC	4.318 B	16.195 A	46.20	4.80
WI (kg day ⁻¹)	2.622 A	2.396 A	1.988 A	2.202 A	2.363 A	17.39	2.314
	Regression equation						r ²
DMI (kg day ⁻¹)	Y = 0.876						-
DM:BW (%)	Y = 3.222						-
THI (kg day ⁻¹)	Y = 0.834						-
FFSI (kg day ⁻¹)	Y = 0.040						-
MSI (g day ⁻¹)	Y = -0.386 + 0.584 x						0.619
WI (kg day ⁻¹)	Y = 2.635 - 0.083 x						0.176

Means followed by the same letter in a row are not significantly different (Tukey's test, $p > 0.05$).

According to Cruz et al. (2010), feeds with NDF content > 60% can result in lower DM intake and feed consumption due to the physical limitation of the rumen, thus reducing food passage rate in the digestive tract. Nevertheless, we opted to provide a product with such characteristics to simulate grazing in drought conditions.

Baroni (2011) evaluated nutrient digestibility in sheep fed gliricidia (*Gliricidia sepium* (Jack) Walp) fodder salt formulated with different NaCl concentrations and, contrary to this study, found that DM intake was significantly affected by diet supplementation ($P < 0.05$), with the highest average DM intake values (980.0, 881.4, 934.4, and 842.6 g) in diets with 1, 3, 5, and 7% NaCl respectively, whereas the lowest DM intake (710 g) was observed in control animals (100% mineral salt).

Similar results were reported by Gonçalves et al. (2008), who evaluated fodder salts of aerial parts of cassava (*Manihot esculenta*), and leucaena (*Leucaena leucocephala*) in crossbred Santa Inês lambs and found DM intake values of 913.59 and 995.47 g day⁻¹, respectively, whereas control animals (without supplementation) consumed only 432.13 g DM day⁻¹.

Average DM intake was 3.24% of live body weight, which is close to the 3.91% recommended by the NRC (2006) for 20 kg sheep. Because diets consisted of forage only without concentrate supplementation, DM intake as a percentage of live body weight in our study was satisfactory.

Tifton hay intake was not affected by faveleira fodder salt supplementation ($P > 0.05$); average intake in our study was 0.869 kg day⁻¹, which is higher than the 0.773 kg day⁻¹ reported by Baroni (2011), who also found no effect of varying gliricidia levels in diet formulations on tifton intake.

Similar results were reported by Silva et al. (2006) and Cirne et al. (2012), who also found no effect of fodder salts on forage intake. Nevertheless, Cirne et al. (2012) reported a tifton intake value of 0.972 kg day⁻¹, which is higher than the value observed

in the current study. The high intake of tifton grass hay may have been due to the good palatability and acceptability of the species by animals.

Silva et al. (2006) used pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) grass as forage and reported an intake of 0.557 kg day⁻¹, which is lower than the value observed in this study. This difference may be explained by the lower acceptability of pangola grass by animals compared to tifton grass.

There was a significant difference in fodder salt intake ($P < 0.05$) between the treatment with the highest mineral salt content (Treatment 4: 93% faveleira hay + 7% mineral salt) and the Control treatment (Treatment 5: 100% mineral salt), but no difference across the other faveleira fodder salt treatments ($P > 0.05$).

Average fodder salt intake was 40 g day⁻¹, which is lower than the values reported by Cirne et al. (2012) and Silva et al. (2006) for gliricidia fodder salt (98 g day⁻¹ and 65.85 g day⁻¹, respectively).

According to Lopes et al. (2000), consumption of multiple mixtures containing 30% common salt by sheep should be around 50–80 g day⁻¹. In the current study, average fodder salt intake (40 g day⁻¹) was lower than the recommended minimum for multiple mixtures. Even though faveleira has great potential as forage and good forage characteristics (PEREIRA et al., 2012), the low intake of faveleira fodder salt in our study may have been due to the low initial acceptability of the species, which is likely caused by its odor active volatile compounds, and the greater palatability and acceptability of tifton hay in diets.

