



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ADAPTABILIDADE E CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE CAPRINOS
ANGLO NUBIANO EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Tiago Gonçalves Pereira Araujo

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA
OUTUBRO DE 2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ADAPTABILIDADE E CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE CAPRINOS
ANGLO NUBIANO EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Tiago Gonçalves Pereira Araujo

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA
OUTUBRO DE 2013**

TIAGO GONÇALVES PEREIRA ARAUJO

**ADAPTABILIDADE E CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE CAPRINOS
ANGLO NUBIANO EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração:
Construções Rurais e Ambiência

Orientador

Dermeval Araujo Furtado – (UAEA/UFCG)

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA
OUTUBRO DE 2013**

A659p Araújo, Tiago Gonçalves Pereira.
Adaptabilidade e características nutricionais de caprinos anglo nubiano em diferentes temperaturas. / Tiago Gonçalves Pereira Araújo. – Campina Grande - PB: [s.n], 2013.
87 f; tab.

Orientador: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado.

Tese - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

1. Câmara bioclimática. 2. Desempenho. 3. ITGU.
I. Título.

UFCG/BS

CDU: 631(043.2)

COMITÊ DE JULGAMENTO

Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado

Orientador

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEA

Prof. Dr. José Pinheiro Lopes Neto

Membro Interno

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEA

Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros

Membro Externo

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Centro de Ciências Agrárias - CCA
Departamento de Zootecnia- DZ

Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza

Membro externo

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária - UAMV

Prof. Dr. José Moraes Pereira Filho

Membro Externo

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária - UAMV

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

OUTUBRO DE 2013

OFEREÇO

A minha amada esposa, companheira e amiga **Ana Cristina Chacon Lisboa Araujo**, por sonhar em construir uma vida junto comigo, e por ter me dado o maior presente da minha vida, nosso filho **Gabriel**.

DEDICO

Aos meus pais, **Egberto Araújo e Maria da Conceição Gonçalves Pereira Araújo**, que me deixaram um legado de decência, caráter e amizades, e a quem tento orgulhar a cada dia.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Grande Arquiteto do Universo, por me dar força, oportunidades e coragem para enfrentar e vencer todos os obstáculos existentes durante esse percurso.

A minha Família, por estar sempre ao meu lado.

Ao meu irmão Tomás Victor, minha cunhada Julia Kissy e minha pequena Helena por todo amor e carinho.

Ao meu sogro Pedro Martinho Lisboa e minha sogra Maria do Carmo Chacon Lisboa, por todo carinho a mim dedicado.

Ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, pelas oportunidades oferecidas.

Ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola pelas oportunidades, amizades e conhecimentos adquiridos.

Ao Professor Dermeval Araujo Furtado, por acreditar em meu potencial e me apoiar sempre, mais do que como um orientador, mas, como um grande amigo.

Ao professor José Wallace Barbosa do Nascimento, por também acreditar em mim e por me fazer acreditar naquilo que eu não podia ver.

Ao professor Ariosvaldo Nunes de Medeiros por suas orientações pela confiança, pelos cuidados de um pai e por ser uma grande referência de profissional e ser humano a minha eterna gratidão e admiração.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, que ajudaram na minha formação: professor Dermeval, Wallace, Neto, José Dantas, Ronaldo, Mozaniel, Marluce, Josivanda, Vera e Soahd.

Aos professores da banca examinadora pelas valiosas sugestões e contribuições a este trabalho.

Ao CNPq e a CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

À Alenice Ramos, Charllys, Antonio Costa e Duelo, do Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal, pela ajuda necessária às análises laboratoriais.

Ao colega de pós-graduação e amigo Sebastião Júnior por ter compartilhado de tantos dias de trabalho e de amizade, agradeço de coração.

À equipe de trabalho Sebastião Júnior, Karol, Franklin, Adjamy, Gabriel, Mikael, Geraldo, Tainara, Rafael, Márcia, Cristina, Daniele Lopes, Iralécio, Danilo, Thiago Siqueira e

Felipe Furtado pelas ajudas e atenção dispensadas que foram importantes na execução de alguma e até de todas as etapas do trabalho, pela colaboração, experiência compartilhada, pelas noites em claro na avaliação do comportamento ingestivo, pela amizade, que serviu dentre outras coisas para o crescimento pessoal e profissional de todos.

Aos secretários dona Aparecida (Cida) e o senhor Gilson pelo pronto atendimento e pela amizade.

A dona Marlene por seus maravilhosos cafezinhos e palavras de Fé.

Aos meus amigos de ontem, hoje e sempre Adnan, Ramon, Tércio, Lunara, Isa, Vinicius Araujo, Vicentinho, Vinicius, Vitor, Bebel, Thales, Pablo, Paulo Augusto e Patrick meu muito obrigado por vocês existirem em minha vida.

Aos meus compadres Tobyas e Carol, Valdi e Aline pelo carinho e amizade.

Aos colegas que se transformaram em grandes amigos Daniele Lopes, Evaldo, Coriolano, Elias Freire, José Roberto e Rafael Silva o meu muito obrigado.

Aos demais colegas e amigos da pós-graduação: Valneide, Gisele, Pedro Henrique, Silvana, Riuzuani, Joelma, Denise, Arsênio, Aaron, Abdon, Luciano Saboya, Epitácio (*In Memoriam*), Alan, Kaline, Rodolfo, Fabrícia, Serjão, Nerandi, Felipe e Dela.

A todos que, traídos pela memória, foram esquecidos e que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho: minha eterna gratidão.

LISTA DE TABELAS

| | Capítulo II | Página |
|------------------|---|---------------|
| Tabela 1. | Participação dos ingredientes e composição química da dieta experimental com base na matéria seca..... | 35 |
| Tabela 2. | Médias das variáveis climáticas, temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR) e o índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) nas diferentes temperaturas..... | 37 |
| Tabela 3. | Médias dos parâmetros fisiológicos, temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS), frequência respiratória (FR) e da frequência cardíaca (FC) dos caprinos nas diferentes temperaturas..... | 39 |
| Tabela 4. | Médias dos gradientes térmicos (TR-TS) e (TS-TA) dos caprinos nas diferentes temperaturas..... | 42 |
| Tabela 5. | Valores dos testes de Benezra em caprinos Anglo Nubiano em câmara bioclimática em diferentes temperaturas..... | 44 |
| | Capítulo III | |
| Tabela 1. | Participação dos ingredientes e composição química da dieta experimental com base na matéria seca..... | 58 |
| Tabela 2. | Médias consumo de ração em temperatura ambiente (CRTA), consumo de ração sob temperatura controlada (CRSTC), consumo de ração total do dia (CRdia), consumo de água em temperatura ambiente(CATA), consumo de água sob temperatura controlada (CAE) e consumo de água total do dia (CAdia)..... | 60 |
| Tabela 3. | Médias dos tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio de caprinos da raça Anglo Nubiano em diferentes temperaturas..... | 64 |
| Tabela 4. | Consumo de matéria seca (CMS), consumo de extrato etéreo (CEE), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), coeficiente de digestibilidade aparente da MS(CDAMS), coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo (CDAEE), coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) e o coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (CDAFDN) de caprinos da raça Anglo Nubiano..... | 67 |
| Tabela 5. | Médias das variáveis fisiológicas, fezes, produção fecal (kg), urina, produção de urina (kg), procura por água expressa em número de vezes por dia e consumo de água (kg) de caprino da raça Anglo Nubiana sob diferentes temperaturas em câmara bioclimática..... | 69 |

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| Lista de tabelas..... | ix |
| Resumo..... | xi |
| Abstract..... | xii |
| Introdução..... | 1 |
| Capítulo I - Referencial Teórico..... | 3 |
| Características de adaptação dos caprinos da raça Anglo Nubiana ao semiárido..... | 4 |
| Temperatura do ar..... | 4 |
| Umidade relativa do ar..... | 6 |
| Índice de Temperatura Globo Negro e Umidade (ITGU)..... | 7 |
| Parâmetros fisiológicos..... | 8 |
| Gradiente térmico..... | 11 |
| Testes de adaptabilidade..... | 12 |
| Comportamento Ingestivo..... | 13 |
| Consumo de alimentos | 14 |
| Consumo de água..... | 17 |
| Referências Bibliográficas..... | 18 |
| Capítulo II - Respostas fisiológicas, gradiente térmico e adaptabilidade de caprinos em ambiente controlado..... | 27 |
| Resumo..... | 28 |
| Abstract..... | 29 |
| Introdução..... | 30 |
| Material e Métodos..... | 32 |
| Resultados e Discussão..... | 37 |
| Conclusões..... | 46 |
| Literatura Citada..... | 47 |
| Capítulo III - Comportamento ingestivo e nutricional de caprinos Anglo Nubiano mantidos em ambiente termoneutro e sob estresse térmico..... | 52 |
| Resumo..... | 53 |
| Abstract..... | 54 |
| Introdução..... | 55 |
| Material e Métodos..... | 57 |
| Resultados e Discussão..... | 60 |
| Conclusões..... | 70 |
| Literatura Citada..... | 71 |

ADAPTABILIDADE E CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE CAPRINOS ANGLO NUBIANO EM DIFERENTES TEMPERATURAS

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi de determinar a adaptabilidade e características nutricionais de caprinos Anglo Nubiano em diferentes temperaturas. O trabalho foi desenvolvido, em uma câmara bioclimática, utilizando-se seis caprinos machos e castrados, que foram submetidos a quatro condições climáticas, 20°C - temperatura de limite inferior da Zona de Conforto Térmico (ZCT); 24°C - dentro da ZCT; 28°C - dentro da ZCT e 32°C - acima da ZCT, com umidade relativa (UR) fixa em 60%. Foram coletados os dados referentes à temperatura do ar (TA), UR, temperatura do ponto de orvalho (TPO) e a temperatura de globo negro (TGN) para a determinação do ITGU, além de parâmetros fisiológicos como a frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e temperatura superficial (TS) para determinação de teste de tolerância ao calor como o de Ibéria ou Rhoad e testes adaptabilidade como o de Benezra (CA₁ e CA₂), a determinação dos gradientes térmicos foi feito através da diferença entre as temperaturas retal e superficial (TR-TS) e entre as temperaturas superficial e ambiente (TS-TA) como parâmetro de adaptabilidade. Para a avaliação do comportamento ingestivo foi utilizado a técnica da varredura instantânea a cada cinco minutos. Para o consumo de nutrientes e digestibilidade os animais foram mantidos em gaiolas para ensaio de metabolismo durante todo o período experimental fazendo a coleta total de fezes, ração e sobras de ração. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (temperatura), seis repetições (animais). Os dados foram avaliados por meio de análise de variância e, quando significativos, foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, para a determinação do consumo de nutrientes foi feito análise de regressão. Os resultados de ITGU indicaram que as temperaturas 20 e 24°C conferiram condições climáticas adequadas a raça. Houve diferença estatística com a elevação da temperatura para a TS, FC e FR, sendo que a TR manteve-se constante e dentro da normalidade. Para os parâmetros fisiológicos e gradientes de temperatura, houve efeito de temperatura ($P < 0,05$) com o aumento da temperatura no interior da câmara, assim como os registros para o teste de Ibéria e CA₁ e CA₂, havendo alteração com aumento da temperatura no interior da câmara. No comportamento ingestivo houve uma maior procura por água com o aumento da temperatura e houve uma diminuição na ingestão de alimentos, porém não houve diferenças para o consumo de nutrientes (CEE, CPB e CFDN). Assim podemos afirmar que caprinos da raça Anglo Nubiano demonstraram-se altamente adaptados as condições estudadas.

Palavras-Chave: câmara bioclimática, desempenho, ITGU,

NUTRITIONAL CHARACTERISTICS and ADAPTABILITY OF GOATS ANGLO NUBIAN IN DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the adaptability and nutritional characteristics of Anglo Nubian goats at different temperatures. The work was developed in a climate chamber using six males and castrated, who underwent four climatic conditions, 20°C - temperature lower limit of Thermal Comfort Zone (TCZ); 24°C - within the TCZ; 28°C - within the TCZ and 32°C - above the TCZ, with fixed relative humidity (RH) of 60%. Data relating to air (AT), RH, dew point (DP) temperature and black globe temperature (BGT) for determining the temperature BGT were collected, and physiological parameters such as respiratory rate (RR), heart rate (HR), rectal temperature (RT) and surface temperature (ST) for the determination of heat tolerance as Iberia or Rhoad and adaptability of tests like Benezra (AC₁ and AC₂), test the determination of thermal gradients was done by the difference between rectal and surface temperatures (RT-ST) and between the surface and ambient temperatures (ST-AT) as adaptability parameter. For the evaluation of the technique of feeding behavior instantaneous scan every five minutes was used. For nutrient intake and digestibility animals were kept in cages for determination of metabolism during the entire experimental period making the total collection of feces, feed and feed leftovers. The experimental design was completely randomized with four treatments (temperature), six replicates (animals). Data were evaluated by analysis of variance, and when significant, were compared by Tukey test at 5% probability for determining the nutrient intake regression analysis was done. The results indicated that the BGHI temperatures 20, 24 °C gave adequate weather race. Statistical difference was observed with increasing temperature for the ST, HR and RR, and the RT remained constant and within normal limits. For the physiological parameters and temperature gradients, temperature effect was observed (P<0.05) with increasing temperature within the chamber, as well as the records for the Iberia and AC₁ and AC₂ test, with change with increasing temperature inside the chamber. Chewing behavior there was a greater demand for water with increasing temperature and there was a decrease in food intake, but there were no differences for the consumption of nutrients (EEC, CP and NDF). Thus we can say that Anglo Nubian goat breed is demonstrated highly-adapted conditions studied.

Keywords: climate chamber, performance, BGHI

INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos a caprinocultura vem assumindo importante papel no agronegócio brasileiro, deixando de ser uma atividade de subsistência e passando a ter maior destaque como atividade de importância econômica, principalmente para a região semiárida do nordeste brasileiro.

A associação entre fatores ambientais, de manejo e genético tem feito com que a produção da maior parte do rebanho nordestino aumente, para tal a interação entre animal e ambiente deve ser levada em consideração quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois o conhecimento das variáveis climáticas e sua ação sobre as respostas fisiológicas, adaptativas e produtivas dos animais são preponderantes para adequação dos sistemas de produção.

Termicamente todos os animais possuem necessidades básicas de conforto térmico, desta forma, deve-se entender, através de estudos sistematizados, que necessidades são essas, bem como quantificá-las, a fim de criar parâmetros de produção bem delineados quando se trata de exploração animal em regiões semiáridas. Estas regiões são caracterizadas pela alta incidência de radiação solar e elevadas temperaturas impondo, praticamente durante todos os meses do ano, situações de desconforto térmico aos caprinos, fazendo com que esses animais estimulem constantemente a ação de seus mecanismos fisiológicos de termorregulação que, embora permitam se manter em homeotermia, podem trazer reflexos negativos à saúde quando acionados de maneira constante.

A capacidade dos animais em adaptar-se a um determinado ambiente depende de um conjunto de ajustes no organismo que em condições ambientais estressantes podem causar alterações nos parâmetros fisiológicos.

Os caprinos, como qualquer espécie animal de interesse zootécnico, quando expostos às variações climáticas fora da faixa de conforto térmico, tendem a apresentar perda de peso, crescimento retardado, problemas respiratórios, hormonais, conseqüentemente efeitos deletérios no que se refere à produção, seja de carne ou leite.

Sendo assim, e para que a caprinocultura realmente se torne uma atividade geradora de excedentes ao produtor, faz-se necessário o investimento em pesquisas no âmbito da ambiência animal, a campo e em ambientes controlados do ponto de vista da temperatura, umidade relativa do ar, testes de adaptabilidade e comportamento, a fim de lhes fornecer,

condições satisfatórias para que possam demonstrar todo o seu potencial genético e produtivo úteis a indústria.

Desta maneira, a definição dos parâmetros fisiológicos, adaptabilidade e comportamento ingestivo para caprinos, em especial os da raça Anglo Nubiano, se mostra de maneira iminente, tais estudos trarão uma nova visão das reais necessidades climáticas e produtivas para esses animais, aprimorando e desenvolvendo ainda mais a caprinocultura no semiárido nordestino.

Desta forma, a interação animal e o ambiente devem ser considerados quando se busca maior eficiência na exploração pecuária pois as diferentes respostas fisiológicas às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade produtiva.

Logo, a identificação correta dos fatores que influenciam a vida produtiva do animal, como o efeito do ambiente sobre respostas fisiológicas, adaptativas e comportamento ingestivo, permitirá ajustes nas práticas de manejo, dos sistemas de produção e alimentação, possibilitando sustentabilidade e viabilidade econômica da atividade.

OBJETIVO GERAL

Determinar a adaptabilidade e características nutricionais de caprinos Anglo Nubiano em diferentes temperaturas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar e avaliar as respostas fisiológicas em diferentes temperaturas;
- Determinar e avaliar o gradiente térmico e a adaptabilidade dos caprinos nas diferentes temperaturas;
- Determinar e avaliar as características nutricionais dos caprinos da raça Anglo Nubiano nas diferentes temperaturas;
- Determinar e avaliar o comportamento ingestivo dos caprinos da raça Anglo Nubiano em diferentes temperaturas.

Referencial Teórico

Capítulo I

Características de adaptação dos caprinos da raça Anglo Nubiana ao semiárido

A produção animal no semiárido é diretamente afetada por altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar e, há o agravante de que as raças selecionadas para maior produção, no geral, são provenientes de países de clima temperado, o que não permite a estas expressar o máximo da sua capacidade produtiva. Desta forma, torna-se imprescindível o conhecimento das raças exploradas no Brasil (Nääs, 2004).

Entre as raças adaptadas a essas condições de semiárido pode-se destacar a Anglo Nubiana, muito apreciada pelos produtores a mais de 50 anos, por ser um animal de dupla aptidão (carne e leite), possuindo pele escura apresentando maior quantidade de melanócitos protegendo contra a radiação solar, pêlos curtos e densos favorecendo a convecção e a evaporação cutânea e pelagem das mais variadas, possuindo ainda membros firmes e grandes, medindo em torno de 70 a 80 cm, cascos fortes e pigmentados e pesando em torno de 50 a 70 kg (Rocha, 2009).

De acordo com Baeta & Souza (2010) o conceito de adaptação a um determinado ambiente está relacionado com mudanças estruturais, funcionais ou comportamentais observadas no animal, objetivando a sobrevivência, reprodução e produção em condições extremas e classificam da seguinte forma: **adaptação biológica:** refere-se às características morfológicas, anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e de comportamento do animal, que permitem o bem-estar e a sobrevivência em um ambiente específico; **adaptação genética:** refere-se às características hereditárias do animal, que favorecem a sua sobrevivência em um ambiente específico e podem promover mudanças por muitas gerações (seleção natural) ou favorecer a aquisição de características genéticas específicas (seleção artificial); **adaptação fisiológica:** é o processo de ajustamento do próprio animal a outro ambiente; **aclimatização:** refere-se a mudanças adaptativas (normalmente produzidas em câmaras climáticas) em resposta a uma única variável climática.

