



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DIOGO HENRIQUE MENDES MARQUES

**RESPOSTAS TERMORREGULADORAS E PRODUTIVAS DE
CABRAS SAANEN ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE
CANA-DE-AÇÚCAR EM SUBSTITUIÇÃO À SILAGEM DE MILHO**

**RECIFE
2011**

DIOGO HENRIQUE MENDES MARQUES

**RESPOSTAS TERMORREGULADORAS E PRODUTIVAS DE
CABRAS SAANEN ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE
CANA-DE-AÇÚCAR EM SUBSTITUIÇÃO À SILAGEM DE MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção de Ruminantes.

Orientadora: Prof^a. Dra. Lúcia Helena de Albuquerque Brasil (UFRPE)

Co-orientador: Prof. Dr. Marcílio de Azevedo (UFRPE)

Conselheiros: Prof^o. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho (UFRPE)

Prof^a. Dra. Maria Norma Ribeiro (UFRPE)

**RECIFE
2011**

Ficha catalográfica

M357r Marques, Diogo Henrique Mendes
Respostas termorreguladoras e produtivas de cabras
Saanen alimentadas com níveis crescentes de cana-de-
açúcar em substituição à silagem de milho / Diogo Henrique
Mendes Marques. –
Recife, 2011.
60 p. : il.

Orientadora: Lúcia Helena de Albuquerque Brasil.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia,
Recife, 2011.
Referências.

1. Caprinocultura 2. Cabras leiteiras 3. Nutrição
4. Bioclimatologia 5. Estresse térmico 6. Termorregulação
I. Brasil, Lúcia Helena de Albuquerque, orientadora II. Título

CDD 636

DIOGO HENRIQUE MENDES MARQUES

**RESPOSTAS TERMORREGULADORAS E PRODUTIVAS DE CABRAS SAANEN
ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM
SUBSTITUIÇÃO À SILAGEM DE MILHO**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em 31 de agosto de 2011, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, na área de Produção de Ruminantes da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientadora:

Prof^a Dra. Lúcia Helena de Albuquerque Brasil
Universidade Federal Rural de Pernambuco / DZ

Banca examinadora:

Prof^a Dr. Heliton Pandorfi
Universidade Federal Rural de Pernambuco / DTR

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho
Universidade Federal Rural de Pernambuco / DZ

Prof. Dr. Marcílio de Azevedo
Universidade Federal Rural de Pernambuco / DZ

**Recife
Agosto/2011**

BIOGRAFIA DO AUTOR

Diógo Henrique Mendes Marques, filho de Dionízio Veríssimo Marques e Denize Mendes Marques, nasceu em 01 de abril de 1980, em Recife-PE, Brasil. Atualmente é funcionário do Banco do Nordeste do Brasil S.A. (BNB), onde ingressou como *trainee* desde 2002, exercendo função na área de análise técnica e acompanhamento de financiamentos rurais no Estado de Pernambuco. Atuou na mobilização e organização dos funcionários desta empresa na condição de representante da Associação dos Funcionários do BNB (AFBNB) e de delegado sindical, além de compor a Comissão Organizadora do V Encontro de Técnicos de Campo do BNB. É técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Vitória de Santo Antão (atual Instituto Federal de Pernambuco – IFPE) e formado em 2009 nos cursos de Zootecnia e Licenciatura no setor de Técnicas Agropecuárias pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Quando acadêmico, foi aluno do Programa Especial de Treinamento (atual Programa de Educação Tutorial - PET), sob a tutoria das professoras Dra. Ângela Maria Vieira Batista e Dra. Maria Norma Ribeiro; participou ainda do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/FACEPE), com trabalhos nas áreas de Nutrição de ruminantes e conservação de forragens, tendo como orientadora a professora Dra. Adriana Guim; atuou também no movimento estudantil na condição de secretário do Diretório Acadêmico de Zootecnia. Em março de 2009 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal Rural de Pernambuco como aluno regular, sob orientação da professora Dra. Lúcia Helena de Albuquerque Brasil, na Área de Produção de Ruminantes, trabalhando na linha de pesquisa sobre adaptabilidade de animais de interesse zootécnico nas condições dos trópicos, apresentando defesa da Dissertação em agosto de 2011 para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Nessa recente trajetória de estudos, pesquisas e experimentação, inerentes à pós-graduação, não há quem tenha maior percepção do quão alto foi esse investimento e das dificuldades de conciliação: mestrado x família x trabalho. Ninguém sentiu tão de perto o custo da minha indisponibilidade, da dedicação e do tempo semeado nesse trabalho, das turbulências dos momentos decisivos, dos dilemas e contradições vivenciados...

Foi ela quem me motivou a dar o primeiro passo e foi também fundamental para que eu chegasse ao final.

Seu companheirismo, sinceridade, amabilidade e temor ao Senhor, são virtudes que a tornam ainda mais especial. Seus sonhos me fazem sonhar junto e é um grande privilégio tê-la ao meu lado.

À minha querida e amada esposa,

Liliane de Melo Santos

DEDICO.

O início de sua vida marcou o início desse mestrado, sempre desejei e me preparei para tua chegada como quem anseia por um grande presente... Uma onda de mudanças era esperada, mas como imaginar a intensidade das sensações? Maiores responsabilidades eram previsíveis, mas como vislumbrar seu impacto?

Mais que uma onda, sua vinda trouxe um turbilhão de mudanças, mas, sobretudo de muita alegria. Nessa trajetória, apesar de tão pequeno, você foi um grande marco que tornará essa história ainda mais inesquecível: em você, conheci a dádiva que é ser pai.

Pelo amor que despertas em mim e pelo sonho de te ver voando muito, muito mais alto, desejo que, de algum modo, essa minha conquista possa, bem mais adiante, inspirá-lo, dentro ou fora da Academia, a não retroceder em meio às tantas dificuldades da vida, e a perceber que vale a pena seguir em frente mesmo quando o caminho fica escuro...

A quem levo sempre em meu coração e em minhas orações, meu pequeno e amado primogênito,

Luiz Henrique Santos Marques

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Sobre tudo e todos quero agradecer ao SENHOR Deus pelo dom da vida e pelas tantas pessoas que Ele colocou em meu caminho, algumas das quais imprescindíveis neste trabalho. “Que darei eu a ti por todos os benefícios que me tem feito?” Tu estás acima de todos os mestres e doutores, de fato não há conhecimento algum capaz de impressionar-te nem ciência alguma que te seja oculta. O mérito que recebo ao concluir mais esta etapa de minha formação acadêmica é na verdade teu, pois tudo que é bom procede de ti. Sem teu cuidado SENHOR, nenhuma conquista eu poderia auferir. Obrigado Paizinho, a cognição é de fato um privilégio, e conhecer-te é uma dádiva. É muito bom saber que estás no controle de TUDO e sentir a tua paz em meio às turbulências da vida.