Mineral salt intake increased from 0.4 to 16.12 g day⁻¹ with increasing mineral salt levels in the fodder salt. In fact, mineral salt intake was significantly affected by mineral salt supplementation ($P < 0.05$; Table 3) and average intake was highest in the Control treatment. This is an expected result considering that diets in that treatment were supplemented with 100% mineral salt. Also, regression analysis showed a positive linear effect

of mineral salt content on mineral salt intake.

Even though mineral salt intake increased with increasing mineral salt levels, no significant difference was observed in average daily gain (ADG) across treatments (Table 4). For example, animals fed with diets with lower or higher faveleira

contents in the fodder salt had similar ADG. This result indicates that faveleira hay, even in small amounts, and tifton hay were able to meet the nutrient requirements of animals for a good average daily gain, supporting the use of both forage species in animal feed and emphasizing the value of faveleira as a good alternative for diet supplementation.

Table 4. Effect of fodder salt composition (faveleira hay:mineral salt ratio) on average daily gain (ADG), initial body weight (IBW), final body weight (FBW), feed conversion (FC), and feed efficiency (FE).

Parameter	Faveleira hay:mineral salt ratio (%)					CV (%)	Mean
	99:1	97:3	95:5	93:7	0:100		
ADG (g)	152 A	157 A	152 A	154 A	170 A	25.27	157
IBW (kg)	23.41 A	25.51 A	24.28 A	25.83 A	23.36 A	13.86	24.48
FBW (kg)	30.26 A	32.61 A	31.11 A	32.76 A	31.03 A	11.6	31.56
FC (kg DM kg ADG ⁻¹)	2.62 A	2.39 A	1.98 A	2.2 A	2.36 A	32.91	6.16
FE (%)	18.86 A	16.32 A	17.16 A	16.66 A	19.21 A	31.37	17.68
	Regression equation						r ²
ADG (g)	Y = 1.54						-
IBW (kg)	Y = 30.92						-
FBW (kg)	Y = 39.96						-
FC (kg DM kg ADG ⁻¹)	Y = 6.313						-
FE (%)	Y = 13.243						-

Means followed by the same letter in a row are not significantly different (Tukey's test, $p > 0.05$).

Baroni (2011) evaluated the effect of mineral salt content on gliricidia fodder salt in sheep and reported an average MS intake of 5.3–18.2 g day⁻¹, which is above the range observed in this study. The mineral salt intake of 1.46 and 1.57 g day⁻¹ by animals in Treatments 2 (97% faveleira hay) and 3 (95% faveleira hay), respectively (Table 3), was close to the 1.98 g day⁻¹ reported by Silva et al. (2006), who evaluated gliricidia fodder salt supplementation in crossbred Santa Inês animals. The average MS intake of 16.2 g day⁻¹ by animals fed MS only was higher than the 10 g day⁻¹ per animal estimated by Araújo Filho et al. (2000). According to Teixeira (2001), minerals are nutritionally essential for ruminants and their gut microorganisms and have a direct effect on growth, fattening, milk production, reproduction, wool

production, and maintenance of vital processes in sheep.

Average water intake was 2.314 kg day⁻¹ and water intake was not affected by faveleira fodder salt supplementation ($P > 0.05$). However, regression analysis showed that fodder salt supplementation had a positive linear effect on water intake in Treatments 1, 2, and 3 and a negative linear effect in Treatments 3, 4, and 5. These results indicate that water intake increases with increasing mineral salt levels up to 5% (5% mineral salt + 95% faveleira hay) then decreases beyond that 5% threshold. The average water intake of 2.3 kg day⁻¹ for an average DM intake of 0.909 kg day⁻¹ (Table 3) is close to the range recommended by Teixeira (2003), which is a minimum 2 L of water per kg

DM consumed for feedlot lambs, whereas the NRC (2007) recommends 0.800 kg day⁻¹. Thus, water intake in our study was significantly higher than NRC recommendations.