Temperatura do ar (TA)

A temperatura do ar é o elemento climático que mais impõe desconforto térmico aos animais (Baeta & Souza, 2010). Em elevados níveis de TA, a evaporação torna-se a principal via para a dissipação de energia térmica dos animais, a qual ocorre na superfície da epiderme,

pela sudação e no trato respiratório (Veríssimo et al., 2011). Por outro lado, sob essas condições, a condução, a convecção e a radiação podem eventualmente tornar-se mecanismos de ganho de energia térmica, pois dependem diretamente da TA (Santos et al., 2006).

Em ambientes quentes, onde a temperatura ambiente tende a ser próxima ou maior do que a temperatura corporal, os mecanismos sensíveis de perda de calor: condução, convecção e radiação tornam-se ineficazes, entrando em ação os mecanismos de evaporação, respiração e sudorese, para que ocorra a regulação térmica (Souza et al., 2008).

Em regiões como o semiárido, as temperaturas ambientes quase sempre se apresentam acima da zona de termoneutralidade para caprinos, que de acordo com Baêta e Souza (2010), situa-se entre 20 e 30°C, sendo a temperatura crítica superior de 35°C. Pereira et al. (2011), avaliando o comportamento fisiológico de caprinos da raça Saanen no semiárido paraibano, observaram médias de temperaturas ambientes de 31°C no turno mais frio do dia, que é o da manhã.

Várias pesquisas realizadas no semiárido (Bezerra et al., 2011; Roberto et al., 2010; Souza et al., 2010; Souza et al., 2011b) têm demonstrado que em relação ao turno manhã ou tarde, a temperatura ambiente no turno da tarde impõe aos animais ali criados, uma situação de estresse, já que nesse turno, as temperaturas elevadas diminuem o gradiente térmico entre a superfície do animal e o ambiente, dificultando a dissipação de calor dos animais para o meio.

Estudando o impacto das mudanças climáticas sobre a produção leiteira nos estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, Silva et al., (2010b) citam que caso as projeções de mudanças climáticas sejam confirmadas até o final deste século, devido ao aumento das temperaturas ambientes e suas consequências, o estresse térmico nos estados estudados será intensificado, havendo impactos negativos na atividade leiteira, principalmente no que diz respeito aos animais mais especializados.

O estresse térmico ocasionado por altas temperaturas ambientes pode influenciar direta e indiretamente a homeostase animal, causando impactos negativos em vários aspectos como comportamento, metabolismo, produção, reprodução e crescimento animal, Brasil et al. (2000).

O aumento da temperatura ambiente e, conseqüentemente, do estresse calórico acarreta aumento da secreção do hormônio cortisol (Starling et al., 2005), provocando uma série de efeitos no metabolismo do animal que alteram o seu comportamento e bem-estar (Silanikove, 2000).

O estresse térmico pode provocar prejuízos em relação à ingestão e digestão de alimentos (Nóbrega et al., 2011) e alteração da taxa metabólica dos animais, afetando negativamente o desempenho (Marai et al., 2007).

Umidade relativa do ar (UR)

Sabendo-se que a umidade relativa do ar associada com altas temperaturas, está ligada diretamente com o estresse calórico, pode-se afirmar que a umidade pode também influenciar o comportamento de ingestão de água por parte dos animais, como mostra Silva et al., (2011b), ao verificar uma maior procura de água por parte dos animais no mês de junho, afirmando que esta significância pode estar associada com a maior relação entre a temperatura e a umidade neste mês.

Estudando o comportamento da termólise evaporativa cutânea e da temperatura corporal de caprinos, ovinos e bovinos durante os períodos, seco e chuvoso, e correlacionando algumas variáveis meteorológicas registradas no semiárido, Sousa Júnior et al., (2008) observaram, em ambiente onde os valores de ITGU e UR foram superiores aos limites da zona de conforto térmico para as espécies estudadas, uma correlação positiva da UR com a TR e FR, e negativa com a TS, indicando que em situações de maior umidade do ar os animais tiveram maior necessidade de aumentar a dissipação de calor pelas vias respiratórias, porém a sudorese foi reduzida.

Em ambiente de temperatura muito elevada, tanto o excesso como a carência de umidade serão prejudiciais. Se o ambiente é quente e muito seco a evaporação é rápida, podendo causar irritação cutânea e desidratação geral; no caso do ambiente ser quente e demasiadamente úmido, a evaporação torna-se muito lenta ou nula, reduzindo a termólise e aumentando a carga de calor do animal, principalmente porque, em condições de alta temperatura, a termólise por convecção é prejudicada (Starling et al., 2002).

De acordo com Baêta & Souza (2010), a umidade relativa ideal para criação de animais domésticos situa-se entre 50 e 70%. No caso de animais criados em confinamento a umidade relativa do ambiente pode aumentar consideravelmente, pois os animais que estão aglomerados produzem vapor d'água e a taxa de passagem do ar pode não ser suficiente para eliminar o excesso do vapor d'água.

Ao trabalhar com caprinos Saanen, mestiços $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer, e cabras alpinas, objetivando obter maiores informações sobre a evaporação cutânea e sua associação às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical, Ligeiro et al. (2006) observaram uma média de UR de 69,63% e uma média de temperatura ambiente de 28,30°C, afirmando que houve uma correlação negativa altamente significativa entre a umidade e a temperatura do ar, de modo que a queda da umidade do ar foi associada à elevação da temperatura do ar e, nessas condições, a capacidade do ar em aceitar vapor aumenta, conseqüentemente, há maior probabilidade de moléculas de água da superfície do animal escaparem em forma de vapor.

Índice de Temperatura Globo Negro e Umidade (ITGU)

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), proposto por Buffington et al (1981), que é um dos parâmetros ambientais mais utilizados para determinação do conforto ambiental, de acordo com Baêta & Souza (2010), o valor do ITGU de 70 ou menos mostra uma condição normal; valores entre 71 e 78 indicam uma condição crítica; entre 79 e 83 existe um perigo e acima de 83 uma condição de emergência está presente.

Analisando os efeitos das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços (F1) das raças Saanen e Boer. Silva et al. (2011) encontraram valores de ITGU na sombra de 79,44 e 81,55 para os turnos manhã e tarde respectivamente, e afirmaram que as médias encontradas não devem ser consideradas como situação perigosa, já que os parâmetros fisiológicos encontrados estão dentro do padrão normal para a espécie caprina.

Objetivando determinar o efeito do ambiente térmico e de níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó confinados. Gomes et al. (2008) observaram às 9 e 15 horas valores de ITGU de 79,3 e 85,9 respectivamente, e afirmaram que de todos os horários estudados (7, 9, 11, 13, 15 e 17 horas), os maiores valores foram obtidos entre os horários das 13 e 15 h.

Veríssimo et al. (2011), utilizando ovinos Santa Inês apresentaram valores semelhantes entre turnos (manhã e tarde) com TR de 38,5 e 38,9°C e FR de 31,8 e 57 mov min⁻¹ para ITGU's de 85,1 e 757,5 respectivamente, já Silva et al. (2004) estudando a espécie caprina no semiárido na época fria e seca, encontraram ITGU no turno da manhã de 77 e no turno da tarde de 81,5. Na época quente e seca relataram um ITGU de 79,5 no turno da manhã

e de 84,9 à tarde, enquanto que Ribeiro (2006), que trabalhando no cariri paraibano, encontrou ITGU de 79,06 (média do experimento) demonstrando uma situação perigosa.

Souza (2008), em revisão sobre caprinos fazendo um paralelo entre índices dessa espécie e de ovinos, verificou um aumento de 11,45% na FR e de 0,69°C na TR para cada unidade elevada de ITGU.

Parâmetros fisiológicos

A temperatura corporal dos animais homeotérmicos é mantida dentro de limites estreitos por uma série de mecanismos de regulação térmica que incluem as respostas fisiológicas comportamentais. Entre o animal e o meio existe uma constante transferência de calor dividida em calor sensível e calor insensível. A perda de calor sensível envolve trocas diretas de calor com o ambiente por condução, convecção ou radiação e dependem da existência de um gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente (Habeeb et al., 1992).

A perda de calor insensível consiste na evaporação da água na superfície da pele, pela sudorese ou através do trato respiratório, usando o calor para mudar a entalpia da água, em evaporação sem modificar a sua temperatura (Ingram e Mount, 1975).

Segundo Nääs (2004), a capacidade dos animais resistirem aos rigores do clima pode ser avaliada por alterações na temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), sendo a temperatura ambiente a principal responsável por alterações nessas variáveis fisiológicas.

Em regiões de elevadas temperaturas o estresse desencadeado pela combinação de fatores climáticos, faz com que os animais na tentativa de manter a homeotermia aumentem a dissipação de calor pela termólise evaporativa, através da sudorese e da respiração (Silva, 2000).

A temperatura retal (TR) é um parâmetro bastante utilizado para se determinar o grau de adaptabilidade dos animais, uma vez que uma elevação acima da normalidade para a espécie indica que o animal está estocando calor, podendo o estresse térmico manifestar-se.

Em caprinos a TR normalmente varia de 38,5°C a 39,7°C e vários fatores são capazes de causar variações neste parâmetro, dentre eles, a estação do ano e o período do dia (Anderson, 1996).

Souza et al. (2009b) ao avaliar a TR de cabras Saanen criadas no Ceará observaram que os animais apesar de terem sido criados em confinamento na ausência de

radiação solar direta, sofreram influência das condições climáticas adversas e tiveram alteração em seus parâmetros fisiológicos.

Gomes et al. (2008) ao estudarem a influência do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó, observaram que em uma situação de desconforto térmico, no turno da tarde os animais conseguiram manter a TR dentro dos limites normais, em detrimento do aumento dos batimentos cardíacos.

Souza et al. (2009a) ao observarem o efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos de cabras Saanen em confinamento no sertão paraibano relataram que houve efeito significativo do turno sobre a TR, a qual apresentou-se bastante elevada no período da tarde.

Santos et al. (2005) quando comparam o grau de adaptabilidade entre caprinos exóticos e nativos no semiárido, também verificaram que independente da raça o turno influencia diretamente sobre a TR.

Medeiros et al. (2008) ao avaliarem cabras leiteiras das raças Saanen e Anglo Nubiana em ambientes, de sol, sombreado e parcialmente sombreado, verificaram que os animais criados em ambiente de sol apresentaram alteração significativa da TR, uma vez que sofreram mais com o estresse térmico.

Já Silva et al. (2006a) em estudo da adaptabilidade de caprinos das raças Boer, Savana, Anglo Nubiana e Moxotó no semiárido paraibano, observaram interação significativa entre raça e turno para TR, sendo no turno da tarde observadas as maiores médias para este parâmetro. O que também foi relatado por Turco et al. (2004) em seu estudo com caprinos e ovinos confinados a céu aberto.

Souza et al. (2010) ao verificarem o efeito do ambiente sobre os parâmetros fisiológicos de cabras Saanen e mestiços de Saanen com Boer no semiárido observaram efeito de turno para a (TR), mas não observaram diferença significativa entre as raças para esse parâmetro.

Outro parâmetro também bastante utilizado para avaliar o grau de adaptabilidade dos animais homeotérmicos é a frequência respiratória (FR), a mesma é obtida através da auscultação dos movimentos respiratórios ou visualmente contando-se os movimentos respiratórios na região abdominal. Neste processo sob temperatura e umidade normais, cerca de 25% do calor produzido pelos mamíferos em repouso é perdido através da evaporação da água pela respiração (Swenson, 1996).

Para Gütler et al. (1987) a frequência respiratória em caprinos normais apresenta um valor médio de 15 mov min⁻¹ com valores variando entre 12 e 25 movimentos, podendo esses valores serem influenciados pelo trabalho muscular, temperatura ambiente, ingestão de alimentos, gestação, idade e tamanho.

De acordo com Silva e Araújo (2000) em situação de desconforto térmico a FR é o mecanismo fisiológico mais usado pelos animais, com o intuito de perder calor para o meio ambiente. Silva et al. (2006b) ao avaliarem o efeito da época do ano e do turno sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos mestiços no semiárido paraibano observaram que a FR apresentou-se mais elevada na época mais quente do ano e no turno da tarde, contudo os animais mantiveram a homeotermia demonstrando alto grau de adaptação.

Santos et al. (2005) ao estudar a adaptabilidade de caprinos Boer, Pardo-Alpino, Moxotó e Pardo Sertanejo em confinamento, no semiárido do nordeste, observaram que a FR de todas raças estudadas foram influenciados pela temperatura ambiente, principalmente no turno da tarde, e que mesmo os animais das raças consideradas exóticas apresentaram alto grau de adaptação às condições climáticas do semiárido, assemelhando-se as raças naturalizadas, quando confinados.

Silva et al. (2006a) trabalhando com fêmeas caprinas de raças puras, Boer, Savana, Anglo Nubiana e Moxotó semi-confinados na região semiárida da Paraíba também relataram da ocorrência de alteração da FR no turno da tarde, quando as temperaturas se apresentavam mais elevadas. O que também foi observado por Souza et al. (2008b).

Pereira et al. (2011) ao avaliar o comportamento de caprinos da raça Saanen no semiárido paraibano observaram que os animais apresentaram elevação significativa da FR em resposta ao estresse ambiental, sem contudo haver interferência no controle da temperatura corporal. Já Souza et al. (2009a) ao avaliar os parâmetros fisiológicos de cabras Saanen criadas no estado do Ceará verificaram que embora criados em confinamento e a sombra, os animais sofreram influência dos efeitos do clima, apresentando alteração na FR.

Souza et al. (2009) ao estudar o efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos de cabras da raça Saanen em confinamento no sertão paraibano também relataram ter havido alteração na FR, principalmente no turno da tarde e concluíram que estes animais são susceptíveis aos efeitos do clima da região, necessitando de manejo e instalações que permitam amenizar o efeito do estresse térmico. Turco et al. (2004) em

seu estudo com caprinos e ovinos confinados a céu aberto nas condições climáticas do semiárido nordestino observaram alteração significativa da FR, sendo as maiores médias observadas no turno da tarde.

Medeiros et al. (2008) ao avaliarem os parâmetros fisiológicos de cabras leiteiras das raças Saanen e Anglo Nubiana em ambientes, de sol, sombreado e parcialmente sombreado, verificaram que os animais criados em ambiente de sol apresentaram alteração significativa da FR, uma vez que sofreram mais com o estresse térmico. Ainda segundo os autores para criação de cabras leiteiras deve ser levado em consideração a raça e a sua resposta às condições ambientais. Gomes et al. (2008) quando estudaram o efeito do ambiente térmico e dos níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó, verificaram que em situação de desconforto térmico, no período de maiores temperaturas os animais conseguiram manter a homeotermia com o aumento da frequência respiratória.

Gradiente térmico

Entre o animal e o meio existe uma constante transferência de calor dividida em calor sensível e calor latente. A perda de calor sensível envolve trocas diretas de calor com o ambiente por condução, convecção ou radiação e dependem da existência de um gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente (Habeeb et al., 1992). Gradiente térmico é o resultado da diferença entre energia térmica produzida e a energia térmica dissipada pelo organismo animal, Kadzere et al. (2002)

A troca de calor mediante a superfície do animal depende do gradiente de temperatura entre esta e o ar, a medida que a temperatura ambiente aumenta, a eficiência das perdas de calor sensível diminui, devido ao menor gradiente de temperatura da superfície do animal e a do ambiente. Nessa situação, o animal pode até certo ponto manter a temperatura corporal por meio de vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura da pele, no entanto, se a temperatura ambiente continuar a subir o animal passa a depender da perda de calor por evaporação através da respiração e ou sudorese (Ingram & Mount, 1975).

A superfície (pele e pêlo) do animal protege o organismo do calor e do frio, e sua temperatura depende, principalmente, das condições ambientais, como temperatura, umidade e vento, e das condições fisiológicas, como a vascularização e a evaporação do suor.

Ribeiro, et al. (2008), mostram que o gradiente térmico entre TS-TA revelou significância ($p < 0,05$) entre o Cariri e os demais grupos, que não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Segundo Habeeb et al. (1992), 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.

O animal não conseguindo dissipar o calor excedente através dos mecanismos citados, a temperatura retal aumenta acima dos valores fisiológicos normais e desenvolve-se o estresse calórico, estas alterações dos parâmetros indicam tentativas do animal de minimizar o desbalanço térmico para manter a homeotermia (Sota et al., 1996). Segundo Bacari Júnior (1990), animais que apresentam menor aumento na temperatura retal são considerados mais tolerantes a altas temperaturas.

De acordo Johnson (1980), a temperatura retal (TR), obtida através de um termômetro clínico, diretamente no reto do animal, é um indicador dessa diferença e pode ser usada para avaliar o estresse térmico do ambiente térmico sobre os animais. De acordo com McDowell et al. (1976), uma elevação 1°C ou menos na temperatura retal é o bastante para reduzir o desempenho na maioria das espécies de animais domésticos.

Ribeiro et. al., (2008), citam que a temperatura superficial média não teve diferença significativa ($p>0,05$) entre os grupos genéticos, corroborando os resultados obtidos por Silva et al. (2004), em trabalhos com ovinos na região semiárida, e que também citam TS semelhante à deste trabalho. O gradiente térmico entre TR-TS revelou significância ($p<0,05$) entre os animais da raça Cariri e os outros grupos genéticos, que não diferiram entre si ($p>0,05$). Os ovinos Cariri apresentaram gradiente térmico mais elevado, o que pode ser justificado pela sua pelagem escura e por ter maior porte

Testes de adaptabilidade

Para avaliação dos animais foram desenvolvidos testes de adaptabilidade como o de Benezra. O teste de Benezra foi desenvolvido na Venezuela, e consiste na aferição não somente da temperatura retal, mas também da frequência respiratória e cardíaca.

Com algumas adaptações, os testes de Ibéria e Benezra foram aplicados em caprinos, pela primeira vez, por Martins Júnior (2004), em trabalho realizado em Timon, Maranhão, ao comparar as raças Boer e Anglo Nubiana, tendo verificado o autor maior adaptabilidade da raça Boer.

Seguindo a mesma linha de pesquisa e utilizando a mesma metodologia Rocha (2009) avaliou caprinos Saanen e Azul e verificou uma maior adaptabilidade do grupo racial Azul na região Meio-Norte do Brasil. Diversos estudos foram realizados utilizando as variáveis temperatura retal, frequência cardíaca e frequência respiratória, através dos quais várias raças nativas e exóticas foram pesquisadas, tais como Canindé (Arruda et al., 1984a), Moxotó (Souza et al., 2003), Azul (Rocha, 2009), Marota (Santos et al., 2005), Bhuj (Arruda et al., 1984a), Anglo-Nubiana (Medeiros et al., 1998; Silveira et al., 2001; Martins Júnior, 2004), Parda Alemã (Medeiros et al., 1998), Saanen (Kasa et al., 1995) e caprinos sem raça definida (Turco et al., 2004) e grupo racial Azul (Rocha, 2009).