Algumas pessoas nos fazem querer e acreditar que podemos ser melhores, umas nos inspiram pelo trabalho, outras pelas palavras, algumas pela capacidade de superação e outras pela doação do amor. Vocês conseguiram juntar essas e outras fontes inspiradoras num lar que foi, e ainda é, uma referência para mim. Esse exemplo familiar e também pessoal é um grande legado que me inspira ao longo da vida. Obrigado pelos sacrifícios em meu favor, pelos cuidados e incentivos, vocês têm grande parte nesta conquista.

A quem dediquei não só esse mestrado, mas o meu amor, meu projeto de família e grande parte dos meus sonhos; para mim, não há sucesso que valha a pena se não puder ser compartilhado contigo. Seu amor e cuidado são fundamentais na minha vida. Obrigado Liliane pelo incentivo e por suportar os momentos difíceis ao longo dessa caminhada, sem dúvida essa conquista também é sua e é apenas mais uma das muitas outras que teremos juntos.

Quero ainda agradecer à Universidade Federal Rural de Pernambuco por ter me possibilitado a realização dos cursos de Graduação e dessa Pós-Graduação, bem como pela disponibilidade das instalações e animais para realização o experimento.

Agradeço também ao Banco do Nordeste do Brasil – BNB, pela fundamental concessão dos 3 meses de licença, o que possibilitou a realização do experimento. Sinto grande satisfação em poder contribuir com a missão dessa empresa e privilegiado por trabalhar com profissionais de diferentes formações e tão bons no que fazem. Aproveito para agradecer a Suenize Maria Soares de Souza e Marcos Renê Teixeira Azeredo, meus gestores, pela amizade, compreensão e colaboração em tantos momentos de difícil conciliação profissional x acadêmica. O bom senso, o profissionalismo e a ética que vocês demonstram me inspiram e trazem lições que quero lembrar e também reproduzir ao longo de minha vida.

À minha orientadora, Professora Dra. Lúcia Helena de Albuquerque Brasil. A quem agradeço pela confiança, paciência, apoio, incentivo, pela amizade e pela fundamental orientação, imprescindíveis na realização do meu mestrado.

Ao Professor Dr. Marcílio Azevedo pela disponibilidade e apoio tão relevantes na conclusão desse curso.

Ao Professor Dr. Francisco Ramos de Carvalho, pela parceria que me permitiu realizar o experimento e pelos incentivos tão significativos.

Às Professoras Dra. Maria Norma Ribeiro, Dra. Ângela Maria Vieira Batista e ao professor Dr. Marcelo Ferreira, pela disponibilidade e atenção no suporte para as análises estatísticas.

Não posso deixar de registrar minha gratidão e grande satisfação em ter tido o privilégio de compor uma equipe de trabalho com vocês, minhas amigas Ana Maria Duarte Cabral (então doutoranda) e Alexandra Silva de Paula (bolsista PIBIC), vocês foram “incansáveis” durante todo período experimental, apesar de tantas dificuldades, todos saímos vitoriosos. Sem vocês eu não teria conseguido, muito obrigado mesmo.

À Maria Presciliana Ferreira de Brito, zootecnista do Departamento de Zootecnia. Obrigado pela serenidade no trato, pela confiança e apoio ao longo de todo este curso. Você sem dúvida fez a diferença.

Ao meu cunhado Alexandre Mendes, que, junto com meu pai, me ajudou muito na preparação das instalações para os animais.

Ao Sr. José João, pela responsabilidade, atenção, cuidado e respeito no trato e principalmente na ordenha dos animais durante todo o período experimental, além é claro, dos bons momentos de descontração que proporcionou com suas canções.

Agradeço ainda aos muitos e fundamentais bolsistas, estagiários do setor de caprino-ovinocultura e do laboratório de nutrição animal, assim como aos alunos voluntários da graduação e estagiários do CODAI que nos deram o suporte necessário durante o experimento; dos quais destaco Amanda Tenório, Cleine Marcolino, Daniele Campos, Jefferson Bernardo, João Bosco, Juliana Carolino, Juana Chagas, e Nara Fonseca.

Aos colegas da Pós-Graduação e do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, que tantas vezes me nortearam e me ampararam nessa caminhada acadêmica, especialmente a Aline Medeiros, Anidene Cristina, Claudio Parro, Clenilson Marquezin, Florisval Protasio, Keyla Santos, Lígia Alexandrina, Marcelo Batista, Marismênia Moura e Rafael de Paula, a quem tanto recorri em diferentes momentos.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia da UFRPE que de tantas formas, também são participantes dessa minha vitória.

À professora Dra. Elisa Modesto (UFRRJ). Suas palavras de incentivo no início do curso foram como um combustível a mais para não desistir em meio às dificuldades enfrentadas.

Aos familiares, amigos e colegas que contribuíram de forma direta ou indireta na conclusão deste curso.

Meus sinceros agradecimentos.

Respostas termorreguladoras e produtivas de cabras saanen alimentadas com diferentes níveis de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho

Resumo - Foram utilizadas 12 cabras da raça saanen com peso vivo (PV) médio de $45,22 \pm 5,3$ kg com $42,23 \pm 2,66$ dias de lactação, distribuídas em três quadrados latinos, 4×4 , com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão na dieta, de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), substituindo silagem de milho (*Zea mays* L.) como volumoso, sobre as respostas termorreguladoras e produtivas dos animais. O período experimental ocorreu entre os meses de julho a setembro de 2010, dividido em quatro intervalos de 21 dias cada, sendo 14 dias de adaptação às dietas experimentais e 7 para o registro de dados. Foram utilizados quatro níveis de cana: 0, 33, 66, e 100% em dietas isoproteicas formuladas numa proporção 50:50 (volumoso:concentrado), a base de milho (*Zea mays* L.) e farelo de soja (*Glycine max* L.). A alimentação foi ofertada pela manhã (8h) e a tarde (16h) e as sobras controladas diariamente. Os elementos meteorológicos foram utilizados para caracterizar o ambiente térmico, com a determinação dos índices de conforto. O controle individual da produção de leite (PL) foi feito mediante duas ordenhas diárias efetuadas pela manhã (7h) e à tarde (15h). As variáveis fisiológicas: temperatura retal (TR), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura da epiderme (TE) foram registradas pela manhã (07h00min – 08h30min) e à tarde (15h00min – 16h30min), duas vezes em cada um dos quatro períodos de coleta, enquanto que a taxa de sudorese (TS) foi determinada uma vez em cada período, sempre a partir das 15h00min. Os dados foram submetidos à análise de regressão, não apresentando efeito significativo ($P > 0,05$) do tratamento sobre a PL, PV, TE, FR e TS, sendo significativo ($P < 0,01$) para a TR, com comportamento linear crescente, apesar disso, a TR não excedeu os níveis fisiológicos normais dos animais. Houve porém efeito significativo ($P < 0,01$) para a FC, com comportamento linear crescente. Os valores observados para a FC e FR indicam a ocorrência de estresse calórico ao longo do experimento, sendo que a taquipnéia e taquicardia ocorreram em níveis significativamente mais elevado no período da tarde comparativamente ao turno da manhã. Os animais se utilizaram destes mecanismos termorreguladores para dissipar calor, aumentando sua utilização nas horas mais quentes do dia. Conclui-se que a alimentação com cana-de-açúcar, em substituição à silagem de milho, para cabras saanen em lactação, com produção de até 2,03 kg/dia, não influenciou as respostas produtivas (PL e PV), influenciando parcialmente as respostas termorreguladoras (TR e FC).