The high water intake in our study may be explained by the type of diet fed to animals, which were hay-based diets rich in mineral salt ingredients that are known to increase water consumption. In fact, Souza et al. (2010) evaluated feed intake behavior and water intake in goats and sheep fed cassava hay and silage and found that water intake was higher in animals fed cassava hay than in animals fed cassava silage. Gonçalves et al. (2008) evaluated the use of fodder salts of various xerophyte species in sheep and reported water intake values of 2.21, 3.39, 3.401, 2.942, 2.145, and 2.178 kg day⁻¹ for pangola grass (control) and fodder salts of leucaena, aerial parts of cassava, bravo beans (*Macroptilium bracteatum*), barriguda (*Ceiba zamauma*), and quipé (*Piptadenia moniliformis*), respectively. According to Berchielli et al. (2006), water intake in ruminants is also affected by crude protein intake, which increases water requirements because of the increased caloric demand for protein digestion. Moreover, voluntary water intake in sheep is determined by intake levels of dry matter, crude protein, and mineral salt (NRC, 1985).

Average daily gain, initial body weight, final body weight, feed conversion, and feed efficiency (Table 4) were not affected by mineral salt content in fodder salts ($P > 0.05$). The average daily gain of 157.0 g observed in this study is higher than the 74.64, 85.0, 48.57, 25.71, and 21.42 g for fodder salts of leucaena, aerial parts of cassava, bravo beans, barriguda, and quipé, respectively, reported by Gonçalves et al. (2008). Silva et al. (2006) evaluated fodder salts of the same dicot species and also reported lower ADG values (109.52 and 85.19 g day⁻¹) than the ones found in this study. Similarly, Sousa (2014), Costa et al. (2012), and Manera et al. (2014) also reported lower ADG values than the value reported in the current study.

Even though animals in our study were fed forage only without concentrate supplementation, ADG values were higher than those in various studies using concentrate supplementation, suggesting that sheep diets formulated with faveleira fodder salt and tifton hay provide high weight gains, favoring the use of faveleira as a good alternative in sheep feeding.

Initial body weight (IBW: 24.5 ± 3.3 kg) and final body weight (FBW: 31.6 ± 1.08 kg) were not significantly different across treatments ($P > 0.05$). According to Silva and Nóbrega (2008), depending on development phase, physiological condition, and level of production, animals have different nutritional requirements that must be met so that they can fully express their productive and reproductive potential. Thus, faveleira fodder salt supplementation likely provided adequate nutrient levels for satisfactory growth performance of lambs in this study, resulting in satisfactory weight gain and final body weight. The optimal slaughter weight for Santa Inês lambs is 15–35 kg according to Santos et al. (2001). Thus, FBW in our study are within the slaughter weight range for Santa Inês lambs.

Feed conversion (FC) and feed efficiency (FE) were not significantly different across treatments ($P > 0.05$). FC and FE are two important parameters used in the evaluation of diets. According to Packer and Haddad (1995) and Silveira and Domingues (1995), FC and FE depend on factors such as type of feed, environmental conditions, body weight during the study period, composition of gain, and animal health. Because age and rearing conditions were similar for all animals in this study, FC and FE values were affected by type of feed only and are a reflection of the energy levels in diets.

Average FC in this study (6.16) was better than the 14.25 reported by Gonçalves et al. (2008) for crossbred Santa Inês lambs fed pangola grass and fodder salts of different dicot species. Cunha et al. (2008) evaluated the performance of Santa Inês lambs fed whole cottonseed and reported FC

values of 6.01, 6.71, 7.62, and 6.9 for diets with 0, 20, 30, and 40% whole cottonseed, which are close to the value recorded in this study. Average FE in our study (17.68%) was similar to the values estimated in studies that evaluated more complex diets containing concentrate supplements in addition to forage (ITAVO et al., 2006; MEDEIROS et al., 2007) and higher than the values estimated in studies that used fodder salt supplementation in sheep diets (SILVA et al., 2006; GONÇALVES et al., 2008; CIRNE et al., 2012).