Comportamento Ingestivo

O comportamento ingestivo é a expressão de um esforço em adaptar-se ou ajustar-se as diferentes circunstâncias, internas ou externas, sendo o comportamento descrito como uma resposta do animal a um determinado estímulo, envolvendo não somente o que o animal está fazendo, mas também quando, como, por que e onde (Ribeiro et al., 2006).

O comportamento ingestivo envolve o consumo de alimento ou de substâncias nutritivas, incluindo sólidos e líquidos, e as diferentes espécies apresentam características particulares quando se refere a comer e beber (Ribeiro, 2006).

Mendes Neto et al. (2007) ressaltam o comportamento ingestivo de ruminantes como peça fundamental ao entendimento dos processos de digestão dos alimentos, sua eficiência de utilização e absorção e, da manutenção das condições ruminais, sendo que cada um desses processos é resultado de uma complexa interação do metabolismo do animal com as propriedades físicas e químicas da dieta.

De acordo com Abijaoude et al. (2000), de forma geral, caprinos, ovinos e bovinos consomem em dois períodos longos por dia, um chamado de principal e outro, separado por várias alimentações, secundário. Segundo Baumont et al. (2000), normalmente, são ofertadas duas refeições por dia e cerca de 60 a 80% do consumo diário ocorre durante essas duas principais refeições.

No comportamento ingestivo são estudados parâmetros como, tempo de alimentação, ruminação, número de alimentações, períodos de ruminação e eficiência de alimentação e ruminação, (Ribeiro et al., 2006).

A ruminação compreende a soma da regurgitação, mastigação, salivação e deglutição do bolo. Os processos de remastigação e salivação levam aproximadamente 50 a 60 segundos. Durante esses processos ocorre a mastigação merícica, que é a mastigação do bolo ruminal, realizada durante a ruminação. Já a mastigação total, compreende a mastigação merícica e a mastigação realizada durante a alimentação, com 50 a 70 movimentos por minuto, dependendo das características do alimento (Ribeiro, 2006).

De acordo com Ribeiro et al. (2006), as atividades de alimentação e ruminação dependem de fatores que estão relacionados a frequência e ao tempo de alimentação.

A frequência de alimentação e ruminação pode estar relacionada ao hábito alimentar de cada espécie. Em se tratando de tempo de alimentação e da velocidade com que esta é efetuada, podem estar ligadas a morfologia da forragem, tempo gasto na apreensão do alimento e redução do tamanho da partícula, bem como as características inerentes ao concentrado.

De acordo com Fischer et al. (1998), os períodos gastos com a ingestão de alimento são intercalados com um ou mais períodos de ruminação ou de ócio; e o fornecimento de alimento influencia o ritmo da ruminação, o qual é mais elevado durante a noite, existindo diferenças entre os indivíduos quanto a duração e a divisão das atividades, podendo ser condicionadas pelo apetite dos animais, sua anatomia e o suprimento das exigências energéticas que seriam influenciadas pela relação volumoso: concentrado.

Ruminantes confinados, arraçoados duas vezes ao dia, apresentam duas alimentações principais após o fornecimento da ração, com duração de uma a três horas, além de intervalos variáveis de pequenas refeições. Períodos de ruminação e descanso ocorrem entre as refeições, uma vez que sua duração e padrão de distribuição são influenciados pelas atividades de ingestão (Fischer et al., 1997).

Segundo Ribeiro et al. (2006), mesmo criado em sistema de confinamento, o caprino expressa sua característica seletiva dedicando maior parte do seu tempo a atividade relacionada a alimentação, com uma constante procura por alimento e exercício acentuado de seleção, apresentando também comportamento inquieto em relação as instalações referentes ao cocho e ao beber, entre outras.

Quanto ao consumo diário de água pelos caprinos, a ingestão de água está diretamente relacionada com o tipo de alimento ofertado (seco ou verde), com o tipo de sistema de criação

adotado (intensivo ou extensivo), com a temperatura do ambiente, aptidão produtiva e com o estado fisiológico do animal.

Ferreira (2002), reporta que caprinos criados em ambientes quentes e secos, demonstram comportamentos específicos em relação utilização de água pelo organismo, como resistência a desidratação através da minimização das perdas hídricas via urina e fezes, além de características morfofisiológicas como pequeno tamanho, baixa exigência metabólica, habilidade para redução do metabolismo, eficiente utilização de forragens com altos teores de fibra, eficiente utilização da água, bem como capacidade economizar nitrogênio através de sua conservação e reciclagem da uréia.

Consumo de alimentos

Na produção animal é necessário que a genética, a nutrição e a ambiência e suas inter-relações estejam o mais próximo possível da necessidade do animal. E, o Brasil sendo um país de dimensões continentais, apresenta-se com grande diversidade climática, isto implica em que uma técnica de criação utilizada em determinada região pode necessitar de adaptações para utilização desta em outra região ou local. Fato este se deve aos efeitos da latitude e da altitude, das correntes principais da ventilação, umidade entre outras causas (Silva et al., 2007).

A temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito no desempenho dos animais, já que exerce grande influência no consumo de ração (Butolo et al., 2002) e, com isso, afeta diretamente o ganho de peso e conversão alimentar. Durante o estresse por calor há uma redução na eficiência dos alimentos (Candido et al., 2007).

O consumo é o componente que exerce papel de maior importância na nutrição animal, uma vez que determina o nível de nutrientes ingeridos e, conseqüentemente, o seu desempenho (Berchielli et al., 2006).

O consumo é influenciado por diversos fatores, e pode variar em função do animal, pela variação no peso, estado fisiológico ou nível de produção; em função do alimento, pela capacidade de enchimento, das condições de alimentação, pela disponibilidade de alimento, espaço no comedouro ou frequência de alimentação e das condições climáticas (Candido et al., 2007).

Uma das primeiras respostas ao estresse térmico na maioria dos animais, é a diminuição no consumo de alimentos. A intensidade da redução parece estar relacionada diretamente com o nível de estresse (McDowell, 1974).

Segundo Beede & Collier (1986), a redução no consumo próximo ou acima da temperatura crítica do animal, é largamente aceita como a maior influência negativa sobre a produtividade. Appleman & Delouche (1958) avaliando as respostas de caprinos submetidos a uma elevação da temperatura ambiente de 20°C para 40°C, observaram redução no tempo gasto consumindo forragem.

Estudando a relação entre a temperatura e a energia em ovinos em terminação, Soderquist & Knox (1967) submeteram os animais às temperaturas de 23°C e 35°C, e registraram consumo de matéria seca de 1,007 e 0,795kg/dia. Os animais foram alimentados com dieta constituída de 50% de alfafa, 25% de milho e 25% de cevada. Bhattacharya & Hussain (1974), avaliando o efeito do estresse calórico sobre ovinos, alimentados com dietas variando o nível de fibra, registraram menor consumo de alimentos dos animais submetidos a alta temperatura e alta umidade.

Estudando o efeito de quatro faixas de temperatura em câmara, Huertas et al. (1974) concluíram que a elevação da temperatura ambiente reduziu linearmente os consumos de matéria seca, de proteína digestível e de energia digestível. Mendes et al. (1976), testando quatro níveis de energia na dieta fornecida a ovinos, submetidos à duas faixas de temperatura ambiental (32-35°C e 22-25°C), verificaram que o consumo de matéria seca não foi afetado pela temperatura ambiental, sendo afetado pelo nível de energia da ração. Ames & Brink (1977), avaliando o efeito da temperatura no desempenho de cordeiros, observaram alteração no consumo de alimento pela variação da temperatura desde -05°C a 35°C.

Costa et al. (1992), avaliando o comportamento ingestivo de ovinos tosquiados e não tosquiados, submetidos à diferentes temperaturas e umidades, observaram que com aumento da temperatura e da umidade houve redução no consumo de forragem e aumento no consumo de concentrado. Padua & Silva (1996b) em trabalho analisando o efeito do estresse térmico sobre o desempenho de borregos, encontraram redução no consumo diário de alimentos (0,92kg) comparados aos animais não submetidos ao estresse térmico.

Dixon et al. (1999), avaliando a interação entre o estresse calórico e a nutrição em ovinos alimentados com dietas à base de volumosos, observaram que os animais mantidos sob estresse apresentaram menor consumo de matéria seca.

Consumo de água

A necessidade de água está relacionada com a temperatura ambiente, haja vista que, quando a mesma está acima da zona de termoneutralidade do animal, dá-se incremento na necessidade de água (Kolb et al., 1987).

Barreto et al. (2011) comentam que os fatores que afetam o consumo de água são calor, que promove aumento mais efetivo no consumo de água; consumo de matéria seca, que mantém uma relação direta com o consumo de água; suplementação mineral, que aumenta o consumo, principalmente em fêmeas gestantes e lactantes e confinamento, sendo que animais estabulados tendem a aumentar o consumo em relação aos que estão em pastejo.

Furtado et al. (2012) constataram, avaliando o consumo de água por caprinos Moxotó, que os animais consumiram, em média, 0,94kg de água por dia, de cujo total, 0,64 kg de água exposto ao sol e 0,30 kg em local sombreado, sendo que os caprinos Moxotó ingerem menos água quando comparados com caprinos das raças Azul e Graúna.

Souza et al. (2010) ressaltam, trabalhando com caprinos sem padrão de raça definida, que, ao submeter os animais a uma temperatura média de 27,1°C e umidade relativa média de 90,7%, os mesmos consumiram 0,55kg de água ao dia. Abioja et al. (2010) comentam que em condições de temperaturas ambiente elevadas os animais aumentam a ingestão de água, sendo conveniente o oferecimento em quantidade e qualidade desejável. Silva et al. (2006) citam que o consumo de alimentos pelos animais é controlado por vários fatores, dentre eles os mecanismos fisiológicos, como o volume de ingestão no trato digestivo, a densidade energética de nutrientes no sangue e o estresse calórico.

LITERATURA CITADA

Abijaoude, J.A. Diet effect on the daily feeding behaviour, frequency and characteristics of meals in dairy goats. **Livestock Production Science**, v.64, n.6, p.29-37, 2000.

Abioja, M.O.; Osinowo, O.A.; Adebambo, O.A.; Bello, N.J.; Abiona, J.A. Water restriction in goats during hot-dry season in the humid tropics: feed intake and weight gain. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.226, p.195-203, 2010.

Ames, D. R.; Brink, D. R. Effect of temperature on lamb performance and protein efficiency ratio. **Journal Animal Science**, v.44, n.1, p.136-140, 1977.

Andersson, B.E.; Jónasson, H. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: Swenson, M.J.; Reece, W.O. **Fisiologia dos animais domésticos**.11^a.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.805-813.

Appleman, R. D.; Delouche, J. C.; Behavioral, physiological and biochemical responses of goats to temperature, 0°C to 40°C. **Journal Animal Science**, v.17, n.25, p.326-335, 1958.

Arruda, F. de A. V.; Pant, K. P.; Tolerância ao calor de caprinos e ovinos sem-lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.3, p.379-385, 1984

Bacari Júnior, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1., 1990, Sobral. **Anais...** Sobral: EMBRAPA/CNPC, p.9-17, 1990

Baêta, F.C.; Souza, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 2010. 246 p

Barreto, L. M. G.; Medeiros, A. N. de.; Batista, A. M. V; Furtado, D. A.; Araújo, G. G. L. de; Lisboa, A. C. C.; Paulo, J. L. de A.; Souza, C. M. S. de. Comportamento ingestivo de caprinos

das raças Moxotó e Canindé em confinamento recebendo dois níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.834-842, 2011.

Baumont, R. How forage characteristics influence behaviour and intake in sm all ruminants: A Review. **Livestock Production Science**. v.64, n.6, p.15-18, 2000.

Beede, D. K.; Collier, R. J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. **Journal Animal Science**, v.62, n. 5, p.543-554, 1986.

Berchielli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G.; **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 538p, 2006.

Bezerra, W.M.A.; Souza, B.B.; Sousa, W.H.; Cunha, M.G.; Benicio, T.M.L. Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v.24, n.1, p.130-136, 2011.

Bhattacharya, A. N.; Hussain, F. Intake and utilization of nutrients in sheep fed different levels of roughage under heat stress. **Journal Animal Science**, v.38, n.4, p.877-886, 1974.

Brasil, L.H.A.; Wechesler, F.S.; Baccari Junior, F.; Gonçalves, H.C.; Bonassi, I.A. Efeitos do Estresse Térmico Sobre a Produção, Composição Química do Leite e Respostas Termorreguladoras de Cabras da Raça Alpina, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1632-1641, 2000.

Buffington, D. E.; Collazo-arocho, A.; Canton, G. H. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p.711-714, 1981.

Butolo, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas-SP, p.141-142, 2002.

Candido, M.J.D.; Carneiro, H.A.V.; Cidrão, P.M.L. Consumo de Nutrientes e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas orgânicas. **Archivos de Zootecnia** v.56, n.214, p.203-214, 2007.

Costa, M. J. R. da.; Silva, R. G. da.; Souza, R. C. de. Effect of air temperature and humidity on ingestivebehaviour of sheep. **Journal Biometeorological**, v.36, n.4, p.218-222, 1992.

Dixon, R. M.; Thomas, R.; Holmes, J. H. G. Interactions between heat stress and nutrition in sheep fed roughage diets. **Journal Animal Science**, v.132, n.3, p.351-359, 1999.

Ferreira, A.V.; Hoffman, L.C.; Schoeman, S.J. Water intake of Boer goats and mutton merinos receiving either a low or high energy feedlot diet. **Small Ruminant Research**, v.43, n.3, p.245-248, 2002

Fischer, V.; Deswysen, A.G.; Despres, L.; Dutilleul, P.; Lobato, J.F.P. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.362-369, 1998.

Fischer, V.; Deswysen, A.G.; Despres, L. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dieta a base de feno durante um periodo de seis meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.1032-1038, 1997.

Furtado, D.A.; Leite, J.R.; Nascimento, W.B.; Leal, A.F.; Silva, A.S. Water consumption when exposed to sun and shade for native goats in the semiarid of the state of Paraíba, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.32, n.1, p.21-29, 2012

Gomes, C. A. V.; Furtado, D. A.; Medeiros, A.N de.; Filho, E. C. P.; Júnior, V. de L. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.213-219, 2008.

Gütler, H.; Ketz, A.; Kolb, E. **Fisiologia Veterinária**. 4^aed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1987. 612p.

Habeeb, A.L.M.; Maray, I.F.M.; Kamal, T.H. **Farm animal sand the environment**. CAB, Cambridge. 1992. 428p.

Huertas, A. A. G.; Silva, J. F. C. da; Campos, O. F. de. Efeito da temperatura ambiente sobre o consumo, digestibilidade e a retenção dos nutrientes em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.3, n.2, p.245-268, 1974.

Ingram, D.L.E.; Mount, L.E. **Man and Animals in Hot Environments**. Springer-Verlag, New York, 1975. 185p.

Kadzere, C. T.; Murphy, N. Heat stress in lactating dairy cows: A review. **Livestock Production Science**, v.5, n.8 p.77-59, 2002.

Kasa, J. W.; Hill, M. K.; Thwaites, C. J.; Baillie, N. D. Effects of treadmill exercise on physiological responses in Saanen goats. **Small Ruminant Research**, v.16, n.2, p.129-132, 1995.

Kolb, E.; Ketz, A.; Gurtler, H. **FisiologiaVeterinária**. 4.ed.; Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987, 612p.

Ligeiro, E.C.; Maia, A.S.C.; Silva, R.G.; Loureiro, C.M.B. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.544-549, 2006.

Marai, I.F.M.; El-Darawany, A.A.; Fadiel, A.; Abdel-Hafez. Physiological traits as affected by heat stress in sheep – A Review. **Small Ruminant Research**, v.71, n.3, p.1-12, 2007.

Martins Júnior, L. M.; Costa, A. P. R.; Azevedo, D.M.M.R. Adaptabilidade das raças Boer e Anglo-nubiana às condições climáticas da Região Meio-Norte do Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.214, p.103-113, 2007.

McDowell, R.E.; Hooven, N.W.; Camoens, J.K. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. **Journal Dairy Science**. v.59, n.9 p.965–973, 1976

McDowell, R. E. **Bases biológicas de laprodución animal in zonas tropicales**. São Paulo: Ícone, 1989.

Medeiros, L.F.D.; Vieira, D.H.; Oliveira, C.A. Reações fisiológicas de caprinos das raças Anglo-Nubiana e Saanen mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Biological Indústria Animal**, v.65, n.1, p.07-14, 2008.

Medeiros, L. F. D.; Quintanilha, J. R.; Scherer, P.O.; Vieira, D.H. Reações fisiológicas de caprinos de diferentes raças mantidas à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35.,1998a, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998b. p. 91-93.

Mendes, M.A.; Leão, M.I.; Silva, J.F.C.; Silva, M.A.; Campos, O.F. Efeito da temperatura ambiente e do nível de energia da ração sobre os consumos de alimentos e de água e algumas variáveis fisiológicas de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.5, n.2, p.173-187, 1976.

Mendes Neto, J.; Campos, J.M.S.; Valadares Filho, S.C.; Lana, R.P.; Queiroz, A.C. de; Euclides, R.F. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.36, n.2, p.618-625, 2007.

Nääs, I. A. Novos conceitos de ambiência na produção intensiva de animais. In: III Congresso Nordeste de Produção Animal, 2004. Campina Grande. **Anais...**Campina Grande, 2004, CD-ROM.

Nóbrega, G. H.; Silva, E. M. N da.; Souza, B. B.; Manguiera, J. M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista Verde de Agrotecnologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.67-73, 2011.

Padua, J. T.; Silva, R. G. da. Efeito do estresse térmico sobre o desempenho e características fisiológicas em borregos Ideal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. v.1, p.657-659, 1996.

Pereira, G.M.; Souza, B. B. de; Silva, A. M. de A.; Roberto, J. V. B.; Silva, C. M. B. de A. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça saanen no semiárido paraibano. **Revista Verde de Agrotecnologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.83-88, 2011.

Pereyra, H.; Leiras, M.A. Comportamiento Bovino de Alimentación, Rumia y Bebida. **Fleckvieh-Simental**, v. 9, n. 51, p. 24-27,

Ribeiro, V.L.; Batista, A.M.V.; Carvalho, F.F.R. et al. Comportamento ingestivo de caprinos Moxoto e Caninde submetidos a alimentacao a vontade e restrita **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 28, n. 3, p.331-337, 2006.

Ribeiro, N. L.; Furtado, D. A.; Medeiros, A. N.; Ribeiro, M. N.; Silva, R. C. B.; Souza, C. M. S. Avaliação dos índices de conforto térmico, Parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 28, n. 4, p. 614-623, 2008.

Roberto, J. V. B.; Souza, B. B. de; Silva, A. L. N. da; Justiniano, S. V.; Freitas, M. M. S. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no Semi-árido paraibano. **Revista Caatinga**, v.23, n. 1, p.127-132, 2010.