Palavras-chave: Caprinocultura, Cabras leiteiras, Nutrição, Bioclimatologia, Estresse térmico, Termorregulação.

Thermoregulatory responses and production of Saanen goats fed different levels of cane sugar instead of corn silage

Abstract - A total of 12 Saanen goats with body weight (BW) averaged 45.22 ± 5.3 kg to 42.23 ± 2.66 days of lactation, distributed in three Latin squares, 4×4 , with the objective of evaluating the effect of dietary inclusion of sugar cane (*Saccharum officinarum* L.), replacing corn silage (*Zea mays* L.) as roughage on thermoregulatory responses and productive animals. The trial took place between the months July to September 2010, divided into four intervals of 21 days each, with 14 days of adaptation to diets and 7 for the data record. We used four levels of sugarcane: 0, 33, 66, and 100% isonitrogenous diets formulated at a ratio 50:50 (forage: concentrate) from corn (*Zea mays* L.) and soybean meal (*Glycine max* L.). The feed was offered in the morning (8am) and late (16h) and remains controlled daily. The weather data were used to characterize the thermal environment, with the determination of the level of comfort. The individual control of milk production (MP) was done by two milkings performed in the morning (7 am) and afternoon (15h). Physiological variables: rectal temperature (RT), heart rate (HR), respiratory rate (RR), skin temperature (TST) were recorded in the morning (07:00 - 08:30) and afternoon (15:00 - 16:30), twice in each one of the four sampling periods, while the rate of sweat (RS) was determined once in each period, always from 15:00. Data were submitted to regression analysis, showing no significant effect ($P > 0.05$) treatment on the MP, BW, TST, RR and RS, being significant ($P < 0.01$) for the RT, with linear Increasingly, though, the RT did not exceed normal physiological levels of the animals. However, there was a significant effect ($P < 0.01$) for HR, with an increasing linear behavior. The observed values of HR and RR indicate the occurrence of heat stress during the experiment, and the accelerated breathing and tachycardia occurred at levels significantly higher in the afternoon compared to morning shift. The animals used these thermoregulatory mechanisms to dissipate heat, increasing their use during the hottest hours of the day. It is concluded that feeding with cane sugar instead of corn silage for lactating Saanen goats, with production up to 2.03 kg / day did not influence the responses of production (MP and BW), partially influencing thermoregulatory responses (RT and HR).

Keywords: Goat farming, Goat Milk, Nutrition, Bioclimatology, Heat stress, thermoregulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág.
Figura 1. Visão longitudinal do galpão experimental: fileira dupla de gaiolas, com comedouros e bebedouros individuais.....	24
Figura 2. Visão transversal do galpão. Detalhe esquemático das setas indicando os limites da primeira gaiola.....	24
Figura 3. Arraçoadamento dos animais.....	25
Figura 4. Visão frontal do galpão experimental. Detalhe do abrigo termométrico ao centro.....	25
Figura 5. Abrigo termométrico e termômetro de globo negro.....	29
Figura 6. Termômetro de globo negro, detalhe do sensor externo do termo-higrômetro digital.....	29
Figura 7. Termo-higrômetro digital.....	29
Figura 8. Psicrômetro.....	29
Figura 9. Pluviômetro.....	29
Figura 10. Anemômetro portátil (FA-3010).....	30
Figura 11. Ausculta cardíaca.....	33
Figura 12. Obtenção da temperatura retal.....	33
Figura 13. Registro da temperatura de epiderme.....	33
Figura 14. Ilustração esquemática da metodologia para determinação da taxa de sudorese.....	33

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Efeito do tratamento sobre a TR.....	41
Gráfico 2. Efeito do tratamento sobre a FC.....	41

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais	26
Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e composição bromatológica das dietas.....	27
Tabela 3. Valores médios, máximos e mínimos das variáveis climáticas durante o período e turnos experimentais.....	37
Tabela 4. Valores máximos e mínimos dos parâmetros meteorológicos e precipitação pluvial durante os períodos de coleta.....	38
Tabela 5. Médias obtidas por tratamento e por turno: manhã e tarde, para respostas termorreguladoras, de cabras alimentadas com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho.....	41
Tabela 6. Médias obtidas para os consumos da matéria seca e demais nutrientes por cabras alimentadas com cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho.....	43
Tabela 7. Médias obtidas por tratamento e por turno: manhã e tarde, para a produção leiteira (PL) e peso vivo (PV), de cabras alimentadas com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho.....	46

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1. Nutrição de caprinos em clima tropical.....	18
2.2. Estresse térmico x termorregulação.....	20
2.3. Elementos climáticos e Índices de conforto	23
2.4. Produção leiteira x estresse térmico.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1. Local, instalações e animais utilizados.....	27
3.2. Composição nutricional das dietas experimentais.....	29
3.3. Registro das variáveis ambientais.....	31
3.4 Avaliação da produção de leite e variáveis fisiológicas.....	34
3.5. Análises estatísticas.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5. CONCLUSÃO.....	51
6. 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

A caprinocultura é uma atividade potencialmente rentável, com preponderante importância socioeconômica nos países em desenvolvimento. O rebanho mundial de caprinos totaliza 879,74 milhões de cabeças e o Brasil ocupa a 17ª posição entre os maiores rebanhos mundiais, totalizando um efetivo de 9,164 milhões de cabeças (FAO, 2011b), sendo que 90,6% desse efetivo estão concentrados no Nordeste do país, onde o Estado de Pernambuco detém o segundo maior rebanho (IBGE, 2011a).