In our study, the lack of effect of fodder salt composition on FC and FE indicates that the inclusion of different faveleira hay levels in fodder salt formulations and the use of faveleira as a supplement did not affect the ability of lambs to convert ingested food into product, i.e., meat per kg DM consumed, supporting the use of faveleira as an effective supplementary feed alternative in sheep diets.

Conclusions

This study showed that the inclusion of up to 99% faveleira hay in fodder salt formulations did not affect voluntary forage intake, water intake, or dry matter intake. Importantly, faveleira hay, even in small amounts, and tifton hay used in fodder salt formulations were able to meet the nutrient requirements of animals for a good average daily gain. Lambs supplemented with faveleira fodder salt had average daily gains within the optimal range for slaughter and high feed conversion and feed efficiency values. Therefore, faveleira was shown an effective supplementary feed alternative in sheep.

References

ARAÚJO FILHO, J. A. *Manejo pastoril sustentável da caatinga*. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200 p.

ARAÚJO FILHO, J. A.; ALVES, J. U.; BRAGA JUNIOR, W. G. *Trabalhador na ovinocultura*. Brasília: SEBRAE/SUDENE/SENAR, 2000. 88 p.

ARRIEL, E. F.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D.; BAKKE, O. A.; ARIEL, N. H. C. Divergência genética entre progênies de *Cnidocoleus phyllacanthus* submetidas a três regimes hídricos. *Científica*, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 229-237, 2006.

BARONI, M. R. *Consumo, digestibilidade de nutrientes e comportamento ingestivo em ovinos alimentados com sal forrageiro de gliricídia (*gliricídia sepium* (jacq.) Walp)*. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Animal) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia.

BEN SALEM, H. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 39, p. 337-347, 2010. Suplemento Especial.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Fapem, 2006. 383 p.

CAVALCANTE, M. A. B.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C. Níveis de proteínas bruta em dietas para bovinos de corte: consumo e digestibilidades total e parcial dos nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2200-2208, 2005.

CHURCH, C. D. (Ed.). *El ruminante: fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza: Acribia, 1993. 645 p.

CIRNE, L. G. A.; BARONI, M. R.; OLIVEIRA, G. J. C.; JAEGER, S. M. P. L.; BAGALDO, A. R.; LEITE, M. C. P. Características produtivas de cordeiros em confinamento suplementados com sal forrageiro de *Gliricídia sepium* (Jacq.) Walp. *Magistra*, Cruz das Almas, v. 24, n. 1, p. 1-6, 2012.

COSTA, D. S.; COSTA, M. D.; SILVA, F. V.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CARVALHO, Z. G.; TOLENTINO, D. C.; LEITE, J. R. A. Desempenho ponderal de cordeiros Santa Inês e F1 Dorper x Santa Inês em pastagens naturais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 13, n. 1, p. 237-243, jan./mar. 2012.

CRUZ, B. C. C.; SANTOS-CRUZ, C. L.; PIRES, A. J. V.; ROCHA, J. B.; SANTOS, S.; BASTOS, M. P. V. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 5, n. 3, p. 434-440, 2010.

- CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; VERAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1103-1111, 2008.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. 2010. Disponível em: <[http://facstat.fao.org/site/573/default.aspx?anchor="](http://facstat.fao.org/site/573/default.aspx?anchor=)>. Acesso em: 15 dez. 2014.
- GOMES, L. C. F.; SANTOS, C. A. C.; ALMEIDA, H. A. Balanço de energia à superfície para a cidade de Patos-pb usando técnicas de sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 6, n. 1, p. 15-28, 2013.
- GONÇALVES, G. S.; OLIVEIRA, G. J. C.; JAEGER, S. M. P. L.; OLIVEIRA, R. L.; CAMPOS, J. O.; REZENDE, L. S. Desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo sal forrageiro de espécies vegetais xerófitas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 37, n. 12, p. 2185-2190, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro: IBGE, v. 38, 2010. p. 1-65.
- ITAVO, C. C. B. F.; MORAIS, M. G.; ITAVO, L. C. V.; SOUZA, A. R. D. L.; OSHIRO, M. M.; BIBERG, F. A.; COSTA, C.; JOBIM, C. C.; LEMPP, B. Efeitos de diferentes fontes de concentrado sobre o consumo e a produção de cordeiros na fase de terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 139-146, 2006.
- KÖPPEN, W. *Climatologia: com um estudio de los climas de la tierra*. [S.l.]: Fundo de Cultura Económica, 1948. 466 p.
- LOPES, H. O. S.; TOMICH, T. R.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. *Recomendações técnicas para a utilização da uréia pecuária na alimentação animal*. Brasília: Embrapa Cerrados, 2000. 35 p.
- MALÁ, G. M. *Catinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413 p.
- MANERA, D. B.; VOLTOLINI, T. V.; YAMAMOTO, S. M.; ARAÚJO, G. G. L.; SOUZA, R. A. Desempenho produtivo de ovinos em pastejo suplementados com concentrados contendo coprodutos do processamento de frutas. *Seminários: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 2, p. 1013-1022, 2014.
- MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V.; ALVES, K. S.; MAIOR JÚNIOR, R. J. S.; ALMEIDA, S. C. Efeito dos níveis de concentrado sobre o desempenho de ovinos: Morada Nova em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 1162-1171, 2007. Suplemento.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants. Washington: National Academic Press, 2006. 362 p.
- _____. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D. C.: National Academy Press, 2007. 362 p.
- _____. Nutrient requirements of sheep. 3rd ed. Washington, D. C.: National Academy of Science, 1985. 49 p.
- PACKER, I. U.; HADDAD, C. M. Interrelações entre genética e nutrição de bovinos. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). *Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p. 515-526.
- PEREIRA, V. L. A.; ALVES, F. A. L.; SILVA, V. M.; OLIVEIRA, J. C. Valor nutritivo e consumo voluntário do feno de faveleira fornecido a ovinos no semárido pernambucano. *Revista Catinga*, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 96-101, 2012.
- SANTOS, C. L.; PÉREZ, J. R. O.; MUNIZ, J. A.; GERASEEV, L. C.; SIQUEIRA, E. R. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 487-492, 2001.
- SANTOS, J. C. O.; NUNES, L. D.; DANTAS, J. P.; NOBREGA, S. B. P.; PRASAD, S. Análise Química e bromatológica da forragem da faveleira (*Cuidoscolus quercifolius*). *Periodico Total Química*, Porto Alegre, v. 3, n. 5, p. 31-42, 2006.
- SILVA, A. M. de A.; NOBREGA, G. H. da. Exigências nutricionais de ruminantes em pastejo. In: SIMPOSIO EM SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS NO SEMI-ÁRIDO, 1., 2008, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2008. p. 1-18.
- SILVA, A. M.; OLIVEIRA, G. J. C.; JAEGER, S. M. P.; ALMEIDA, A. M. M.; STRADA, E. S. O.; Consumo de sal forrageiro por ovinos deslançados em confinamento. *Magistra*, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 1-6, 2006.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. *Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235 p.

- SILVEIRA, A. C.; DOMINGUES, C. A. C. Alimentação e conversão de bovinos puros e cruzados. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). *Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p. 291-320.
- SOUSA, V. S. *Desempenho, características de carcaça e parâmetros sanguíneos em ovinos Santa Inês suplementados com *Crambe abyssinica**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília.
- SOUZA, E. J. O.; GUIM, A.; BATISTA, A. M. V.; ALBUQUERQUE, D. B.; MONTEIRO, C. C. F.; ZUMBA, E. R. F.; TORRES, T. R. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de Maniçoba. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 11, n. 4, p. 1056-1067, 2010.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS. *Statistical analysis system. SAS user's guide: statistics. Versão 9.1*. Cary: SAS, 2003.
- TEIXEIRA, J. C. *Alimentos e alimentação dos animais*. Lavras: UFLA, 2003. 241 p.
- _____. *Nutrição de ruminantes*. Lavras: UFLA, 2001. 183 p.
- TOSI, H. Suplementação mineral em pastagem. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1999, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. 159 p.