Rocha, R.R.C.; Costa, A.P.R.; Azevedo, D.M.M.R.; Nascimento, H.T.S.; Cardoso, F.S.; Muratori, M.C.S.; Lopes, J.B. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1165-1172, 2009.

Santos, F. C. B. dos; Souza, B. B. de.; Alfaro, C. E. P.; César, M. F.; Pimenta Filho, E. C.; Acosta, A. A. A.; Santos, J. R. S. dos. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semiárido do Nordeste brasileiro. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1 , p.142-149, 2005.

Santos, J.R.S.; Souza, B. B.; Souza, W. H.; Cezar, M. F.; Tavares, G. P. Respostas Fisiológicas e Gradientes Térmicos de Ovinos das Raças Santa Inês, Morada Nova e de seus Cruzamentos com a Raça Dorper às Condições do Semi Árido Nordestino. **Ciência e Agrotecnica**. v.30, n.5, p.995-1001, 2006.

Silanikove, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, n. 2, p. 1-18, 2000.

Silva, G. A.; Sousa, B. B.; Alfaro, C. E.; Alfaro, C. E. P.; Azevedo Neto, J.; Azevedo, S. A.; Silva, E. M. N.; Silva, A. K. B.; Silva, R. M. N. Efeito da época do ano e do turno sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos no semi-árido paraibano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.

Silva, E.M.N. Avaliação de características de adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido Paraibano. **Dissertação de mestrado**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL, Patos Paraíba, p78. 2006.

Silva, J.A.R.; Araújo, A.A.; Lourenço Júnior, J.B.; Santos, N.F.A.; Garcia, A.R.; Nahúm, B.S. Conforto térmico de búfalas em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10,p. 2011

Silva, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Ed. Nobel, 2000.286p

Silveira, J.O.A.; Pimenta Filho, E.C.; Oliveira, E.M. Respostas adaptativas de caprinos da raça Bôer e Anglo-Nubiano às condições climáticas do semi-árido brasileiro- frequência

respiratória. In: 38 ° REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, **Anais...** Piracicaba, 2001.

Soderquist, H. G.; Knox, K. L. Temperature-energy relationship in fattening lambs. **Journal Animal Science**, v.26, n. 9, p.930, 1967

Sousa Júnior, S.C.; Moraes, D.A.E.F.; Vasconcelos, A.M.; Nery, K.M.; Moraes, J.H.G.; Guilhermino, M.M. Características Termorreguladoras de Caprinos, Ovinos e Bovinos em Diferentes Épocas do Ano em Região Semi-Árida. **Revista Científica de Produção Animal**, v.10, n.2,p.127-137, 2008.

Souza, B.B.; Souza, E.D.; Sousa, W.H.; Santos, J.R. dos; Benício, T.MA. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.275-280, 2008.

Souza, P.T.; Salles, M.G.F.; Araújo, A.A.. Avaliação dos parâmetros fisiológicos de cabras Saanen criadas em clima tropical semi-úmido no estado do Ceará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,46, 2009, Maringá, **Anais...**, Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

Souza, B.B.; Lopes, J.J.; Roberto, J.V.B. Efeito do ambiente sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos Saanen e mestiços ½Saanen + ½Boer no Semi-árido paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20, 2010, Palmas, **Anais...**, Palmas: Universidade Federal do Tocantis/ABZ, 2010.

Souza, B.B.; Silva Neto, F.L.; Porto, M.L.; Gomes, T.L.S. Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça Saanen em confinamento no sertão paraibano. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE,4, 2009. João Pessoa, **Anais...**, João Pessoa: Sincorte, 2009.

Souza, B.B.; Brito Segundo, E.A.; Santos, J.R.S.; Ferreira, M.C.; Batista, H.J.C.; Santos, A.M. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos Moxotó e ovinos Santa Inês sob às condições Semi-árida, através de respostas termorregulatórias e gradientes térmicos. In: Congresso Pernambucano de Medicina Veterinária, 5, e Seminário Nordestino de Caprino-Ovinocultura, 6, 2003, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2003. CD Rom.

Souza, B.B.; Lopes, J.J.; Roberto, J.V.B. Efeito do ambiente sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos Saanen e mestiços ½Saanen + ½Boer no Semi-árido paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20, 2010, Palmas, **Anais...**, Palmas: Universidade Federal do Tocantis/ABZ, 2010

Souza, B.B. Índice de tolerância ao calor de caprinos no semiárido, 2011. (<http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/bemestar-e-comportamento-animal/indice-de-tolerancia-ao-calor-de-caprinos-no-semiarido-68871n.aspx>).

Starling, J.M.C.; Silva, R.G.; Muñoz, M.C.; Análise de Algumas Variáveis Fisiológicas para Avaliação do Grau de Adaptação de Ovinos Submetidos ao Estresse por Calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.

Turco, S.H.N.; Araújo, G.G.L.; BADE, P.L. Respostas Fisiológicas de caprinos e ovinos em confinamento a céu aberto, nas condições climáticas do semi-árido nordestino. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande, **Anais...**, Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.

Veríssimo, C. J.; Titto, C. G.; Katiki, L. M.; Bueno, M. S.; Cunha, E. A.; Mourão, G. B.; Otsuk, I.; Pereira, A. M. F.; Nogueira F.; Machado, C.; Titto, E. A. L. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.159-167, 2009.

*Respostas fisiológicas, gradiente térmico e adaptabilidade de
caprinos em ambiente controlado*

Capítulo II

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, GRADIENTE TÉRMICO E ADAPTABILIDADE DE CAPRINOS EM AMBIENTE CONTROLADO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi de avaliar as respostas fisiológicas, gradientes térmicos e a adaptabilidade de caprinos da raça Anglo Nubiano em diferentes temperaturas. O trabalho foi desenvolvido, em uma câmara bioclimática, utilizando-se seis caprinos, machos e castrados, que foram submetidos a quatro condições climáticas, 20°C - temperatura de limite inferior da Zona de Conforto Térmico (ZCT); 24°C - dentro da ZCT; 28°C - dentro da ZCT e 32°C - acima da ZCT, com umidade relativa (UR) fixa em 60%. Todos os dias a câmara bioclimática era lacrada as 06:00 horas, sendo aberta apenas às 16:00 horas, totalizando 10 horas de estresse e 14 horas mantidos em ambiente aberto. Durante todo o período experimental, foram coletados os dados referentes à temperatura do ar (TA), UR, temperatura do ponto de orvalho (TPO) e a temperatura de globo negro (TGN) para a determinação do ITGU, além dos parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e temperatura superficial (TS), gradientes térmicos entre as temperaturas retal e superficial (TR-TS) e entre as temperaturas superficial e ambiente (TS-TA) afim de determinar a adaptabilidade do animal as temperaturas estudadas, além desses foi realizado o coeficiente de tolerância de calor Ibéria ou Rhoad (CTC) e o teste de Benezra (CA₁ e CA₂). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (temperatura), seis repetições (animais). Os dados foram avaliados por meio de análise de variância e, quando significativos, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Houve diferença estatística com a elevação da temperatura para a TS, FC e FR, e a TR manteve-se dentro da normalidade. Para os gradientes térmicos TR-TS e TS-TA, houve efeito de temperatura (P<0,05), com o aumento da temperatura no interior da câmara os gradientes diferiram-se entre si. Nos testes de Ibéria ou Rhoad e de Benezra (CA₁ e CA₂), indicaram que os animais nas temperaturas de 20 e 24°C, obtiveram alta adaptação climática, entretanto, quando submetidos a 28 e 32°C alteraram os parâmetros fisiológicos para manterem a homeotermia. O ITGU indicou que nas temperaturas de 28 e 32°C conferiram condições climáticas de perigo, de acordo o CTC e os CA₁ e CA₂ os animais quando nas temperaturas de 20 e 24°C demonstraram-se altamente adaptados, a temperatura de 24°C foi a que forneceu maior conforto térmico para os animais.

Palavras-chave: câmara climática, ITGU, parâmetros fisiológicos

PHYSIOLOGICAL RESPONSES, THERMAL GRADIENT AND ADAPTABILITY OF GOATS IN A CONTROLLED ENVIRONMENT

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the physiological responses, thermal gradients and adaptability of the Anglo Nubian goats. The work was developed in a climate chamber, using six animals that were submitted to four climatic conditions, 20°C - temperature lower limit of Thermal Comfort Zone (TCZ); 24°C - within the TCZ, 28°C - within the ZCT 32°C and - above TCZ, relative humidity (RH) fixed at 60%. Every day the climate chamber was sealed at 06:00 hours and only open at 16:00 hours, totaling 10 hours and 14 hours of stress maintained in a natural environment. Throughout the trial period, we collected data on air temperature (AT), RH, temperature and dew point (TDP) and black globe temperature (BGT) for the determination of BGHI, and respiratory rate of physiological parameters (RR), heart rate (HR), rectal temperature (RT) and surface temperature (ST), in addition to thermal gradients between the rectal temperature and surface temperature (RT - ST) and between surface temperature and ambient temperature (AT - ST) was also carried out tests of adaptability testing Iberia or Rhoad test and Benezra (AC₁ and AC₂), with food and water ad libitum. The experimental design was completely randomized with four treatments (temperature), six replicates (animals). Data were evaluated by analysis of variance and, when significant, were compared by Tukey test at 5% probability. There was no statistical difference in the temperature rise to rectal temperature (RT), heart rate (HR) and respiratory rate (RR), and rectal temperature (RT) within the normal range. For the physiological parameters and gradient RT - ST and ST - AT no effect of temperature (P <0.05) with the increase of the temperature inside the chamber had higher mean gradients, the records for the test Rhoad and test Benezra AC₁ and AC₂, indicated that animals in temperatures of 20 to 24°C, were discharged climate adaptation. However, when subjected to 28 and 32°C proved unsuited. With the increase of temperature inside the climatic chamber animals were used the increase in HR and RR homeothermy to maintain the BGHI indicated that the temperatures of 28 and 32°C gave weather hazard, AC₁ and AC₂ animals when the temperatures 20 and 24°C demonstrated highly adapted to the temperature of 24°C was supplied to the thermal comfort for the animals.

Keywords: BGHI, climate chamber, physiological parameters

INTRODUÇÃO

Os caprinos são animais homeotérmicos, tendendo a manter a temperatura corporal constante através do fluxo de calor determinado por processos que dependem da temperatura (condução, convecção e radiação) e da umidade (evaporação, transpiração e respiração) ambiente (Silva, 2000).

Quando os animais se encontram na zona de termoneutralidade os custos fisiológicos são mínimos e a produtividade é aumentada, temperaturas ambientais elevadas são verificadas durante grande parte do ano, o que pode implicar em exposição dos animais ao estresse crônico, conseqüentemente, alteração no desempenho produtivo dos animais (Silva, 2000).

Mas, ao longo dos anos, o uso de tecnologias produtivas vem aumentando a expectativa de crescimento da produtividade, ressaltando-se a necessidade em se manter os animais adaptados às adversidades climáticas, para servirem como base aos programas de melhoramento genético, já que a interação entre animais e ambiente deve ser fortalecida, quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, em virtude das variáveis fisiológicas poderem ser afetadas pelas variações climáticas, colocando em risco o aumento da produção (Maia, 2009).

A adaptabilidade ou capacidade de se adaptar, pode ser avaliada pela habilidade do animal em se ajustar às condições ambientais médias, assim como aos extremos climáticos. Animais bem adaptados caracterizam-se pela manutenção, ou mínima redução no desempenho produtivo, pela elevada eficiência reprodutiva, resistência às doenças, longevidade e baixa taxa de mortalidade durante a exposição ao estresse (Baccari Júnior et al. 1996).

Portanto, avaliações dos efeitos climáticos sobre o comportamento fisiológico desses animais é imprescindível para o conhecimento da sua real capacidade adaptativa, o que do ponto de vista produtivo, tem grande importância, uma vez que em elevadas temperaturas a energia oriunda do metabolismo, que seria utilizada para produção, é desviada para a manutenção da temperatura do corpo, afetando negativamente a produtividade (Baêta & Souza, 2010).

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor, assim a temperatura retal, a frequência respiratória e cardíaca são considerados os melhores parâmetros para se estimar a tolerância de animais ao calor, sendo

os mais pesquisados na adaptabilidade de animais a um determinado ambiente (Dukes & Swenson, 1996).

A temperatura retal pode variar nos caprinos adultos de 38,5 a 40°C, valores determinados em repouso (Baccari Junior et al., 1996). Já a frequência respiratória pode apresentar valores médios de 25 mov min⁻¹, variando entre 20 e 34 movimentos, em animais em repouso, já a frequência cardíaca pode variar em caprinos em repouso de 70 a 80 bat min⁻¹, podendo esses valores serem influenciados pelo trabalho muscular, temperatura ambiente, ingestão de alimentos, gestação, idade e tamanho do animal (Dukes & Swenson, 1996).

A partir dos parâmetros fisiológicos temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca foram desenvolvidos testes e estabelecidos índices para se estimar a adaptabilidade animal, como os testes de Ibéria ou Rhoad e de Benezra (Silva, 2000). Estes testes são considerados medidas de adaptabilidade, por permitir se verificar a capacidade do animal em manter a homeotermia.

A importância do estudo da bioclimatologia visa ajustes na prática de manejo a fim de encontrar medidas mitigadoras para o estresse e conseqüentemente aumento na produção, de modo a atender o mercado consumidor que vem crescendo a cada dia.

Sendo assim o objetivo deste trabalho foi de avaliar as respostas fisiológicas, gradientes térmicos e a adaptabilidade de caprinos da raça Anglo Nubiano em ambiente controlado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Construções Rurais e Ambiência da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, na cidade de Campina Grande-PB, em uma câmara bioclimática. Foram utilizados seis caprinos da raça Anglo Nubiana, com idade média de oito meses e peso vivo médio de $33,63 \pm 0,48$ kg sendo identificados, pesados, vermifugados e distribuídos aleatoriamente em gaiolas metabólicas, com uma área de $0,55 \text{ m}^2$, providas de comedouro e bebedouro e de dispositivo para coletas separadas de fezes e urina.

Os animais foram submetidos a quatro condições climáticas (tratamentos), 20°C - temperatura de limite inferior da ZCT; 24°C - dentro da ZCT; 28°C - dentro da ZCT e 32°C - acima da ZCT, com umidade relativa do ar (UR) fixa em 60% ($\pm 14\%$) e velocidade do vento (VV) constante em $0,5 \text{ m s}^{-1}$. Os animais foram mantidos no interior da câmara bioclimática, com iluminação diuturnamente e mantido por 10 dias nas condições climáticas pré-determinadas (temperatura), sendo cinco dias de adaptação (período pré-experimental) e cinco dias de coleta de dados (período experimental).

Todos os dias a câmara bioclimática era lacrada as 06:00 horas, sendo aberta apenas para a entrada do avaliador no momento da coleta dos parâmetros fisiológicos e após a entrada era imediatamente fechada, sendo isso durante todo o período pré-experimental e experimental, sempre às 09:00, 12:00 e 16:00, após essa última coleta a porta da câmara bioclimática era aberta e os animais ficavam mantidos durante 14:00 horas em temperatura ambiente média de $23,45 \pm 2,75^\circ\text{C}$.

Durante todo o período experimental, foram coletados a cada minuto no interior da câmara bioclimática os dados referentes à temperatura do ar (TA), UR, temperatura do ponto de orvalho (TPO) e temperatura de globo negro (TGN), sendo feita uma média por hora.

Para manutenção da TA e da UR no interior da câmara bioclimática, foi utilizado um controlador do tipo MT-530 PLUS da *Full Gauge Controls*®, controlado via computador através do SITRAD®, software para aquisição, controle, monitoramento e visualização dos dados no interior da câmara bioclimática (parâmetros bioclimáticos). O sensor de temperatura foi um termistor e o de umidade um umidiostato, ambos os sensores foram fixados juntos dentro de um envoltório permeável protetor a altura do centro de massa dos animais ($\pm 1,50\text{m}$).

Para a determinação da temperatura do ponto de orvalho (TPO) e da temperatura de globo negro (TGN), foram utilizados dois termohigrômetros datalogger do tipo HT-500 da marca *Instrutherm*® ambos alocados na altura do centro de massa dos animais ($\pm 1,50\text{m}$).

Com base nesses dados coletados, foi calculado o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), de acordo com a equação proposta por Buffington et al. (1981):

$$\text{ITGU} = \text{TGN} + 0,36 \text{TPO} + 41,5 \quad (1)$$

Onde:

TGN – temperatura do globo negro, °C

TPO – temperatura do ponto de orvalho, °C

Durante os cinco dias do período experimental, foram realizadas as seguintes coletas fisiológicas nos animais: frequência respiratória (FR), realizada pela observação dos movimentos laterais do flanco, durante um minuto, contando-se o número de movimentos por minuto. Frequência cardíaca (FC), quantificada com o auxílio de um estetoscópio na região da terceira costela do animal, na região lateral do tórax, durante um minuto, contando-se o número de movimentos por minuto. Temperatura retal (TR), utilizando um termômetro clínico veterinário com escala até 44°C, introduzido no reto do animal, permanecendo por um período de um minuto e temperatura superficial (TS) determinada por meio de um termômetro infravermelho digital por sobre a superfície do animal a uma distância 30 cm, todos esses parâmetros eram coletados às 09:00, 12:00 e 16:00 horas.

Para avaliar o grau de dissipação de calor dos animais, foram calculados os gradientes térmicos entre a temperatura retal e temperatura superficial (TR-TS) e entre temperatura superficial e temperatura ambiente (TS-TA).

Foram realizados testes de tolerância ao calor que são indicadores de adaptação ao ambiente: o teste de Ibéria ou Rhoad e o teste de Benezra, todos adaptados para caprinos.

O teste de Ibéria ou Rhoad foi realizado para determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC).

Utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{CTC} = 100 - [18 (\text{TR}-38,60)] \quad (2)$$

Onde:

CTC = coeficiente de tolerância ao calor;

100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em 38,60°C;

18 = constante;

TR = temperatura retal média final;

38,60°C = temperatura retal média considerada normal para caprinos na ZCT

Os mesmos animais foram, submetidos ao teste de Benezra, para determinação do coeficiente de adaptabilidade 1 (CA_1), como uma alternativa para aumentar a eficiência deste teste em detectar a adaptação dos animais, utilizando a seguinte fórmula:

$$CA_1 = TR/39,1 + FR/19 \quad (3)$$

Onde:

CA_1 = coeficiente de adaptabilidade do teste de Benezra;

TR = temperatura retal, em °C;

FR = frequência respiratória, em movimentos por minuto;

39,1 = temperatura retal considerada normal para caprinos;

19 = frequência respiratória considerada normal para caprinos.

Visando aumentar a capacidade de detecção do teste, acrescentou-se à formula anterior a FC e obteve-se o coeficiente de adaptabilidade 2 (CA_2).

$$CA_2 = TR/39,1 + FR/19 + FC/75 \quad (4)$$

Onde:

CA_2 = coeficiente de adaptabilidade do teste de Benezra;

TR = temperatura retal, em °C;

FR = frequência respiratória, em movimentos por minuto;

39,1 = temperatura retal considerada normal para caprinos;

19 = frequência respiratória considerada normal para caprinos;

FC = frequência cardíaca;

75 = frequência cardíaca considerada normal para caprinos.