Dentre a exploração de diversos produtos desta espécie, a atividade leiteira se destaca por representar excelente fonte de proteínas, sendo o leite caprino de alta digestibilidade e valor nutritivo, contribuindo para a redução do déficit nutricional, sobretudo nas regiões subdesenvolvidas, como ocorre no semiárido nordestino (NOGUEIRA FILHO et al., 2010; CAMERINI et al., 2008).

O Brasil produz apenas 0,92% do leite de cabra entre os países produtores (FAO, 2009), contudo tem apresentado desenvolvimento significativo nas últimas três décadas. A própria condição da produção de leite caprino no país ilustra bem essa evolução, já que até 1988, não havia no país nenhuma comercialização legalizada desse leite e todo o comércio era feito de maneira clandestina, quanto aos aspectos sanitários e fiscais (CORDEIRO 2006). De acordo com Lima (2008), esses sinais de aumento no nível de profissionalização, têm contribuído para que produtores rurais de outras regiões do país também se interessem pela atividade, inclusive aquelas mais desenvolvidas como a região Sul e Sudeste.

O surgimento de novas regiões produtoras representa grande desafio para o Nordeste brasileiro, diante da relevância e do potencial que a atividade demonstra na região, e ainda mais, pelo fato da produção nacional sequer atender toda demanda do mercado interno (NOGUEIRA FILHO, 2010). Esse cenário reflete uma desorganização da cadeia produtiva regional e a necessidade não somente de políticas públicas adequadas para o repasse de tecnologias, mas também de outras pesquisas zootécnicas objetivando a produção de novos conhecimentos que

contribuam para melhorar a eficiência produtiva e o desenvolvimento sustentável da atividade na região.

Neste sentido, é importante a compreensão de que a produção leiteira sofre influências multifatoriais, dependendo não só da aptidão leiteira do animal, mas também do valor nutritivo do alimento, do nível de ingestão de matéria seca, de fatores climáticos e de manejo (CAMERINI et al., 2008).

A literatura pertinente tem evidenciado uma crescente preocupação em estudar e entender as diversas reações fisiológicas e bioquímicas dos ruminantes leiteiros, especialmente suas respostas aos diversos agentes estressores, que podem ser de ordem psicológica, física, química, infecciosa e outras, associados às reações metabólicas (BACCARI JR., 1987).

O monitoramento do impacto desses fatores sobre o volume e a qualidade do leite produzido, poderá contribuir para aperfeiçoar o processo produtivo e a qualidade do leite e de seus derivados em climas quentes e úmidos, principalmente quando for priorizada a utilização de volumosos alternativos para essas espécies que apresentam custo relativamente baixo e elevada produção como é o caso da cana-de-açúcar, que tem despertado interesse para a atividade leiteira na região da Zona da Mata nordestina. Todavia, ainda são poucos os trabalhos que avaliam o uso dessa gramínea na dieta de caprinos leiteiros e seu efeito na produção de calor endógeno, tendo em vista tratar-se de alimento menos digestível que volumosos tradicionais como a silagem de milho, sendo, portanto, potencialmente causador de maior incremento calórico.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho, sobre as respostas termorreguladoras e produtivas de cabras mestiças saanen em lactação, em região de clima quente e úmido. Para tanto, realizou-se experimento através do qual se buscou caracterizar o ambiente térmico através dos registros das variáveis climáticas obtidas no próprio ambiente; determinar os valores das respostas termorreguladoras: temperatura retal, Frequência respiratória, Frequência cardíaca, temperatura da pele e taxa de sudorese, bem como determinar os valores das respostas produtivas: peso vivo e produção leiteira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Nutrição de caprinos em clima tropical

A literatura pertinente tem evidenciado que o sistema de criação, as características das instalações e a qualidade do alimento fornecido aos animais podem atenuar ou intensificar a ação estressora dos elementos climáticos, tais como: temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação direta ou indireta, ventos e precipitação pluviométrica; refletindo na variação do consumo de alimentos, na produção e na qualidade do leite produzido (ESMAY, 1969; ARMSTRONG, 1994; Brasil et al., 2000; KADZERE, 2002; DARCAN, 2007; SANTANA, 2011).

Em ambientes adversos, como é o caso do Nordeste brasileiro, a variação no consumo de alimentos torna-se ainda mais relevante, tendo em vista que nessa região ocorrem oscilações significativas tanto na disponibilidade como na qualidade das forragens ao longo do ano, principalmente com relação ao teor de fibra, que proporcionam maior produção de calor endógeno.

Conforme destacado por Pereira, et al. (2008), os sistemas de determinação das exigências nutricionais de caprinos são, em sua maioria, baseados em estudos realizados em regiões de clima temperado, com forrageiras adaptadas às condições locais. Como dois terços do território brasileiro localizam-se na faixa tropical, onde predominam altas temperaturas, elevada incidência de radiação solar, baixa amplitude térmica ao longo do ano e grande amplitude térmica diária, a aplicação de recomendações geradas em condições de clima temperado deve ser observada com ressalvas.

De acordo com VAN SOEST (1991) e MERTENS (1997), quando fornecidas rações com alto teor de fibra, ou baixa densidade energética, o consumo é limitado pelo efeito de “enchimento” do rúmen retículo, no entanto, se a densidade energética é elevada ou a concentração de fibra é baixa, a ingestão passa a ser limitada pela demanda fisiológica de energia. Entretanto, em regiões tropicais, o consumo de matéria seca e o desempenho dos caprinos pode ser reduzido também, de acordo

com a intensidade e a duração do estresse por calor (McDOWELL, 1972; BRASIL et al, 2000; CARDOSO, et al., 2000) ou mesmo pela interação densidade energética da ração × temperatura efetiva a que os animais estão submetidos (PEREIRA et al., 2008).

O manejo nutricional para regiões tropicais, portanto, deve incluir o fornecimento de dietas com alta densidade energética, além de suplementação adicional de minerais, tais como potássio, sódio e magnésio, e manter água de boa qualidade à disposição dos animais (PIRES, 2006).

Recomendações quanto aos níveis adequados de inclusão de forragens podem, portanto, variar em função de sua composição bromatológica, levando em conta a condição de estresse térmico que os animais estejam submetidos.

A silagem da planta do milho é um alimento muito difundido por apresentar composição nutricional bastante favorável na alimentação de ruminantes; no entanto, o custo de produção relativamente elevado, pode limitar sua utilização por grande número de produtores (CABRAL, 2011).