A água foi fornecida à vontade, sendo quantificado o consumo durante o estresse térmico (10 horas) e o consumo nas 14 horas em ambiente aberto, pela diferença da água fornecida menos o que sobrava no bebedouro. Foi verificada também a taxa diária de evaporação, através da colocação de um balde dentro da câmara bioclimática, para quantificar a água perdida por evaporação e, com isto, descontar estas perdas do consumo de água dos animais por dia.

O arraçoamento dos animais foi realizado à vontade, duas vezes ao dia, às 6:00 e às 16:00 horas, também visando caracterizar o consumo durante o estresse e o consumo de ração em temperatura ambiente. A relação volumoso:concentrado utilizada foi de 50:50 na dieta experimental. A quantidade de ração fornecida diariamente foi ajustada de acordo com o consumo do dia anterior de modo que houvesse sobras em torno de 10% do total fornecido, para que fosse garantido um consumo à vontade. A participação dos ingredientes e a composição química da dieta experimental encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Participação dos ingredientes e composição química da dieta experimental com base na matéria seca

| Ingredientes | kg |
|---------------------------------|------------|
| Farelo de Milho | 34,69 |
| Farelo de Soja | 13,32 |
| Suplemento Mineral ¹ | 1,34 |
| Calcário | 0,45 |
| Feno de Tifton | 50,20 |
| Composição Química | (%) |
| Matéria Seca | 90,84 |
| Proteína Bruta | 13,15 |
| Extrato Etéreo | 1,43 |
| Fibra em Detergente Neutro | 51,94 |

¹Suplemento mineral (nutriente/kg de suplemento): vitamina A 135.000,00 U.I.; Vitamina D3 68.000,00 U.I.; vitamina E 450,00 U.I.; cálcio 240 g; fósforo 71 g; potássio 28,2 g; enxofre 20 g; magnésio 20 g; cobre 400 mg; cobalto 30 mg; cromo 10 mg; ferro 2500 mg; iodo 40 mg; manganês 1350 mg; selênio 15 mg; zinco 1700 mg; flúor máximo 710 mg; Solubilidade do Fósforo (P) em Ácido Cítrico a 2% (min.).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (temperatura), seis repetições (animais). Os dados foram avaliados por meio de análise de

variância e, quando significativos, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das temperaturas obtidas no interior da câmara foram de 20,76; 24,59; 28,22 e 31,79°C, respectivamente, já a umidade relativa média para cada temperatura foi de 68,67; 64,71; 60,85 e 58,12 (Tabela 2). Esta variação ocorreu em razão da constante abertura da câmara para o manejo experimental, que afetava os parâmetros ambientais, fato também identificado por Lucena et al. (2013), que trabalhando em câmara climática com caprinos nativos, observaram diferenças entre as temperaturas pré-estabelecidas e as coletadas, atribuindo tais fatos também ao manejo com os animais no momento da abertura e fechamento de porta, afetando os valores pré-configurados.

Tabela 2. Médias das variáveis climáticas, temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR) e o índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) nas diferentes temperaturas

| Variáveis | Temperatura (°C) | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--|--|--|--|
| | 20 | | 24 | | 28 | | 32 | | | | | |
| TA (°C) | 20,76 | ± 0,06 | 24,59 | ± 0,16 | 28,22 | ± 0,21 | 31,79 | ± 0,08 | | | | |
| UR (%) | 68,67 | ± 1,80 | 64,71 | ± 2,56 | 60,85 | ± 1,52 | 58,12 | ± 0,32 | | | | |
| ITGU | 60,52 | ± 0,25 | 73,42 | ± 0,34 | 78,21 | ± 0,20 | 82,55 | ± 0,63 | | | | |

Em relação ao ITGU, de acordo com National Weather Service - EUA, citado por Baêta & Souza (2010) valores até 74, definem situação de conforto; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação de perigo e acima de 84 a situação é de emergência. Assim pode-se constatar que nas temperaturas de 20 e 24°C o ITGU mostrou-se confortável para os caprinos (60,52 e 73,42). Na temperatura de 28°C o ITGU foi de 78,21 valor que caracteriza uma situação tida como de alerta, já na temperatura de 32°C o ITGU foi de 82,55, caracterizando uma situação de perigo.

Os resultados obtidos nesta pesquisa em câmara climática foram semelhantes aos encontrados por vários autores demonstrando a importância de tal instrumento para simulações de ambientes e condições climáticas, segundo Gomes et al. (2008) e Paulo (2009) que trabalharam com caprinos da raça Moxotó e Canindé à campo, com TA média de 30,60°C, obtiveram ITGU de 82,45, concordando com os resultados obtidos por Ribeiro (2006) que trabalhando no Cariri paraibano com ovinos nativos, que encontrou ITGU de

79,06 (média do experimento) demonstrando uma situação perigosa. Santos et al. (2005) trabalhando com caprinos exóticos relatam valores de ITGU até 85,9, valor bem superior ao deste trabalho.

Em condições de ITGU médio de 77 e 83 em pesquisas realizadas com ovinos e caprinos no Brasil, verificou-se um aumento médio de 32,24 mov min⁻¹ (45,13 e 77,37 mov min⁻¹) para ovinos (Santos et al., 2006; Andrade et al., 2007), de 13,73 mov min⁻¹ (34,27 e 48,00 mov min⁻¹) para caprinos (Souza et al., 2005; Silva et al., 2006) nos turnos manhã e tarde, respectivamente.

A temperatura retal (TR) é um parâmetro bastante utilizado para se determinar o grau de adaptabilidade dos animais, uma vez que uma elevação acima da normalidade para a espécie indica que o animal está estocando calor, podendo o estresse térmico manifestar-se. Em caprinos a TR normalmente varia de 38,5°C a 39,7°C e vários fatores são capazes de causar variações neste parâmetro, dentre eles, a estação do ano e o período do dia (Pereira, 2011).

Na avaliação da TR observa-se que não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre as temperaturas nas quais os caprinos foram submetidos (Tabela 3), demonstrando que mesmo nas condições mais estressantes, com a elevação da temperatura e do ITGU, que indicou situação de alerta (78,21) e de perigo (82,55) para os animais, a temperatura retal mostrou-se constante, demonstrando a boa adaptação dos caprinos Anglo Nubiano às condições que podem ser caracterizadas como estresse térmico. Esta capacidade dos caprinos em manter a TR normal mesmo em ambientes com temperatura do ar considerado acima da ZCT também foram relatadas por Campo & Boere (2008), Barreto et al. (2011) em pesquisas com Canindé e Moxotó confinados e Lucena et al. (2013), trabalhando em câmara bioclimática com Canindé e Moxotó, que também verificaram semelhanças na TR em ambientes considerados estressantes e em conforto térmico.

Starling et al. (2002) mencionam, trabalhando com ovinos Corriedale em condições climáticas controladas em câmara climática, com temperaturas do ar de 20, 30 e 40°C e TR de $40,2 \pm 0,10$, $40,2 \pm 0,20$ e $40,1 \pm 0,10$ respectivamente, que referidos ruminantes mesmo submetidos a uma temperatura média do ar de 40°C, não alteraram a TR de maneira significativa demonstrando, desta forma, a eficiência da termólise evaporativa no processo de termorregulação desses pequenos ruminantes.

Em situações de temperatura elevada o estresse é desencadeado pela combinação de fatores climáticos, fazendo com que os animais na tentativa de manter a homeotermia aumentem a dissipação de calor pela termólise evaporativa, através da sudorese e da respiração (Silva, 2000), provavelmente por isso que não houve diferença entre as TR's nas diferentes temperaturas estudadas.

Tabela 3. Médias dos parâmetros fisiológicos, temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS), frequência respiratória (FR) e da frequência cardíaca (FC) dos caprinos nas diferentes temperaturas

| Variáveis | 20°C | 24°C | 28°C | 32°C |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| TR (°C) | 38,53 ± 0,18a | 38,68 ± 0,06a | 39,13 ± 0,06a | 39,23 ± 0,13a |
| TS (°C) | 26,27 ± 0,54a | 28,79 ± 0,47b | 31,92 ± 0,70c | 32,89 ± 0,18d |
| FR (mov min ⁻¹) | 26,11 ± 1,67a | 29,22 ± 3,15b | 50,78 ± 1,89c | 103,48 ± 3,01d |
| FC (bat min ⁻¹) | 78,63 ± 2,33a | 81,78 ± 2,67b | 93,44 ± 1,00c | 105,18 ± 2,91d |

Médias nas colunas seguidas de mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observou-se diferença significativa na FR com a elevação da temperatura ($P < 0,05$), nos animais nas diferentes temperaturas e ITGU. Embora o primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico seja o aumento da frequência respiratória, esta resposta é a terceira na sequência dos mecanismos de termorregulação, ocorrendo inicialmente a vasodilatação periférica e a sudorese (Swenson, 1996). O aumento ou a diminuição da frequência respiratória depende da intensidade e da duração do estresse a que são submetidos os animais (Swenson, 1996). Assim, os animais aumentam a frequência respiratória apresentando a taquipnéia, como complemento ao aumento da taxa de sudorese, constituindo ambos, importantes meios de perda de calor por evaporação (Baccari Júnior, 2001).

Com a elevação da temperatura interna da câmara bioclimática, até a temperatura de 24°C, os animais mantiveram a frequência respiratória (FR) dentro da normalidade, já que esta é considerada normal quando apresenta valor médio de 27,66 mov min⁻¹, podendo variar entre 14 a 30 mov min⁻¹ (Swenson, 1996). Starling et al. (2002) em experimentos com ovinos Corriedale, encontraram valores de 124,9±12,50 mov min⁻¹ a uma temperatura em câmara bioclimática de 20°C, provavelmente esta diferença ocorreu pelo fato destes animais serem de raças lanadas, tendo maior dificuldade em dissipar calor, via sudorese.

A FR foi bastante elevada na temperatura de 32°C (103,48), cinco vezes acima da FR normal, caracterizando um alto estresse para ruminantes, demonstrando que este parâmetro fisiológico é uma maneira eficiente dos caprinos perderem calor para o meio. Esta elevação na FR em ambientes com temperaturas elevadas também foram observadas por Neiva et al. (2004) que citam em ovinos Santa Inês mantidos ao sol no turno vespertino, em temperatura ambiente de 32°C e 33,2°C, obtiveram FR de 91 e 115,4 mov min⁻¹, respectivamente.

Os animais utilizam o aumento da FR como uma forma de manter a temperatura corporal dentro do patamar fisiológico, através da evaporação pulmonar (Martins Júnior et al., 2007), mas uma respiração acelerada e contínua pode interferir na ingestão de alimentos e ruminação, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia estar sendo utilizada em outros processos metabólicos e produtivos (Souza et al., 2008).

Altas frequências respiratórias, não significam necessariamente que o animal está em estresse térmico, pois a frequência respiratória é mais um parâmetro de termorregulação do que um índice de estresse térmico, ou seja, quando uma frequência respiratória estiver alta, mas o animal foi suficiente em eliminar calor, mantendo a homeotermia, pode não ocorrer estresse calórico (Campos & Boere, 2008). Sendo isto variável de ambiente para ambiente, dependendo da eficácia dos mecanismos de calor sensível (condução, convecção e radiação), pois se estes não são eficazes, o organismo animal utiliza mecanismos de dissipação de calor insensível (como a sudorese e/ou frequência respiratória), para dissipar calor, para regulação homeotérmica.

Analisando a influência da temperatura e do ITGU na FC, verifica-se que esta apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) entre as várias TA e ITGU, quando o ITGU foi de 60,52 e 73,42 foram de 78,63 e 81,78 bat min⁻¹, respectivamente, caracterizando uma situação de conforto (Baêta & Souza, 2010), mas essas diferiram quando o ITGU foi de 78,21 e 82,55, que foi de 93,44 e 105,18 bat min⁻¹, ao passo em que se aumentava o ITGU, aumentava também a FC, ficando acima do valor considerado normal para a espécie é de 75 a 90 bat min⁻¹ (Swenson, 1996); corroborando com este trabalho, Cezar et al. (2004) registraram em ovinos Santa Inês, sob temperaturas médias de 33,2°C, FC de 105,67 bat min⁻¹, caracterizando uma situação de estresse.

Com elevação do ITGU houve um aumento da intensidade do bombeamento ventricular, aumentando assim o fluxo sanguíneo para a pele, permitindo maiores perdas de

calor. Conforme Souza et al. (2008) a elevação exacerbada e prolongada do ITGU exaure os sistemas metabólicos do coração causando fraqueza, prejudicando os processos produtivos, podendo o animal vir a óbito.

Souza et al. (2005) mencionam, trabalhando a campo, que em temperatura ambiente de 25°C e UR média de 51%, os caprinos Moxotó apresentam uma FC média de 121 bat min⁻¹, valor este acima do verificado neste trabalho, em que em temperatura ambiente média de 24,8°C e UR média de 63,5%, os animais apresentaram uma FC de 78 bat min⁻¹. Esta discrepância na comparação dos dados, se deve provavelmente, às condições ambientais nas quais os experimentos foram realizados, ou seja, apesar de serem animais de raças diferentes as variáveis climáticas e o manejo interferem nos resultados fato este reforçado por Detweiler (1988), que cita que, a frequência cardíaca pode apresentar valores variados, em virtude das diferentes condições ambientais. Kolb et al. (1987) citam que o aumento da frequência cardíaca em ruminantes só ocorre quando a temperatura ambiente se eleva acima de 38°C, contrário ao que ocorreu no presente experimento pois os caprinos apresentaram aumento da FC de maneira significativa a uma temperatura ambiente média de 28°C.

Souza et al. (2010) observaram em experimentos com caprinos a campo, que os animais apresentam valores de 122 bat min⁻¹ para FC a uma temperatura média do ar de 40,8°C; nas condições avaliadas neste experimento os animais apresentaram uma FC máxima de 105,18 bat min⁻¹.

As médias dos gradientes térmicos entre TR-TS e TS-TA (Tabela 4), diminuíram com a elevação da temperatura no interior da câmara, demonstrando que à medida que esta aumenta, a eficiência das perdas de calor sensível diminui devido aos menores valores nos gradientes de temperaturas. Nessa situação, o animal pode manter a temperatura corporal por meio de vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura da pele, no entanto, se o estresse térmico persistir, o animal passa a depender da perda de calor por evaporação através da respiração e ou sudorese, da mesma forma, em uma situação de estresse por frio o organismo promove uma vasoconstrição periférica fazendo com que o sangue fique retido nos órgãos internos, reduzindo a perda de calor do corpo para o ambiente. (Ingram & Mount, 1975).

Souza et al. (2005), estudando o efeito do turno do dia no gradiente térmico de diferentes grupos genéticos no semiárido paraibano, constataram que no turno da manhã o grupo genético ½ Moxotó + ½ SRD apresentou maior gradiente térmico entre as temperaturas

retal e superficial (11,89) ($P < 0,05$) em relação aos grupos genéticos $\frac{1}{2}$ Savana + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Kalarari + $\frac{1}{2}$ SRD e $\frac{1}{2}$ Anglo Nubiana + $\frac{1}{2}$ SRD, não diferindo do grupo genético $\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD, já o gradiente térmico entre as temperaturas retal e superficial, pela manhã, não revelou significância (6,33) ($P > 0,05$) entre os grupos genéticos $\frac{1}{2}$ Savana + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Kalarari + $\frac{1}{2}$ SRD e $\frac{1}{2}$ Anglo-Nubiana + $\frac{1}{2}$ SRD, entretanto, o grupo genético $\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD apresentou significância ($P < 0,05$) em relação a esses grupos, não diferindo do grupo genético $\frac{1}{2}$ Moxotó + $\frac{1}{2}$ SRD e $\frac{1}{2}$ Anglo Nubiana + $\frac{1}{2}$ SRD.

Tabela 4. Médias dos gradientes térmicos (TR-TS) e (TS-TA) dos caprinos nas diferentes temperaturas

| Temperatura (°C) | Variáveis | | | | | |
|------------------|-----------|---|-------|-------|---|-------|
| | TR-TS | | | TS-TA | | |
| 20 | 12,26 | ± | 0,58a | 5,51 | ± | 0,55a |
| 24 | 9,89 | ± | 0,46b | 4,20 | ± | 0,55b |
| 28 | 7,21 | ± | 0,65c | 3,70 | ± | 0,58c |
| 32 | 6,34 | ± | 0,15d | 1,10 | ± | 0,24d |

Médias nas colunas seguidas de mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Paulo et al. (2008) detectaram, ao avaliar a adaptação de caprinos nativos das raças Moxotó e Canindé em experimentos a campo, diferenças significativas ($P < 0,05$) entre a temperatura da pelagem das raças sendo a cor da pelagem fator de diferenciação de temperaturas.

Lucena et al. (2013) trabalhando em câmara bioclimática em quatro temperaturas (20; 24; 28 e 32°C) com caprinos da raça Moxotó e Canindé, citam que houve diferenças na TS, provando que os animais utilizam-se de mecanismos para manterem a homeotermia, como a vasodilatação periférica, que aumenta o fluxo sanguíneo para a superfície corporal, aumentando a temperatura da superfície do animal (Baêta & Souza, 2010). Segundo Habeeb et al. (1992), o redirecionamento do fluxo sanguíneo e a vasodilatação facilitam a dissipação de calor por mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação). Entretanto, a eficácia desses mecanismos depende do gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente. Gomes et al. (2008) também relatam animais com pelame escuro, geralmente, são mais susceptíveis ao estresse calórico que os de pelame claro por absorverem maior carga térmica radiante, embora a reflexão seja maior em uma capa de coloração clara, para que essa

vantagem seja efetiva, a epiderme deve ser pigmentada e os pelos, densamente distribuídos sobre ela

Silva et al. (2004), em trabalhos com ovinos na região semiárida, demonstraram que gradiente térmico entre TR-TS revelou significância ($P < 0,05$) entre o Cariri e os outros grupos genéticos, que não diferiram entre si ($P > 0,05$). O Cariri apresentou gradiente térmico mais elevado, o que pode ser justificado pela sua pelagem escura e por ter maior porte.

Santos et al. (2006) trabalhando na região de Curimataú paraibano com ovinos Santa Inês, Morada Nova, $\frac{1}{2}$ Santa Inês + $\frac{1}{2}$ Dorper, $\frac{1}{2}$ Santa Inês + $\frac{1}{2}$ Morada Nova, $\frac{1}{2}$ Morada Nova + $\frac{1}{2}$ Dorper, encontraram diferenças significativas no gradiente térmico entre a temperatura superficial e a ambiental e a retal e superficial, entre os turnos da manhã e da tarde, citam que o turno houve menor gradiente térmico, devido às altas temperaturas neste período.