Por outro lado, a cana-de-açúcar tem se evidenciado como um volumoso de interesse para a atividade leiteira, devido ao seu grande potencial produtivo, impulsionado pelas grandes áreas plantadas para uso industrial. Algumas características da cana-de-açúcar têm despertado interesse para uso como recurso forrageiro, dentre elas, o custo relativamente baixo por unidade de matéria seca produzida, a elevada produção por unidade de área cultivada, o cultivo relativamente fácil e sua maior disponibilidade durante o período de escassez de forragem (EMBRAPA, 1997; THIAGO & VIEIRA, 2002; VILELA, 2003).

O Brasil é um dos maiores produtores dessa gramínea, com uma área plantada que totaliza 9,1 milhões de hectares e uma estimativa de colheita para a safra 2010/2011 de 731,1 milhões de toneladas (IBGE, 2011b), sendo Pernambuco um importante Estado produtor, e a Zona da Mata a mesorregião desse Estado que mais concentra essa produção.

Como alimento básico para ruminantes, no entanto, a cana-de-açúcar apresenta limitações de ordem nutricional devido aos baixos teores de proteína, minerais e precursores gluconeogênicos e ao alto teor de fibra de baixa degradação

ruminal (LENG, 1988). Alguns trabalhos com vacas leiteiras, testando a cana em substituição à silagem de milho, indicam que a utilização da cana em percentual superior a 50% do volumoso, limita o consumo daquela espécie e prejudica o desempenho animal (PIRES et al., 1999; RIBEIRO et al. 2000; CABRAL, 2008)

Considerando as limitações já evidenciadas para o uso da cana em dietas de ruminantes, é importante a compreensão dos efeitos de sua utilização na dieta sobre as respostas termorreguladoras, haja vista a possível elevação no incremento calórico devido aos níveis e a qualidade de sua fibra.

2.2. Estresse térmico x termorregulação

Os caprinos estão entre as espécies de animais domésticos com maior capacidade de adaptação às diversas condições ambientais, ocorrendo desde as regiões desérticas até os Alpes e regiões montanhosas, sujeitas, portanto, a diferentes condições climáticas.

De acordo com Silva (2000), o desempenho fisiológico, o comportamento ou qualquer manifestação aparente de um animal é resultante do estado do balanço energético, do qual o componente térmico é parte fundamental. Mesmo com a elevada capacidade de adaptação dos caprinos, problemas podem se evidenciar no processo de aclimatização de raças mais especializadas, uma vez que os maiores níveis de produção e de consumo dessas raças estão positivamente correlacionados à elevadas taxas metabólicas, que por sua vez refletem em aumento do incremento calórico, o que colabora para redução do nível de tolerância ao calor (KADZERE. et al., 2002).

Para a manutenção da homeostase, as cabras, como todos os animais homeotérmicos, dependem da manutenção da faixa de temperatura ambiente efetiva na qual, o custo fisiológico seja mínimo, a retenção de energia da dieta seja máxima e o desempenho produtivo esperado seja ótimo, esse intervalo térmico é

determinado como zona de termoneutralidade (ZTN) ou de conforto térmico (ZCT) (GAYÃO, 1992; BACCARI JR et al. 1993; SILVA, 2000; KADZERE et al. 2002; SANTANA, 2011;). De acordo com Bligh & Johnson (1973), a ZTN é delimitada pelas temperaturas críticas inferior e superior, respectivamente, abaixo ou acima destas temperaturas, o animal estará sob estresse térmico por frio ou por calor, cuja magnitude dependerá da intensidade dos elementos climáticos e do tempo de exposição a eles.

As temperaturas efetivas que limitam a zona de termoneutralidade para cada animal podem variar em função da espécie, do grupo genético, da idade, do estado fisiológico, do consumo alimentar, do nível de produção, da aclimatização, do isolamento externo (pelame) do animal, da época do ano, atividade física dentre outros (AZEVEDO et al., 2005). Para caprinos, a temperatura crítica superior estabelecida é de 30°C (LU, 1989; BAËTA & SOUZA, 1997).

Outro aspecto importante que deve ser considerado nos animais homeotermos, diz respeito às trocas constantes de calor entre eles e o ambiente, por meio dos mecanismos sensíveis (condução, convecção e radiação), que representam 75% das perdas de calor dentro da zona de termoneutralidade (SANTANA, 2011); e também pelos mecanismos evaporativos (ofego, sudação, difusão cutânea e disseminação de saliva) os quais são os mais eficientes em situações de temperaturas ambiente próximas ou superiores à temperatura corporal (DUKES, 2006; NÄÄS, 1998; RANDAL et al. 2000; SILVA, 2000; SILANIKOVE, 2000), sendo que alguns desses mecanismos são realizados com custo energético ao metabolismo animal. No caso dos caprinos, os mecanismos evaporativos mais eficientes são o ofego e a sudação (DUKES, 2006).

Em consequência do estresse por calor, alterações fisiológicas podem ser observadas no animal, tais como: aumento na Frequência respiratória, na temperatura retal, na taxa de sudação e na temperatura da pele, além da redução do nível de produção e diminuição da ingestão de alimentos (LU, 1989; BRASIL et al., 2000), em função disso, essas variáveis têm sido estudadas como forma de avaliar a adaptabilidade de diversas raças de caprinos em condições de climas tropicais (SANTANA, 2011; SOUZA et al., 2011b; AIURA et al., 2010; BRASIL et al., 2000).

A temperatura corporal é resultado do equilíbrio entre energia térmica produzida e a energia térmica dissipada. A temperatura retal (TR) é a maneira mais fácil de estimá-la. Um aumento na TR significa que o animal está estocando calor, e se este não é dissipado, o estresse calórico manifesta-se (SOUZA et al., 2010).

Já a temperatura da epiderme, pode variar independentemente da temperatura retal, pois além de estar relacionada a condição fisiológica como a vascularização da pele e taxa de sudorese, por ser uma temperatura de superfície, depende principalmente de fatores externos de ambiente como temperatura e umidade do ar, radiação e vento. Em geral, em ambiente quente, a temperatura da pele se eleva (GAYÃO, 1992).

O aumento na Frequência respiratória (FR) é a primeira resposta fisiológica, visível, ao estresse térmico, por esse motivo, é comumente usada como parâmetro para medir se existe ou não a condição térmica estressante. A taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, de acordo com Silanikove (2000), frequências respiratórias de 40-60, 60-80 e 80-120 mpm caracterizam um baixo, médio e alto estresse respectivamente para ruminantes, sendo classificado como severo, acima de 200mpm.

A 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 para fins produtivos. É um mecanismo fisiológico eficiente para perder calor por curtos períodos, mas caso mantida por várias horas, poderá resultar em sérios problemas para os animais (SOUZA et al., 2005), já que essa respiração ofegante tende a ser menos profunda, elevando a ventilação apenas superficialmente, podendo provocar retenção de CO₂ e a instalação de um quadro de acidose respiratória.

A frequência respiratória é um excelente indicador do estado de saúde, mas deve ser adequadamente interpretada, porque pode ser influenciada pela espécie, idade, trabalho muscular, excitação, ingestão de alimentos, gestação, tamanho do animal e fatores ambientais como temperatura ambiente (KOLB, 1987).

As referências fisiológicas, dessas variáveis, consideradas normais para caprinos indicam uma frequência respiratória de 12 a 25 movimentos por minuto

(KOLB, 1987); uma frequência cardíaca entre 80 a 100 batimentos por minuto, segundo Kolb (1987) e de 70 a 110 batimentos por minuto (GARCIA et al., 2011) e a temperatura retal de 38,5 a 39,7°C (CUNNINGHAM, 2004; DUKES, 2006), podendo chegar até 40,7°C, segundo Silva (2000).

A termólise evaporativa cutânea é uma das principais vias de perda de calor pela evaporação do suor para manutenção da normotermia (BRASIL et al., 2000). Na dissipação evaporativa do calor, a taxa de sudorese e Frequência respiratória se completam (DUKES, 2006). Baccari et al. (1997) e Brasil et al.(2000) relataram taxa de sudorese mais elevada para os animais sob estresse térmico comparativamente aqueles em ambiente termoneutro.

2.3. Elementos climáticos e Índices de conforto térmico

Os elementos climáticos que atuam de forma mais preponderante na alteração da temperatura corporal são: temperatura ambiente, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento (NÄÄS, 1989; DUKES, 2006). Analisados isoladamente, a temperatura ambiente demonstra ser o elemento climático mais impactante na produção (DUKES, 2006); todavia, a ação de tais elementos deve ser compreendida de forma associada, tendo em vista que um elemento pode atenuar ou potencializar a ação de outro, em função dos níveis que se apresentem.

A temperatura crítica superior de caprinos da raça Saanen é de 30°C (BAÊTA & SOUZA, 1997; SILVA, 2000), enquanto que a umidade relativa do ar e a velocidade dos ventos considerada ótima para animais de produção, de um modo geral, deve situar-se entre 40 e 75% e de 4,68 a 6,84 km/h, respectivamente (MCDOWELL, 1972; NÄÄS, 1989; BAÊTA & SOUZA, 1997).

De acordo com Nääs (1989) e Silva (2000), os índices de conforto térmico, são muito interessantes para o produtor, já que conseguem quantificar e reduzir a

um único valor, o efeito do ambiente térmico sofrido pelos animais a partir das condições meteorológicas prevaletentes em um dado momento.

O índice de temperatura e umidade (ITU), proposto para seres humanos por Thom em 1958 e adaptado por Kelly & Bond (1971), relaciona a temperatura com a umidade relativa do ar, sendo usado com sucesso em animais de produção. Numa classificação mais genérica, sem especificar espécie, Hanh (1985) estabeleceu que níveis de ITU de até 70 refletem uma condição normal, não estressante; valores entre 71 e 78 são considerados críticos; entre 79 e 83 perigo, apontando que medidas de segurança devem ser empreendidas para evitar perdas desastrosas, e valores acima de 83 caracterizam uma condição de emergência indicando que providências urgentes devem ser tomadas.

A classificação proposta por Hanh, no entanto, é controversa, já que não especifica os níveis por espécie, estado fisiológico, nem por nível de produção. Trabalhando com vacas leiteiras McDowell et al. (1976), citados por Silanikove (1998) e Kadzere (2002), sugeriram, para vacas leiteiras, intervalo de até 70 como confortável, 75 a 78 como estressante e acima de 78 como nível crítico, de sofrimento extremo. Não foram encontrados na literatura consultada, níveis críticos de ITU específicos para caprinos.

Outro índice de conforto de interesse pecuário é a carga térmica radiante (CTR), que expressa em uma só medida os efeitos da temperatura ambiente, da radiação, além do efeito convectivo do vento. De acordo com Silva (2000), todo e qualquer objeto ou superfície, real ou virtual, cuja temperatura esteja acima do zero absoluto (0 °K) emite radiação térmica, influenciando, portanto, as trocas térmicas realizadas pelo animal, sendo assim, o conhecimento deste índice torna-se ainda mais relevante em regiões tropicais, onde as trocas térmicas por radiação entre os animais e o meio ambiente podem significar a diferença entre um ambiente tolerável e outro inviável para produção animal (PAULO, 2009).

Para determinação da CTR, é utilizando o termômetro de globo negro, quantificando assim a radiação ambiente incidente sobre o animal, com base na temperatura radiante média que incide no globo (SILVA, 2000).

Buffington et al. (1981) desenvolveram, para vacas leiteiras, outro índice denominado de índice da temperatura do globo negro e umidade (ITGU) (substituindo a temperatura ambiente na equação do ITU, pela temperatura do globo negro), possibilitando associar neste índice os efeitos da temperatura do ar, da radiação térmica, da umidade relativa do ar e da velocidade dos ventos. Silva & Barbosa (1993) apud Silva (2000), constataram a eficiência desse índice também para ovinos, sendo, portanto, se comparado ao ITU, o mais adequado para a determinação da magnitude do estresse ambiental em situações de radiação solar intensa como em regiões tropicais.

Baêta (1985), citado por Paulo (2009) indica que valores de ITGU até 74 definem uma 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.

2.4. Produção leiteira x estresse térmico

Santana (2011) ressalta que a rusticidade das raças e grupos genéticos de caprinos nativos da região nordeste representa um fator importante para a sustentabilidade da caprinocultura na região, principalmente devido à adaptabilidade dessas raças ao ambiente semiárido, contudo, para a função leiteira, essas cabras apresentam baixa produtividade, o que justifica a utilização de raças exóticas e seus mestiços como a Pardo Alpina e Saanen; esta última se destaca entre as raças produtoras de leite que vem apresentando crescimento significativo no Brasil.

Revisando diversas fontes bibliográficas, Gonçalves et al. (2001) relataram a existência de grande diversidade na produção de leite de raças caprinas, sendo, em geral, as raças européias mais especializadas, externando todo seu potencial quando exploradas em regiões de clima temperado. Por outro lado, observaram também que quando em regiões tropicais, essas raças apresentam desempenho

inferior, podendo comprometer de 40 a 60% na produção de leite dos animais (SAHNI & CHAWLA, 1982, apud SANTANA, 2011).