Os registros para o coeficiente de tolerância ao calor (CTC), segundo teste de Ibéria ou Rhoad e do teste de adaptabilidade de Benezra, sendo o coeficiente de adaptabilidade 1 (CA_1) que analisa as mudanças na TR e na FR dos animais e o coeficiente de adaptabilidade 2 (CA_2) que analisa conjuntamente, mudanças na TR, FR e FC, estão descritos na Tabela 5.

O teste de Ibéria, apresentou resultado acima do que preconizado por Silva (2000), na temperatura de 20°C (101,23) onde afirmou que os registros deveriam variar de 0 a 100 desde que a temperatura corporal não se desvie da normal para espécie. Contudo este fato pode ser explicado pela temperatura retal tomada como normal para os caprinos neste experimento foi de 38,60, demonstrando que esta raça tem alta capacidade em manter a temperatura retal mesmo quando submetidos a temperaturas dentro, próxima e acima da ZCT (24, 28 e 32°C) onde obteve-se 98,50; 90,53 e 88,73 ficando bem abaixo do que é preconizado por Silva (2000), que tem o 100 como referência e, conseqüentemente, demonstrando alta adaptabilidade ao calor, nessa situação utilizando-se de outros mecanismos para a manutenção da temperatura como aumento FR e da FC.

Eustáquio Filho et al. (2011), trabalhando com ovinos Santa Inês em câmara bioclimática, encontraram resultados semelhantes a este estudo quando os animais foram submetidos a 10 e 20°C (105,2 e 103,6), já Martins Junior et al. (2007), trabalhando com caprinos Boer e Anglo Nubiano a campo no meio norte do Brasil encontraram 89,6 e 84,8.

Medeiros et al. (2002), ao aplicarem o teste de Ibéria em cabras de três raças distintas (Saanen, Anglo Nubiana e Parda Alemã), observaram que a raça Saanen, apesar da pelagem

branca, apresentou pior desempenho que a Anglo Nubiana e comportamento próximo ao da Parda Alemã, ambas de pelagem marrom, denotando maior influência da origem da raça do que da cor da pelagem.

Rocha (2009), trabalhando com cabras Saanen e Azul, em duas épocas do ano (chuvosa e seca) no Piauí mostra que os dois grupos genéticos comportaram-se de maneira similar, porém, no período seco, a raça Saanen foi mais tolerante à exposição ao sol ($P < 0,05$), pois seu CTC esteve mais próximo de 100. O melhor desempenho dos Saanen, neste teste, deve-se provavelmente à sua pelagem branca, com alto poder de reflexão dos raios solares.

Comportamento semelhante foi observado por Pant et al. (1985), ao verificarem que caprinos nativos de cor branca tiveram menor aumento de TR em relação aos de cor negra, quando expostos ao sol, indicando menor esforço dos primeiros em manter sua homeotermia.

Tabela 5. Valores dos testes de Benezra em caprinos Anglo Nubiano em câmara bioclimática em diferentes temperaturas

| Temperatura (°C) | Benezra | | | | | | | | |
|------------------|---------|---|-------|-----------------|---|-------|-----------------|---|-------|
| | Ibéria | | | CA ₁ | | | CA ₂ | | |
| 20 | 101,23 | ± | 2,56a | 2,35 | ± | 0,02a | 3,40 | ± | 0,01a |
| 24 | 98,50 | ± | 1,49b | 2,52 | ± | 0,06b | 3,62 | ± | 0,07b |
| 28 | 90,53 | ± | 1,77c | 3,68 | ± | 0,08c | 4,92 | ± | 0,10c |
| 32 | 88,73 | ± | 3,03d | 6,44 | ± | 0,09d | 7,85 | ± | 0,11d |

Médias nas colunas seguidas de mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Assim, quando os animais foram submetidos às temperaturas 20 e 24°C (2,35 e 2,52), demonstraram-se altamente adaptados, pois apresentaram CA₁ próximo a 2, porém, quando os animais foram mantidos nas temperaturas 28 e 32°C, houve um aumento significativo no CA₁, devido justamente a um aumento também na FR dos animais, provando mais uma vez ser um excelente mecanismo de dissipação de calor.

Martins Junior et al. (2007) realizaram o teste de Benezra em caprinos das raças Boer e Anglo Nubiana, e encontraram valores de 2,49 e 3,03, respectivamente, relatando a maior rusticidade da raça Boer em relação a Anglo Nubiana. Rocha et al. (2009), no Piauí, determinou que o CA₁ do grupo racial Azul foi mais próximo do ideal que o da raça Saanen, indicando maior adaptação ao clima quente, tanto no período chuvoso quanto no seco. Em

condições climáticas semelhantes, Martins Júnior et al. (2007) verificaram maior adaptabilidade da raça Anglo Nubiana no período chuvoso e da Boer no período seco, indicando maior tolerância dos animais Boer a temperaturas mais elevadas, quando associadas a umidades mais baixas.

O CA₂ se comportou da mesma maneira que o CA₁, quando a temperatura em que os animais foram submetidos foi aumentando, também foi aumentando os valores para o CA₂ (3,40; 3,62; 4,92 e 7,85), provando que com o aumento da TA, os caprinos utilizam-se de mecanismos de trocas de calor eficientes como o aumento da FR e da FC, como foi nesse estudo.

Rocha et al. (2009), trabalhando com caprinos Saanen e Azul, quanto ao CA₂, confirmou a maior adaptabilidade do grupo racial Azul às condições em que o teste foi realizado, devido ter encontrado menores valores 5,49 (Saanen) e 3,06 (Azul) em duas épocas do ano.

Martins Júnior et al. (2007) verificaram maior adaptabilidade da raça Boer, no período seco, que a Anglo Nubiana, porém não encontraram diferença ($P>0,05$) entre as duas raças no período chuvoso. Talvez isso se deva à origem africana da Boer, enquanto a Anglo Nubiana, embora de tronco africano, foi submetida à seleção na Europa.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo podemos concluir que os caprinos da raça Anglo Nubiano utilizaram de mecanismos termorregulatórios como a frequência cardíaca e respiratória fim de mantê-los em homeotermia;

O ITGU indicou que nas temperaturas de 20 a 28°C podem ser considerados como Zona de Conforto Térmico para caprinos da raça Anglo Nubiana, tendo em vista que seus parâmetros termorregulatórios mantiveram-se dentro da normalidade;

De acordo os testes de adaptabilidade de Rhoad, CA₁ e CA₂ os animais quando submetidos às temperaturas 20 e 24°C demonstraram-se altamente adaptados;

LITERATURA CITADA

Andrade, I.S.; Souza, B.B.; Pereira Filho, J.M.; Silva, A.M. de A. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.2, p.540-547, 2007.

Baccari Junior, F.; Gonçalves, H. C.; Muniz, L. M. R. Milk production, serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen-Native goats during thermal stress. **Revista Veterinária Zootécnica**, v. 8, p. 9-14, 1996.

Baccari Júnior, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142p.

Baêta, F. C.; Souza, C. F. **Ambiência em edificações rurais – Conforto animal**. 2.ed. Viçosa: UFV. 2010. 246p.

Barreto, L. M. G.; Medeiros, A. N. de; Batista, A. M. V; Furtado, D. A.; Araújo, G. G. L. de; Lisboa, A. C. C.; Paulo, J. L. de A.; Souza, C. M. S. de. Comportamento ingestivo de caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento recebendo dois níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.834-842, 2011.

Buffington, D. E.; Collazo-Arocho, A.; Canton, G. H.; Pitt, D. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p.711-714, 1981.

Campo, D.C.; Boere, V. Há equivalência entre a temperatura da membrana timpânica e a temperatura retal em ovinos Santa Inês normotérmicos. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1781-1783, set, 2008.

Cezar, M.F.; Souza, B.B.; Souza, W.H.; Pimenta Filho, E.C.; Tavares, G.P.; Medeiros, G.X. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v.28, n.3, p.614-620, 2004.

Detweiler, D. R. Regulação cardíaca. In: Dukes, H. H.; Swendson, M. J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p.133-143.

Dukes, H.H.; Swenson, H.J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11ª ed. Rio de Janeiro, RJ. p.856, 1996.

Gomes, C. A. V.; Furtado, D. A.; Medeiros, A. N de.; Pimenta Filho, E. C.; Lima Júnior, V. de L. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.213-219, 2008.

Gütler, H.; Ketz, A.; Kolb, E. **Fisiologia Veterinária**. 2ªed. São Paulo: Guanabara, 1986.569p.

Habeeb, A.L.M.; Maray, I.F.M.; Kamal, T.H. **Farm animals and the environment**. Cambridge. 1992. 428p.

Ingram, D. L.; Mount, L. E. **Man and Animals in hot environments**. New York: Springer-Verlag, 1975. 185p.

Kolb, E.; Ketz, A.; Gurtler, H. **Fisiologia Veterinária**. 4ªed.; Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987, 612p.

Lucena, L. F. A.; Furtado, D. A.; Nascimento, J. W. B.; Medeiros, A. N.; Souza, B. B. Respostas fisiológicas de caprinos nativos mantidos em temperatura termoneutra e em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.6, p.672–679, 2013.

Maia, A.S.C.; Silva, R.G.; Andrade, P.C. Efeitos da temperatura e da movimentação do ar sobre o isolamento térmico do velo de ovinos em câmara climática. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.104-108, 2009.

Martins Júnior, L. M.; Costa, A. P. R.; Ribeiro, D. M. M.; Turco, S. H. N.; Muratori, M. C. S. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-Nubiana em condições climáticas de Meio-norte do Brasil. **Revista Caatinga**, v.20, n.2, p.1-7, 2007.

Neiva, J.N.M.; Teixeira, M.; Turco, S.H.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

Paulo, J. L. A.; Furtado, D. A.; Medeiros, A. N de.; Barreto, L. M. G.; Lisboa, A. C. C. Avaliação dos parâmetros fisiológicos de caprinos da raça canindé e Moxotó confinados no semiárido paraibano. Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Associação Brasileira de Zootecnia, 2008, CD-Rom.

Pereira, G.M.; Souza, B. B. de; Silva, A. M. de A.; Roberto, J. V. B.; Silva, C. M. B. de A. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça Saanen no semiárido paraibano. **Revista Verde**, v.6, n.1, p. 83-88, 2011.

Ribeiro, V. L.; Batista, A. M. V.; Carvalho, F. F. R. de; Azevedo, M. de.; Mattos, C. W.; Alves, K. S. Comportamento ingestivo de caprinos Moxotó e Canindé submetidos à alimentação à vontade e restrita. **Animal Science**, v.28, n.3, p.331-337, 2006.

Rocha, R. R. C.; Costa, A. P. R., Azevedo, D. M. M. R, Nascimento; H. T. S.; Cardoso, F. S.; Muratori, M. C. S.; Lopes, J. B. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1165-1172, 2009.

Santos, J.R.S.; Souza, B. B.; Souza, W. H.; Cezar, M. F.; Tavares, G. P. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper as condições do semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.30, n.5, p.1-6, 2006.

Silanikove, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, S.1, p. 1-18, 2000.

Silva, G. de A.; Souza, B. B de.; Alfaro, C. E. P.; Neto, J. A.; Azevedo, S.A.; Silva, E. M. N da.; Silva, R. M. N da. Influência da dieta com diferentes níveis de lipídeo e proteína na resposta fisiológica e hematológica de reprodutores caprinos sob estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.1, p.54-161, 2006.

Silva, G.A.; Souza, B.B.; Alfaro, C.E.P.; Silva, E.M.N.; Azevedo, S.A.; Neto, J.A.; Silva, R.M.N. Efeito da época do ano sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos no semiárido. In: SIMPÓSIO DE CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2004.

Silva, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. 1ª ed. Nobel, São Paulo, 2000. p. 286.

Souza, B. B. de.; Souza, E. D. de.; Silva, R. M. N. da.; Cezar, M. F.; Santos, J. R. S. dos.; Silva, G. de A. Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.314-320, 2008.

Souza, B. B. de.; Lopes, J. J.; Roberto, J. V. B.; Silva, A. M. de A.; Silva, E. M. N da.; Silva, G. de A. Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos saanen e mestiços ½ Saanen + ½ Boer no semiárido paraibano. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.6, n.2, p.47-51, 2010.

Souza, E.D.; Souza, B.B.; Souza, W.H.; César, M.F.; Santos, J. R. S.; Tavares, G. P. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradientes térmicos de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.177-184, 2005.

Starling, J. M. C.; Silva, R. G. da.; Muñoz, M. C.; Barbosa, G. S. S. C.; Costa, M. J. R. P. da. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.

Swenson, H.J. Fisiologia dos Animais Domésticos. 11ªed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996. 856p.

*Comportamento Ingestivo e Nutricional de Caprinos Anglo
Nubiano Mantidos em Ambiente Termoneutro e Sob Estresse
Térmico*

Capítulo III

COMPORTAMENTO INGESTIVO E NUTRICIONAL DE CAPRINOS ANGLONUBIANO MANTIDOS EM AMBIENTE TERMONEUTRO E SOB ESTRESSE TÉRMICO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi de avaliar o comportamento ingestivo e nutricional de caprinos da raça Anglo Nubiana submetidos EM ambiente termoneutro e sob estresse térmico. Foram utilizados seis caprinos machos, castrados e foram submetidos a quatro condições climáticas (tratamentos), 20°C - temperatura de limite inferior da ZCT; 24°C - dentro da ZCT; 28°C - dentro da ZCT e 32°C - acima da ZCT, com umidade relativa do ar (UR) fixa em 60% ($\pm 14\%$), sendo mantidos no interior da câmara bioclimática por 10 horas diariamente. O arraçoamento e o fornecimento de água foi *ad libitum*. O ensaio de digestibilidade foi realizado com a coleta total de material (fezes, dieta e sobras). Foram realizadas as seguintes análises químico bromatológicas matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). O consumo de nutrientes foi calculado mediante a diferença entre as quantidades oferecidas e sobras. Para o comportamento ingestivo foram realizadas observações a cada cinco minutos, durante 24 horas, para determinação do tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições e quatro temperaturas, os dados foram avaliados por meio de análise de variância e, quando significativos, foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, para o consumo de nutrientes foi feita a análise de regressão. Não houve diferenças no consumo de ração quando os animais foram submetidos às temperaturas de 20 e 24°C, porém, nas temperaturas de 28 e 32°C, houve uma redução na alimentação de 46% em relação à média de 20 e 24°C, com o aumento da temperatura no interior da câmara bioclimática houve um aumento no consumo de água por parte dos animais afim de manterem a homeotermia, com o aumentar da temperatura no interior da câmara de 20 para 24 para 28 e para 32°C houve um aumento no tempo despendido em ócio fazendo com que os animais produzissem menos energia metabólica consequentemente diminuindo a produção de calor endógeno, os consumos de MS (Kg/dia e %PV) apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) entre as diferentes temperaturas, já o consumo de EE, PB e FDN não teve influência com o aumento da temperatura.

Palavras-chave: câmara climática, coeficiente de digestibilidade aparente, consumo de nutrientes

INGESTIVE BEHAVIOR AND NUTRITIONAL ANGLO NUBIAN GOATS KEPT UNDER THERMONEUTRAL ENVIRONMENT AND THERMAL STRESS

ABSTRACT: The objective of this study was to assess eating behavior and nutritional of anglo nubian goats subjected in thermoneutral environment and under thermic stress. Used six goats castrated and were subjected to four climatic conditions (treatments), 20°C - temperature lower limit of the ZCT; 24°C - within the ZCT; 28°C – 32°C within the ZCT and - above ZCT, with relative humidity (RH) fixed at 60% ($\pm 14\%$), being held inside the climate chamber for 10 hours. The feeding and providing water was ad libitum. The digestibility trial was conducted with a total collection of material (feces, diet and leftovers). The following chemical analyzes bromatological dry matter (DM), ether extract (EE), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) were performed. The nutrient intake was calculated by the difference between the amounts offered and leftovers. For feeding behavior observations were made every five minutes for 24 hours to determine the time spent eating, ruminating and idling. A completely randomized design was used with six replications and four temperature data were evaluated by analysis of variance, and when significant, were compared by Tukey test at 5% probability, for the consumption of nutrients regression analysis was done. There were no differences in feed intake when the animals were subjected to temperatures of 20 and 24°C, but at temperatures of 28 and 32°C, there was a reduction in power of 46% compared to the average of 20 and 24°C, with increasing temperature inside the climate chamber there was an increased water consumption by animals in order to maintain homeothermy, with the increase of temperature within the chamber 20 to 24 to 28 and to 32°C there was an increase in time spent in idle making what animals produce less energy metabolic therefore reducing the heat production endogenous the DM intakes (kg/day and %PV) showed significant differences ($P>0.05$) between the different temperatures, since the consumption of EE, CP and NDF has no influence with increasing temperature.

Keywords: climate chamber, digestibility, nutrient intake

INTRODUÇÃO

A interação animal x ambiente deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade produtiva. Assim, a correta identificação dos fatores que influenciam na vida produtiva do animal, como o estresse imposto pelas flutuações estacionais do meio-ambiente, permitem ajustes nas práticas de manejo dos sistemas de produção, possibilitando dar-lhes sustentabilidade e viabilidade econômica. Dessa forma, o conhecimento das variáveis climáticas, sua interação com os animais e as respostas comportamentais, fisiológicas e produtivas são preponderantes na adequação do sistema de produção aos objetivos da atividade.

De acordo com o NRC (1996), o consumo de nutrientes pode ser influenciado por fatores fisiológicos, como tamanho e composição corporal, demanda da produção, sexo, idade, estágio fisiológico, manejo alimentar e disponibilidade de forragem além de efeitos ambientais, como temperatura, clima e fotoperíodo.

Baccari Junior (2001) relata que além das altas temperaturas, que expõem os animais ao 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. Como conseqüência do estresse calórico, ocorrerá uma redução na ingestão de matéria seca, que resultará em falta de nutrientes para o crescimento, produção e reprodução.

É importante para os sistemas de produção que se tenha conhecimento dos hábitos alimentares dos animais, para que se possam detectar problemas de manejo, alimentação ou saúde, através de alterações nos padrões comportamentais (Pires et al., 2001).

O comportamento ingestivo envolve o consumo de alimento ou de substâncias nutritivas, incluindo sólidos e líquidos, e as diferentes espécies apresentam características particulares quando se refere a comer e beber (Petryna, 2002).

Segundo Ribeiro et al. (2006), mesmo criado em sistema de confinamento, o caprino expressa sua característica seletiva dedicando maior parte do seu tempo a atividade relacionada a alimentação, com uma constante procura por alimento e exercício acentuado de seleção, apresentando também comportamento inquieto em relação as instalações referentes ao cocho e ao beber, entre outras.

A zona de conforto térmico ZCT para caprinos pode variar em função da idade dos animais, categorias, com a gestação e atividades realizadas, segundo BAETA & SOUZA (2010) a ZCT para caprinos esta situada entre 20 e 30°C, sendo a temperatura crítica inferior e superior de -20 e 34 °C, respectivamente.