Darcan & Güney (2007) relataram que, em regiões quentes, sob efeito do estresse térmico os animais mobilizam mais energia para manter temperatura corporal, refletindo negativamente sobre a produção de leite. Brasil et al. (2000) ressaltou que o estresse calórico pode ser intensificado se a elevada temperatura do ar estiver associada com altos níveis de umidade relativa do ar e intensa radiação solar, além da energia advinda do próprio metabolismo e dos processos digestivos, e que essa condição acarreta a uma redução no nível de produção leiteira e seus constituintes.

Uma vez que a produção leiteira também é afetada pelo valor nutritivo do alimento, pelo nível de ingestão de matéria seca e pelos fatores climáticos e de manejo, a compreensão de como se comportam essas interações é importante, contribuindo para o aperfeiçoamento das técnicas de produção e construção de um sistema produtivo mais eficiente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, instalações e animais utilizados

O experimento foi realizado de julho a setembro de 2010, no galpão de cabras leiteiras do Setor de Caprino-ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na cidade de Recife com latitude de -08°01'16", longitude de 34°57'13" e altitude média de 4 metros acima do nível do mar (SILVA et al., 2010). O clima é quente e úmido com chuvas de outono e inverno, com dois períodos bem definidos, um chuvoso e outro seco com pancadas eventuais de chuva, classificado como As' de acordo com a classificação climática de Köppen. O município apresenta uma pluviosidade média anual de 2.000 mm, com temperatura média anual é de 25,65 °C e umidade relativa do ar média de 79,3 (SILVA, 2010).



Figura 1: Visão longitudinal do galpão experimental: fileira dupla de gaiolas, com comedouros e bebedouros individuais.

Fonte: o autor



Figura 2: Visão transversal do galpão. Detalhe esquemático das setas indicando os limites da primeira gaiola.

Fonte: o autor

Foram utilizadas 12 cabras da raça saanen em lactação, de segunda e terceira crias, com produção leiteira média de $2,05 \pm 0,35$ kg/dia, as quais foram alojadas em galpão exclusivo, sendo mantidas em gaiolas de madeira, com

dimensões de 1,1 m x 1,0 m, com piso ripado a 60 cm do solo, providas de comedouros para fornecimento e controle do consumo de alimentos, e bebedouros para fornecimento de água a vontade, gaiolas estas distribuídas em duas fileiras paralelas (Figuras 1 e 2).



Figura 3: Arraçoamento dos animais

Fonte: o autor



Figura 4: visão frontal do galpão experimental. Detalhe do abrigo termométrico ao centro

Fonte: o autor

Para o estudo, os animais foram submetidos previamente à vermifugação e vacinação, bem como à reprodução assistida com sincronização do cio e monta controlada possibilitando relativa homogeneidade do parto e período de lactação. Os animais apresentavam peso vivo de $45,22 \pm 5,3$ kg com $42,23 \pm 2,66$ dias de lactação no início do experimento.

Antes do início do experimento as cabras passaram por um período de quinze dias para adaptação às instalações e ao manejo. O experimento teve duração de 84 dias, com quatro períodos de 21 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados a adaptação dos animais as dietas experimentais e ao ajuste do consumo voluntario e, os 7 dias restantes, para o registro de dados e coleta de amostras. Os animais foram arranjados aleatoriamente no delineamento estatístico triplo quadrado latino (4×4), para avaliar os efeitos de quatro dietas com diferentes níveis de substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar (0; 33,3; 66,6 e 100%).

3.2. Composição nutricional das dietas experimentais

A alimentação foi ofertada duas vezes ao dia, pela manhã (aproximadamente 08h00min) e à tarde (aproximadamente 16h00min), com ajustes diários de sobras do total de matéria seca ofertada. As dietas experimentais foram isoproteicas constituídas de concentrado à base de milho (*Zea mays* L) e soja (*Glycine max* L.), silagem de milho (*Zea mays* L), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e sal mineral comercial (Tabela 1).

Para todas as dietas, a relação volumoso:concentrado foi de 50:50, na base da matéria seca (Tabela 2), de acordo com as recomendações do NRC (2007) para cabras em lactação com peso vivo de 43 kg, produção média de leite de 2,0 kg/dia com 3,5% de gordura. No início e final de cada período experimental foi realizada pesagem das cabras antes do arraçoamento da manhã.

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

(% na MS)	Alimentos			
	Cana-de-açúcar	Silagem de milho	Milho	Soja
Matéria Seca	20,81	30,60	87,84	87,25
Matéria Orgânica	95,63	95,25	98,46	93,32
Proteína Bruta	1,20	6,02	7,47	46,48
Extrato Etéreo	1,20	4,07	7,64	4,37
Fibra em Detergente Neutro	50,15	43,33	11,15	14,52
Fibra em Detergente Ácido	28,70	21,59	2,18	6,47
Matéria Mineral	4,37	4,75	1,54	6,68
Carboidratos Totais	93,23	85,16	83,30	42,47
Carboidratos não Fibrosos	43,08	41,83	72,15	27,95
Lignina	3,97	4,12	0,43	0,65

Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes e composição bromatológica das dietas

Alimentos (%MS)	% de substituição de silagem por cana-de-açúcar			
	0	33,3	66,6	100
Silagem de milho	50,61	33,85	17,26	0,00
Cana-de-açúcar	0,00	17,01	34,26	49,69
Milho	34,87	33,02	30,87	29,47
Soja	14,05	15,64	17,13	20,37
Sal mineral ¹	0,47	0,48	0,48	0,47
Composição química das dietas Experimentais (%MS)				
Matéria Seca	54,51	59,27	61,35	64,68
Matéria Orgânica	91,17	91,30	91,26	91,39
Proteína Bruta	12,26	12,23	12,04	12,32
Extrato Etéreo	5,56	4,79	4,22	3,38
Fibra em Detergente Neutro	30,19	29,15	30,59	30,63
Fibra em Detergente Ácido	13,75	13,92	15,34	16,12
Matéria Mineral	8,83	8,70	8,74	8,61
Carboidratos Totais	75,35	74,28	75,00	75,69
Carboidratos não Fibrosos	45,16	45,13	44,41	45,06
Lignina	2,56	2,31	2,30	2,17
Nutrientes Digestíveis Totais	71,27	70,11	67,17	65,85

¹Composicao: Cálcio (13%); Fósforo (7,58%); Magnésio (0,5%); Ferro (0,15%); Cobalto (0,01%); Cobre (0,02%); Manganês (0,1%); Zinco (0,2%); Iodo (0,006%); Selênio (0,001%); Enxofre (1,4%); Sódio (15,1%); Cloro (24,5%) e Flúor (0,075%).