As necessidades de água para caprinos variam com as estações do ano, temperatura do ar, peso, estágio de produção, tipo e ingestão de alimentos (Abioja et al., 2010), sendo que sob temperaturas elevadas os animais aumentam a ingestão de água, portando, esta deve ser oferecida aos animais criados em clima tropical em quantidade suficiente e qualidade desejável (Brasil et al., 2000; NRC, 2007), visando a reposição das perdas sudativas e respiratórias, além de possível resfriamento corporal, através do contato da água, mais fria que o corpo, com as mucosas do trato digestivo e repor as perdas pela urina, fezes e na produção de leite.

O maior consumo de água ocorre nos horários mais quentes do dia e quando há maiores níveis de suplementação, ou seja, maior consumo de matéria seca e proteínas (Ribeiro et al., 2006; Pompeu et al., 2009). A quantidade de água ingerida e sua frequência de ingestão variam com a composição química do alimento, clima, como também com as características inerentes aos próprios animais. Segundo o NRC (2007) existe uma correlação entre o consumo de matéria e seca e consumo de água, sendo que para cada quilo de matéria seca consumida, o animal deve ingerir 2,87 litros de água.

Diante do exposto, este trabalho foi conduzido com o intuito de avaliar as características nutricionais e o comportamento ingestivo de caprinos da raça Anglo Nubiana submetidos a ambiente termoneutro e sob estresse térmico.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nas dependências do LaCRA – Laboratório de Construções Rurais e Ambientais do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, na cidade de Campina Grande-PB, em uma câmara bioclimática pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola.

Foram utilizados seis caprinos machos e castrados da raça Anglo Nubiana, com idade média de oito meses e com peso vivo médio de $33,63 \pm 0,48$ kg respectivamente. Estes animais foram identificados, pesados, vermifugados, distribuídos aleatoriamente em gaiolas metabólicas, medindo uma área de $0,55 \text{ m}^2$, providas de comedouro e bebedouro e de dispositivo para coletas separadas de fezes e urina.

Os animais foram submetidos a quatro condições climáticas (tratamentos), 20°C - temperatura de limite inferior da ZCT; 24°C - dentro da ZCT; 28°C - dentro da ZCT e 32°C - acima da ZCT, com umidade relativa do ar (UR) fixa em $60\% (\pm 14\%)$ e velocidade do vento (VV) constante em $0,5 \text{ m s}^{-1}$. Antes de começar o experimento, foi feita uma adaptação de 20 dias dos animais as instalações e a dieta experimental.

Em seguida os animais foram mantidos no interior da câmara bioclimática, com iluminação diurnamente e mantido por 10 dias nas condições climáticas pré-determinadas (temperatura), sendo cinco dias de adaptação (período pré-experimental) e cinco dias de coleta de dados (período experimental).

Todos os dias a câmara bioclimática era lacrada as 06:00 horas após o arraçoamento sendo aberta apenas às 16:00, onde os animais ficavam mantidos durante 14:00 horas em temperatura ambiente numa temperatura média de $23,45 \pm 2,75^\circ\text{C}$.

O arraçoamento dos animais foi realizado *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 06:00 e às 16:00 horas. A relação volumoso: concentrado utilizada foi de 50:50 na dieta experimental. A quantidade de ração fornecida diariamente foi ajustada de acordo com o consumo do dia anterior de modo que houvesse sobras em torno de 10% do total fornecido, para que fosse garantido um consumo à vontade.

A água foi fornecida à vontade, sendo quantificado pelo peso da água oferecida diariamente durante todo o período experimental. Verificou-se também a taxa diária de evaporação, através da colocação de um balde dentro da câmara bioclimática, para que fosse quantificada a quantidade de água perdida por evaporação.

A participação dos ingredientes e a composição química da dieta experimental encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Participação dos ingredientes e composição química da dieta experimental com base na matéria seca

| Ingredientes | Kg |
|---------------------------------|------------|
| Farelo de Milho | 34,69 |
| Farelo de Soja | 13,32 |
| Suplemento Mineral ¹ | 1,34 |
| Calcário | 0,45 |
| Feno de Tifton | 50,20 |
| Composição Química | (%) |
| Matéria Seca | 90,84 |
| Proteína Bruta | 13,15 |
| Extrato Etéreo | 1,43 |
| Fibra em Detergente Neutro | 51,94 |

¹Suplemento mineral (nutriente/kg de suplemento): vitamina A 135.000,00 U.I.; Vitamina D3 68.000,00 U.I.; vitamina E 450,00 U.I.; cálcio 240 g; fósforo 71 g; potássio 28,2 g; enxofre 20 g; magnésio 20 g; cobre 400 mg; cobalto 30 mg; cromo 10 mg; ferro 2500 mg; iodo 40 mg; manganês 1350 mg; selênio 15 mg; zinco 1700 mg; flúor máximo 710 mg; Solubilidade do Fósforo(P)emÁcido Cítrico a 2% (min.).

O ensaio de digestibilidade foi realizado durante todo período experimental com coleta total de material (fezes, amostras da dieta e sobras) e as mesmas foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer.

Após o término do período de coleta, todas as amostras foram descongeladas, secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72h e, em seguida processadas e moídas em moinho tipo Willey de modo a passarem por peneira com crivo de 1mm de diâmetro, para posterior determinação da composição química.

As análises químico bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LAANA) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Os ingredientes, sobras e fezes foram analisadas para quantificação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) segundo a AOAC (2005). Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN), foi utilizada a metodologia determinada pelo fabricante do aparelho ANKON, da *Ankon Technology Corporation*, com modificações relacionadas aos sacos, uma vez que foram utilizados sacos de TNT (tecido não

tecido) gramatura 100 mm, confeccionados no próprio laboratório. O consumo de matéria seca e dos nutrientes foi calculado mediante a diferença entre as quantidades oferecidas e sobras.

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade da MS, EE, PB e FDN, foi efetuada coleta total das fezes, registrando-se a quantidade excretada por cada animal durante três dias. Posteriormente, o material coletado (de cada dia) foi homogeneizado, retirando-se uma alíquota de 30% para confecção de uma amostra composta por animal (de todos os dias de coleta), que em seguida foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados a -15°C, até o processamento das análises laboratoriais. Para o cálculo do coeficiente de digestibilidade (CD), foi utilizada a seguinte equação:

$$CD (\%) = \frac{(\text{nutriente consumido} - \text{nutriente excretado nas fezes})}{\text{nutriente consumido}} * 100 \quad (5)$$

As observações referentes ao comportamento ingestivo dos animais foram realizadas por 24 horas, entre 06:00 horas do primeiro dia de colheita até 06:00 horas do dia seguinte, de forma visual, pelo método de varredura instantânea, a intervalos de cinco minutos e registradas em formulários previamente elaborados. As variáveis comportamentais observadas e registradas foram: ócio em pé (OEP), ócio deitado (OD), em pé comendo (EPC), em pé ruminando (EPR) e deitado ruminando (DR).

Analisaram-se, a partir desses dados, os tempos médios em ócio, ruminação e em alimentação, observando-se também de forma contínua, o número de vezes em que o animal defecou, urinou e procurou água. A procura pela água foi registrada como sendo o número de vezes que o animal procurava o bebedouro e bebia água.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis repetições (animais) e cinco dias de exposição para cada tratamento (temperatura), os dados foram avaliados por meio de análise de variância e, quando significativos, foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Foi efetuada análise de variância e de regressão nos dados relativos ao consumo de nutrientes

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de consumo de ração em temperatura ambiente (CRTA), consumo de ração sob temperatura controlada (CRSTC), consumo de ração total do dia (CRdia), consumo de água em temperatura ambiente (CATA), consumo de água sob temperatura controlada (CAE) e consumo de água total do dia (CADia), estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Médias consumo de ração em temperatura ambiente (CRTA), consumo de ração sob temperatura controlada (CRSTC), consumo de ração total do dia (CRdia), consumo de água em temperatura ambiente (CATA), consumo de água sob temperatura controlada (CAE) e consumo de água total do dia (CADia).

| Variáveis (kg/dia) | Temperatura (°C) | | | | | | | |
|--------------------|------------------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| | 20 | | 24 | | 28 | | 32 | |
| CRTA | 0,51 | ± 0,01a | 0,52 | ± 0,01a | 0,54 | ± 0,03a | 0,54 | ± 0,02a |
| CRSTC | 0,56 | ± 0,02a | 0,53 | ± 0,01a | 0,40 | ± 0,04b | 0,18 | ± 0,10c |
| CRdia | 1,07 | ± 0,25a | 1,05 | ± 0,23a | 0,94 | ± 0,20b | 0,72 | ± 0,09c |
| CATA | 0,66 | ± 0,06c | 0,92 | ± 0,35b | 0,93 | ± 0,36b | 1,00 | ± 0,26a |
| CASTC | 0,66 | ± 0,07d | 0,99 | ± 0,38c | 1,22 | ± 0,46b | 1,54 | ± 0,65a |
| CADia | 1,32 | ± 0,13d | 1,91 | ± 0,71c | 2,15 | ± 0,81b | 2,54 | ± 0,85a |

Médias nas linhas seguidas de mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste Tukey

O CRTA não diferiram estatisticamente entre as diferentes temperaturas ($P>0,05$), também não houve diferenças no CRSTC quando os animais foram submetidos as temperaturas de 20 e 24°C, pois os animais estavam numa ZCT (0,56 e 0,53kg), porém, na temperaturas de 28°C, mesmo com os animais mantidos dentro da ZCT, houve uma redução na alimentação (26% em relação a média de 20 e 24°C), e em 32°C (66% em relação à média de 20 e 24°C), demonstrando que os animais mantidos em ITGU de 82,55; caracterizando estresse térmico para os animais, afetando a ingestão de alimentos.

Esta redução na ingestão voluntária de alimentos dos animais quando submetidos ao estresse térmico corrobora os dados obtidos por Head (1989), com vacas holandesas e Baccari et al. (1996a e 1996b), em pesquisas com cabras Saanen e Saanen/Nativas, demonstrando que animais ao serem submetidos a estresse por calor há uma diminuição na ingestão de alimentos como mecanismos de diminuir da produção de calor proveniente da fermentação ruminal,

quanto mais calor endógeno produzido, maior será o esforço para dissipar o calor excedente para o ambiente (Ferreira, 2005).

Corroborando com este estudo, Brasil et al. (2000), trabalhando com cabras da raça Parda Alpina, na 5ª semana de lactação, mantidos em câmara climática por 56 dias, onde submeteu um grupo de animais ao estresse térmico e outro grupo em condições de termoneutralidade, observaram que os animais estressados reduziram a ingestão de alimentos e duplicaram o consumo de água, diminuindo com isso a produção de leite, a porcentagem de gordura, de proteína, de lactose e de sólidos totais.

O consumo de água diminuiu com a elevação da temperatura experimental, onde observa-se que entre o maior consumo (1,54 kg/dia), na temperatura de 32°C e o menor consumo (0,66 kg/dia), na temperatura de 20°C, uma diferença de 0,88 kg/dia (43%). Os animais mantidos dentro da ZCT também apresentaram diferenças no consumo, que foi de 0,33 kg/dia, demonstrando que pequenas elevações na temperatura há uma maior exigência por água pelos caprinos.

O maior consumo de água com a elevação da temperatura deve-se a necessidade de esfriar o organismo por condução e repor a água evaporada pelas vias respiratórias e cutânea. Os dados concordam com os observados por Baccari et al. (1996a e 1996b), que, trabalhando com cabras Saanen e Saanen-Nativas em lactação, encontraram diferenças significativas no consumo de água dos animais em ambientes quentes. Esses resultados concordam com os encontrados por Pires (1998) e Titto (1998) que afirmaram que um dos mecanismos disponibilizados pelo animal, para combater o excesso de temperatura, é o aumento da ingestão de água e diminuição da atividade nas horas mais quentes do dia, visando à reposição das perdas sudativas e respiratórias, além de um possível resfriamento corporal.

Araújo et al. (2010) citam que entre os fatores que afetam o consumo de água estão o calor, que promove o aumento mais efetivo no consumo de água e o consumo de matéria seca que mantém uma relação direta com o consumo de água e suplementação mineral. Correlacionando o consumo de MS (kg/dia) e CASTC, observa-se que esta foi de 1:1,26; 1:1,92; 1:2,34 e 1:3,79 para as temperaturas de 20, 24, 28 e 32°C, respectivamente, e segundo o NRC (2007), o ideal é um consumo de 1:2,87 litros/dia, portanto observa-se que nas temperaturas de 20 a 28°C um consumo abaixo do recomendado e na temperatura de 32°C um consumo acima do esperado, demonstrando a influência da alta temperatura no consumo deste

nutriente, e este maior consumo pode influenciar na taxa de passagem do alimento, que pode ser mais acelerada.

Barreto et al. (2010) comentam que os fatores que afetam o consumo de água são calor, que promove aumento mais efetivo no consumo de água; suplementação mineral principalmente em fêmeas gestantes e lactantes e confinamento, sendo que animais estabulados tendem a aumentar o consumo em relação aos que estão em pastejo.

Abioja et al. (2010) citam que em condições de temperaturas ambiente elevadas os animais aumentam a ingestão de água (0,5 kg por animal), sendo conveniente o oferecimento em quantidade e qualidade desejável. Corroborando com este trabalho, Mendes et al. (1976) testando quatro níveis de energia na dieta fornecida a ovinos, submetidos à duas faixas de temperatura ambiental (32-35°C e 22-25°C), verificaram maior ingestão de água, sendo esta significativamente afetada pela temperatura ambiental, não sendo influenciada pelo nível de energia da ração.

Gupta & Acharya (1987), avaliando a tolerância ao calor de ovinos expostos ao sol nos horários das 8:00h e às 15:00h, em região semiárida, registraram consumos de água variando de 2,74 a 3,44 kg/animal/dia, as temperaturas do ar médias foram de 31,13°C (manhã) e 41,68°C (tarde) respectivamente, sendo o consumo de água influenciado diretamente pelo aumento da temperatura ambiental.

Pádua & Silva (1996) em trabalho analisando o efeito do estresse térmico sobre o desempenho de borregos da raça Ideal, registraram maior consumo de água dos animais submetidos ao tratamento térmico, quando comparados a testemunha, $2,70 \pm 0,24$ kg/dia e $1,68 \pm 0,18$ kg/dia respectivamente.

Souto et al., (1990), determinando o consumo de alimento e água por ovinos mantidos em câmara climática com temperaturas de 22-25°C e 32-35°C, empregando-se dietas com quatro níveis de energia metabolizável, concluíram que o consumo de água foi diretamente relacionado com a temperatura ambiente.

Corroborando com este estudo, Brasil et al. (2000), trabalhando com cabras da raça Parda Alpina, na 5ª semana de lactação, onde submeteu a um estresse térmico, mantidos em câmara climática por 56 dias e o outro grupo em condições de termoneutralidade, os animais estressados reduziram a ingestão de alimentos e duplicaram o consumo de água.

Na Tabela 3, estão apresentadas as médias dos tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio, dos consumos de matéria seca (CMS), consumo de extrato etéreo (CEE),

consumo de proteína bruta (CPB), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), coeficiente de digestibilidade aparente da MS (CDAMS), coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo (CDAEE), coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) e o coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (CDAFDN) de caprinos da raça Anglo Nubiano em diferentes temperaturas, onde foram constatadas diferenças (P 0,05) relacionadas no tempo gasto com alimentação (5,5; 5,1; 4,8 e 4,3h), ruminação (8,6; 6,5; 5,2 e 4,7) e ócio (9,9; 12,4; 14,0 e 15,0) entre todas as temperaturas que os caprinos foram submetidos. Uma das primeiras reações fisiológicas que os animais apresentam ao serem colocados sob estresse térmico é reduzir o consumo de alimentos, o que foi observado neste estudo que com o aumento da temperatura houve uma diminuição no tempo de alimentação, conseqüentemente aumentando o tempo em ócio.

De acordo com Fischer et al. (1997), existem diferenças entre indivíduos quanto à duração e à distribuição das atividades de ingestão e ruminação, que parecem estar relacionadas ao apetite dos animais, às diferenças anatômicas e ao suprimento das exigências energéticas ou repleção ruminal, que seriam influenciadas pela relação volumoso:concentrado.

Segundo Santos et al. (2011), mudanças nos padrões do comportamento dos animais são reflexos da tentativa do animal de se libertar ou escapar de agentes ou estímulos estressantes e a redução na ingestão de alimentos, aumento na ingestão de água e a procura por sombra por partes dos animais, são respostas imediatas ao estresse pelo calor (Silanikove, 2000).

Van Soest (1994) relatou que, para animais estabulados, o tempo gasto com alimentação é de aproximadamente uma hora para alimentos com alta proporção de grãos e até mais de seis horas para fontes com alto teor de volumoso. Assim, o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e provavelmente é proporcional à quantidade de parede celular dos volumosos, ou seja, quanto maior o teor de fibra na dieta, maior o tempo despendido em ruminação. No entanto, nesta pesquisa foi verificada diferença no tempo de alimentação entre as temperaturas.

Em relação ao tempo de ócio, verificou-se que na temperatura de 20°C (limite inferior da ZCT), onde o ITGU foi de 60,52; caracterizando numa situação normal para caprinos, os animais passaram menos tempo em ócio (9,9h), tendo em vista, que para reagir a situações de baixa temperatura os ruminantes também elevam sua produção metabólica de calor, neste

caso aumentando o tempo de alimentação (5,5h) e de ruminação (8,6h) sendo uma forma de elevar a temperatura, é um método eficiente uma vez que a energia metabolizada é mais concentrada para produção de energia térmica.

Segundo Costa et al. (1983), o comportamento de ócio é considerado como sendo o período em que os animais não estão comendo, ruminando ou ingerindo água. O aumento da temperatura no interior da câmara bioclimática reduziu os períodos de ruminação e, por consequência, elevaram o tempo diário do animal em ócio, de acordo com Pereyra & Leiras (1991), a ruminação depende da qualidade do alimento, quanto melhora qualidade, menor o tempo de ruminação e quanto menor a temperatura maior o tempo de ruminação, justamente para aumentar a produção de calor endógeno.

Já quando os animais foram submetidos as temperaturas de 24 e 28°C (dentro da ZCT) e ITGU de 73,42 e 78,21 (crítico) e 32°C (acima da ZCT), e um ITGU de 82,51, também crítico, o tempo em ócio foi aumentado justamente como forma de evitar essa produção de calor endógeno (12,4; 14,0 e 15,0h), nas temperaturas de 24, 28 e 32°C, pois de acordo com Titto et al. (1999), em estudos de tolerância ao calor, citam que embora os ruminantes apresentem alta capacidade de manter a homeotermia, em situações de temperaturas elevadas a termólise não ocorre de maneira satisfatória, ocasionando a ação de outros mecanismos para que a dissipação de calor aconteça, como o aumento da FC e da circulação periférica e da FC, que são mecanismos importantes para o equilíbrio homeotérmico, contudo eleva o gasto de energia que poderia ser utilizada para produção.

Tabela 3. Médias dos tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio de caprinos da raça Anglo Nubiano em diferentes temperaturas

| Variáveis | Temperatura (°C) | | | | | | | |
|---------------------|------------------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| | 20 | | 24 | | 28 | | 32 | |
| Alimentação (h/dia) | 5,5 | ± 1,73a | 5,1 | ± 1,20b | 4,8 | ± 1,20c | 4,3 | ± 0,81d |
| Ruminação (h/dia) | 8,6 | ± 1,20a | 6,5 | ± 3,02b | 5,2 | ± 3,30c | 4,7 | ± 0,90d |
| Ócio (h/dia) | 9,9 | ± 1,83d | 12,4 | ± 3,15c | 14,0 | ± 2,81b | 15,0 | ± 0,63a |

Médias nas linhas seguidas de mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste Tukey

Os valores médios de consumos de matéria seca (Kg/dia e %PV) pelos caprinos apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre as diferentes temperaturas; o consumo de extrato etéreo, proteína bruta e fibra em detergente neutro foram semelhantes ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3), o que pode significar em menor aporte de nutrientes para os

animais, que pode prejudicar seu crescimento, produção, reprodução, etc. A redução no consumo de MS (%PV) também ocorreu dentro ZCT, que ficaram com média de 3,16 e 3,02 kg/dia, respectivamente, dentro do preconizado pelo NRC (1985), onde caprinos devem consumir ente 3 a 5% do PV. Nas temperaturas de 28 e 32°C o consumo ficou abaixo do estabelecido (NRC, 1985), o que pode comprometer a manutenção e/ou desenvolvimento dos animais.

Avaliando o efeito de quatro níveis de energia da ração, sobre o comportamento nutricional de ovinos, mantidos em câmara climática a temperatura de 32-35°C e umidade relativa do ar de 75%, Mendes et al. (1976) concluíram que as temperaturas as quais foram submetidos os ovinos afetaram significativamente os CMS.

De acordo com Beede e Collier (1986) o CMS é muito afetada pela temperatura ambiente e diminui a partir de 25 a 27°C de temperatura média diária. As condições ambientais como temperatura ambiente e umidade relativa do ar são interrelacionadas e seus efeitos combinados devem ser considerados quando se determina a influência do estresse térmico sobre a ingestão de alimentos. Desta forma, o índice de temperatura e umidade (ITGU) pode descrever mais adequadamente a sensação térmica que incide sobre os animais, conforme Brown et al. (1988).

Sergent et al. (1985) relataram que reduções no CMS se iniciam quando o ITGU mínimo excede 78 e continua até atingir 85 e observaram redução de 22% no consumo de MS diário de vacas Jersey dentro das condições de ITGU máximo de 79. Tais resultados estão em concordância com os obtidos no presente experimento, em que foi observado valor médio de ITGU de 78, com redução no CMS. Também Habeeb et al. (1992) reportaram acentuada redução no CMS em vacas leiteiras sob situação de estresse térmico.

Dessa forma, os caprinos sob termoneutralidade ingeriram, em média, 3,02 e %PV e 0,99 kg/d de MS (Baccari et al.,1996), para cabras Saanen e Saanen/Nativas, pois, segundo Ferreira (2005), quando os animais são mantidos em estresse por calor, seu organismo utiliza mecanismos para diminuir a produção de calor proveniente da fermentação ruminal porque, quanto mais calor endógeno produzido, maior será o esforço para dissipar o calor excedente para o ambiente. Assim, o primeiro mecanismo utilizado é a redução do consumo de alimentos.

Vários fatores podem contribuir para a diversidade nas respostas, desde o nível de concentrado da dieta até mecanismos de adaptação na absorção de nutrientes, neste trabalho,

não foram constatadas diferenças relacionadas ao CDAMS, CDAEE, CDAPB e CDAFDN, com o aumento da temperatura no interior da câmara bioclimática, como descrito na Tabela 3.

Os animais quando submetidos as temperaturas de 28 e 32°C, de acordo com o ITGU de 78,21 e 82,55 caracterizando uma situação de perigo limitaram a ingestão de alimentos quando a temperatura ambiente aumentava e, muitas vezes necessitavam de estímulo para se levantar nos horários das coletas das variáveis estudadas, pois aumentaram significativamente o tempo em ócio. Além disso, o aumento na temperatura (estresse térmico), torna o metabolismo acelerado, este fato, associado à redução do CMS, faz com que a taxa de passagem da digesta pelo trato gastro intestinal se torne mais rápida, refletindo num aumento da atividade e motilidade ruminal, devido maior exposição dos alimentos à atividade microbiana (Silanikove, 1992).

Estudando o efeito de quatro faixas de temperatura em câmara climática, Huertas et al. (1974), concluíram que a elevação da temperatura ambiente afetou os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína e da energia bruta da ração, provavelmente pelo fato de existir altos teores de concentrado na dieta dos ovinos.

Segundo Doreau et al. (2003), a principal causa da variação na digestibilidade da dieta é o tempo de retenção de partículas no rúmen. Dessa forma, o aumento na temperatura levaria a um aumento na digestibilidade por ativar os microrganismos e aumentar a motilidade e a degradabilidade a nível de rúmen.

Tabela 4. Consumo de matéria seca (CMS), consumo de extrato etéreo (CEE), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), coeficiente de digestibilidade aparente da MS(CDAMS), coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo (CDAEE), coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) e o coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (CDAFDN) de caprinos da raça Anglo Nubiano

| Variáveis | Temperatura (°C) | | | | Equação de Regressão | R ² |
|-------------|------------------|-------|-------|-------|---------------------------------|----------------|
| | 20 | 24 | 28 | 32 | | |
| CMS (%PV) | 3,16 | 3,02 | 2,78 | 2,67 | $Y = 3,372 - 0,208x + 0,007x^2$ | 0,98 |
| CMS (kg/d) | 1,04 | 0,99 | 0,92 | 0,67 | $Y = 0,95 + 0,132x - 0,05x^2$ | 0,98 |
| CEE (kg/d) | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | $Y = 0,02$ | - |
| CPB (kg/d) | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | $Y = 0,032 + 0,011x - 0,002x^2$ | - |
| CFDN (kg/d) | 0,20 | 0,22 | 0,20 | 0,20 | $Y = 0,185 + 0,023x - 0,005x^2$ | - |
| CDAMS (%) | 69,23 | 69,99 | 72,69 | 73,99 | $Y = 67,90 + 1,023x + 0,135x^2$ | 0,96 |
| CDAEE (%) | 70,26 | 70,84 | 70,97 | 71,95 | $Y = 70,20 + 0,02x + 0,1x^2$ | 0,94 |
| CDAPB (%) | 70,37 | 70,50 | 70,95 | 70,97 | $Y = 69,99 + 0,362x - 0,027x^2$ | 0,90 |
| CDAFDN (%) | 55,29 | 55,78 | 56,39 | 57,12 | $Y = 55,28 - 0,253x + 0,182x^2$ | 0,95 |

Neste trabalho, foram constatadas diferenças relacionadas às variáveis fisiológicas, quantidade de vezes que o animal defecou (fezes), produção fecal (kg), quantidade de vezes que o animal urinou (urina), produção de urina (kg), procura por água expressa em número de vezes por dia e consumo de água (kg), como descrito na Tabela 5, onde com o aumento da temperatura (20; 24; 28 e 32°C) houve também um aumento na frequência de defecação (14,17; 15,23; 16,23 e 17,33), porém, fezes mais leves, isso devido ao fato de o animal está perdendo água por outros meios de dissipação de calor como aumento da frequência em micção que foi de 11,33; 13,50; 15,60 e 19,33; houve também uma maior frequência na procura por água (10,33; 11,17; 14,07 e 18,00).

A procura pela água foi registrada como sendo o número de vezes que o animal procurava o bebedouro, com o aumento da temperatura no interior da câmara bioclimática, pois há uma relação direta entre aumento da temperatura ambiente e procura e consumo de água, pois a água funciona como um termorregulador (dissipador) baixando a temperatura corporal, nas condições desse experimento o aumento da ingestão de água teve como função repor perdas dos líquidos corporais por sudorese e sistema respiratório, além de ocasionado um possível resfriamento corporal, por meio do contato da água com as mucosas do trato digestório, de uma maneira geral o maior consumo de água maximizou a utilização da água, fazendo com os animais reduzissem o volume urinário e defecando fezes mais secas, conseqüentemente mais leves e com uma maior frequência, também com o objetivo de dissipar calor de origem endógena.

Portugal et al. (1996), relataram que a frequência de eliminação, no que se refere tanto à defecação quanto à micção, pode estar relacionada com o volume, qualidade, tipo do alimento consumido pelos animais, consumo de água e variações ambientais. Estes mesmos autores, ao analisarem a frequência para defecar e urinar de vacas holandesas em confinamento alimentadas com ração completa, durante os meses de inverno e verão, verificaram que a frequência do número de animais urinando e defecando, foi maior no período mais quente (verão), concordando com os resultados deste trabalho.

Tabela 5. Médias das variáveis fisiológicas, fezes, produção fecal (kg), urina, produção de urina (kg), procura por água expressa em número de vezes por dia e consumo de água (kg) de caprino da raça Anglo Nubiana sob diferentes temperaturas em câmara bioclimática

| Variáveis | 20 | | 24 | | 28 | | 32 | |
|------------|-------|---------------------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
| Fezes | 14,17 | ± 0,58c | 15,23 | ± 0,76b | 16,23 | ± 0,56b | 17,33 | ± 0,58a |
| Fezes (kg) | 0,83 | ± 0,35 ^a | 0,74 | ± 0,33a | 0,73 | ± 0,20a | 0,69 | ± 0,22a |
| Urina | 11,33 | ± 0,68d | 13,50 | ± 0,42c | 15,60 | ± 0,71b | 19,33 | ± 0,21a |
| Urina (kg) | 0,62 | ± 0,30 | 0,59 | ± 0,25 | 0,54 | ± 0,22 | 0,49 | ± 0,22 |
| Água | 10,33 | ± 1,34 | 11,17 | ± 0,85 | 14,07 | ± 1,68 | 18,00 | ± 1,11 |
| Água (kg) | 1,32 | ± 0,13 | 1,91 | ± 0,71 | 2,15 | ± 0,81 | 2,54 | ± 0,85 |

Médias nas linhas seguidas de mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste Tukey

Com relação à temperatura ambiente, Cândido et al. (2004) e Pompeu et al. (2009) observaram maiores consumos de água por ovinos mantidos em pastagens nos horários mais quentes do dia. No estudo realizado por Cândido et al. (2004), isto aconteceu entre 08h e 14h, enquanto no trabalho conduzido por Pompeu et al. (2009), o intervalo de maior consumo de água foi das 11h às 14h, evidenciando que nos períodos mais quentes do dia, que são conciliados com o maior tempo em atividade dos animais em pastejo. A exposição do animal a elevadas temperaturas do ar afeta a utilização da água de duas maneiras: a primeira pela redução no consumo de alimentos e a segunda pela estimulação positiva dos mecanismos fisiológicos de resfriamento evaporativo e cutâneo (NRC, 2007).

Segundo Winchester e Morris (1956), até 26°C os animais tendem a beber água com mais frequência em torno do meio dia, no final da tarde e à noite; acima de 32°C o tempo de ingestão tende a ficar mais curto e os animais aumentam a frequência do beber, fazendo este ato a cada duas horas. Na literatura encontram-se dados consistentes de que o efeito do aumento da temperatura do ar, eleva o consumo de água ruminantes (NCR, 2007).

CONCLUSÕES

Com o aumento da temperatura no interior da câmara bioclimática os animais diminuíram o consumo de alimentos, aumentaram o tempo em ócio e diminuíram o tempo em ruminação e alimentação como mecanismo de retardo do metabolismo, evitando a produção de calor via digestão.

Houve um aumento no consumo de água por parte dos caprinos, tendo em vista que água funcionou como refrigerante térmico dos animais;

Os consumos de MS (Kg/dia e %PV) apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre as diferentes temperaturas, tendo em vista que houve uma diminuição na ingestão de alimentos;

Os consumos de EE, PB e FDN não sofreram influência com o aumento da temperatura;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abijaoude, J.A.; Morand-Fehr, P.; Tessier, J.Sauvant, d. Diet effect on the daily feeding behavior, frequency and characteristics of meals in dairy goats. **Livestock Production Science**, v.64, n.1, p.29-37, 2000.

Abioja, M.O.; Osinowo, O.A.; Adebambo, O.A.; Bello, N.J.; Abiona, J.A. Water restriction in goats during hot-dry season in the humid tropics: feed intake and weight gain. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.226, p.195-203, 2010.

Association of Official Analytical Chemists - AOAC. **Official methods of analysis of the association analytical chemists**. 18.ed. Maryland: AOAC, 2005.

Baccari Jr., F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142p.

Baccari Jr.; Gonçalves, H.C.; Muniz, L.M.R. Milk production serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen - Native goats during thermal stress. **Revista Brasileira de Veterinária e Zootecnia**, v.8, n.6, p.9-14, 1996.

Barreto, L. M. G.; Medeiros, A. N. de.; Batista, A. M. V; Furtado, D. A.; Araújo, G. G. L. de; Lisboa, A. C. C.; Paulo, J. L. de A.; Souza, C. M. S. de. Comportamento ingestivo de caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento recebendo dois níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.834-842, 2011.

Beede, D.K. and R.J. Collier. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. **Journal Animal Science**, v.62, n.2, p.543-554, 1986.

Brasil, L.H.A.; Wechesler, F.S.; Baccari Jr. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1632-1641, 2000.

Brown, D.L.; Morrison, S.R.; Bradford, G.E. Effects of ambient temperature on milk production of Nubian and Alpine goats. **Journal Dairy Science**, v.71, n.9, p.2486-90, 1988.

Bürger, P.J.; Pereira, J.C.; Queiroz, A.C. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

Cândido, M. J. D.; Benevides, Y. I.; Farias, S. F.; da Silva, R. G.; Peixoto, M. J. A.; Aquino, D. C.; Bozzi, R.; Neiva, J. N. M. Comportamento de ovinos em pastagem irrigada sob lotação rotativa com três períodos de descanso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41. **Anais...**, Campo Grande. A produção animal e a segurança alimentar: anais. Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia: Embrapa Gado de Corte, 2004.

Costa, M.J.R.P.; Mesquita, J.C.; Junqueira Filho, A.A. Comportamento de vacas Holandesas em pastagem. In: Encontro Paulista de Etologia, 1, Jaboticabal, 1983. **Anais...** Jaboticabal-SP: UNESP/FCAVJ, 251p. 1983.

Doreau, M.; Michalet-Doreau, B.; Grimaud, P.; Atti, N.; Nozière, P. Consequences of underfeeding on digestion and absorption in sheep. **Small Ruminant Research** v.49, n.3, p.289–301, 2003.

Ferreira, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 371p., 2005.

Fischer, V.; Deswysen, A.G.; Despres, L.; Dutilleul, P.; Lobato, J.F.P. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.362-369, 1998.

Gupta, U. D.; Acharya, R. M. Heat tolerance in different genetic groups of sheep in semi-arid conditions. **Indian Journal Animal Science**, v.57, n.12, p.1314-1318, 1987.

Habeeb, A.L.M.; Maray, I.F.M.; Kamal, T.H. Farm animals and the environment. 428p., 1992.

Huertas, A. A. G.; Silva, J. F. C. da; Campos, O. F. de. Efeito da temperatura ambiente sobre o consumo, digestibilidade e a retenção dos nutrientes em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.3, n.2, p.245-268, 1974.

Lisboa, A.C.C.; Furtado, D.F.; Medeiros, A.N.; Costa, R.G.; Queiroga, R.C.R. do E.; Barreto, L.M.G. Quantitative characteristics of the carcasses of Moxotó and Canindé goats fed diets with two different energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1046-1565-1570, 2010.

Macedo Júnior, G. L.; Zanine, A. M.; Borges, I.; Pérez, J. R. O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v.17, n.1, p.7-18, 2007.

Macedo Júnior, G. L.; Ferreira, M. I. C.; Borges, I.; Silva, V. B.; Couto, J. R. L.; Cavalcanti, L. F. L. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas por ovelhas gestantes submetidas ou não à restrição nutricional. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.11, n.1, p 179-192, 2010

Martins, A.S.; Prado, I.N.; Zeoula, L.M. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.269-277, 2000.

Mendes, M. de A.; Leão, M. I.; Silva, J. F. C. da. Efeito da temperatura ambiente e do nível de energia da ração sobre os consumos de alimentos e de água e algumas variáveis fisiológicas de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.5, n.2, p.173-187, 1976.

National Research Council - NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 244p., 1996.

National Research Council - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, DC, 384 p., 2007.

Padua, J. T.; Silva, R. G. da. Efeito do estresse térmico e de raça sobre características fisiológicas e de desempenho em borregos desmamados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996b. v.1, p.654-656.

Pereyra, H.; Leiras, M.A. Comportamento Bovino de Alimentación, Rumia y Bebida. **Fleckvieh-Simental**, v.9, n.51, p.24-27, 1991.

Petryna, A.; Etologia: **Introducción a la Producción Animal y p Animal I**. Universidade Nacional Del Rio Cuarto - UNRC, 2002.

Pires, M. F. A.; Verneque, R. S.; Vilela, D. Ambiente e comportamento animal na produção de leite. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.22, n.211, p. 11-22, jul/ago, 2001.

Pompeu, R. C. F. F.; Rogério, M. C. P.; Cândido, M. J. D.; Neiva, J. N. M.; Guerra, J. L. L.; Gonçalves, J. S. Comportamento de ovinos em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação com concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.2, p. 374-383, 2009.

Portugal, J.A.B. Análises da frequência e posições preferenciais para defecar e urinar em vacas holandesas criadas em sistema intensivo, durante os meses de verão e inverno. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996, CD-ROM.

Ribeiro, V.L.; Batista, A.M.V.; Carvalho, F.F.R. Comportamento ingestivo de caprinos Moxotó e Canindé submetidos a alimentação a vontade e restrita. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.28, n.3, p.331-337, 2006.

Santos, M.M. dos; Azevedo, M. de; Costa, L.A.B. da; Silva Filho, F.P.; Modesto, E.C.; Lana, A.M.Q. Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, de diferentes pelagens, em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.33, n.3, p.287-294, 2011.

Sergent, D.; Berbigier, P.; Kann, G. The effect of sudden solar exposure on thermo physiological parameters and on plasma prolactin and cortisol concentrations in male creole goats. **Reproduction Nutrition Development**, v.25, n.4A, p.629-40, 1985.

Silanikove, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, n.2, p.1-18. 2000

Souto, P. R. L.; Milagres, J. C.; Silva, J. F. C. da. Consumo, digestibilidade, reações fisiológicas e componentes sanguíneos de ovinos submetidos a diferentes temperaturas e a dietas com diferentes níveis de energia. II - Reações fisiológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.9, p.1253-1259, 1990.

Swenson, H.J. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11ªed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 856p., 1996.

Van Soest, P.J. **Nutrition ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca Cornell University Press, 476p., 1994.