A cana-de-açúcar utilizada no experimento foi proveniente de propriedade rural localizada há aproximadamente 1 km do local do experimento, da variedade CO 331 colhida sistematicamente a cada três dias e armazenada em galpão coberto e arejado.

Em aproximadamente uma hora antes do fornecimento das dietas a cana-de-açúcar era picada em maquina ensiladeira modelo EN-12B, com tamanho de partícula variando de 1 a 2 cm.

Após picagem da cana-de-açúcar, o silo era aberto para retirada da silagem de milho sendo lacrado em tambor hermético imediatamente após o uso para evitar perdas na qualidade da silagem.

Os volumosos eram então pesados nas proporções definidas para cada dieta (tratamento) e misturados com o respectivo concentrado para fornecimento na forma de mistura completa.

Antes da oferta da manhã, as sobras eram coletadas e em seguida pesadas para ajuste do consumo diário, ou seja, as dietas eram ajustadas diariamente em função do consumo do dia anterior, ponderando-se sobras de aproximadamente 15 a 20% do oferecido.

As determinações de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), foram efetuadas segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi realizada segundo Van Soest (1991), adaptada para a utilização do aparelho ANKON.

Para estimativa dos carboidratos totais (CHT) foi utilizada a equação proposta por SNIFFEN et al. (1992), e para estimativa dos carboidratos não-fibrosos (CNF), foi utilizada a equação preconizada por MERTENS (1997).

A lignina foi determinada utilizando-se metodologia descrita por Van Soest (1967), utilizando-se ácido sulfúrico a 72% no resíduo da FDA.

3.3. Registro das variáveis ambientais

Para o monitoramento do ambiente térmico, foi instalado um abrigo termométrico no interior do galpão (Figuras 1, 4 e 5), a 1,20 m do piso, dentro do qual foram instalados um termo-higrômetro digital de temperatura interna e externa (sensor externo com 3 metros), com higrômetro interno e função máxima e mínima, da marca Incoterm (modelo: 9860.17.1.00), cuja precisão é de $\pm 0,1^{\circ}$ C (Figura 7); como forma de assegurar a obtenção dos dados em eventuais defeitos no equipamento digital, foram instalados adicionalmente um termômetro de máxima e mínima com coluna de mercúrio, além de um psicrômetro com coluna de álcool (Figura 8), ambos de marca Incoterm com precisão de $\pm 1^{\circ}$ C (modelos: 5201.03.0.00 e 5195.03.0.0 respectivamente).



Figura 5: Abrigo termométrico e termômetro de globo negro

Fonte: o autor



Figura 6: Termômetro de globo negro, detalhe do sensor externo do termo-higrômetro digital

Fonte: o autor

O sensor externo do termo-higrômetro digital, descrito acima, foi instalado no interior do globo negro, na parte externa do abrigo termométrico, possibilitando assim a obtenção da temperatura de globo também pelo equipamento digital, bem como suas medidas máximas e mínimas (Figuras 5, 6 e 7).

Na parte externa do galpão foi instalado outro termômetro de globo negro (convencional - coluna de mercúrio), com a mesma altura em relação ao solo, comparado àquela na qual foi instalada o termômetro de globo negro dentro do galpão, além de um pluviômetro conforme modelo indicado na Figura 9.



Figura 7: Termo-higrômetro digital

Fonte: o autor



Figura 8: Psicrômetro

Fonte: Incoterm (2011)



Figura 9: Pluviômetro

Fonte: Garcia (2011)

Utilizou-se ainda um anemômetro digital portátil, modelo FA-3010 (La Crosse Technology), conforme ilustrado na Figura 10, cuja precisão é de $\pm 5\%$.



Figura 10: Anemômetro portátil (FA-3010)

Fonte:
Lacrossetechnology
(2011)

A partir dos equipamentos ora descritos, foram registrados a cada 2 horas, continuamente das 07h00min às 17h00min, os seguintes elementos meteorológicos: temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), temperatura do globo negro (tgn) e velocidade dos ventos (vv). A precipitação pluvial (PP) e as temperaturas do ar, do globo negro e umidades máximas e mínimas foram registradas uma vez por dia, sendo que a PP às 07h00min e as máximas e mínimas sempre às 17h00min.

A eficiência térmica das instalações onde os animais estavam alojados foi calculada por meio dos seguintes índices de conforto:

a) Índice de temperatura e umidade (ITU), cujo cálculo foi realizado utilizando a equação proposta por Kelly & Bond (1971):

$$ITU = T - 0,55(1 - UR)(T_s - 58) \quad (1)$$

em que: o ITU é adimensional; T é a temperatura do ar em graus Fahrenheit (°F); UR é a umidade relativa do ar expressa em valor decimal.

b) Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), calculado pela equação proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = T_{gn} + 0,36T_{po} + 41,5 \quad (2)$$

em que: o ITGU é adimensional; T_{gn} é a temperatura do globo negro em °C e T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho em °C, calculada pela seguinte equação:

$$T_{po} = \frac{186,4905 - 237,3 \log_{10} e}{\log_{10} e - 8,2859} \quad (3)$$

$$e = UR \times e_s \quad (4)$$

$$e_s = 6,1078 \times 10^{(7,5 \times T) + (237,3 + T)} \quad (5)$$

em que e é a pressão real de vapor de água e e_s é a pressão de saturação de vapor de água, ambas em milibars (Equação 4).

c) Carga térmica radiante (CTR), calculada pela equação proposta por Esmay (1969):

$$CTR = \sigma \times (Trm)^4 \quad (\text{W/m}^2) \quad (6)$$

em que: σ é a constante de Stephan Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8}$) ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-4}$) e Trm é a temperatura radiante média ($^{\circ}\text{K}$) obtida pela seguinte fórmula:

$$Trm = 100 \{ 2,51 \sqrt{vv} (tgn - T) + (tgn / 100)^4 \}^{0,25} \quad (7)$$

onde: vv é a velocidade dos ventos dada em m/s e as temperaturas em graus Kelvin ($^{\circ}\text{K}$).

Os referidos índices de conforto (a, b e c) foram todos determinados para cada hora de registro de dados.

3.4. Avaliação da produção de leite e variáveis fisiológicas

O controle individual da produção de leite foi feito regularmente, mediante duas ordenhas diárias, uma no turno da manhã (07h00min) e outra no turno da tarde

(15h00min), sempre pelo mesmo ordenhador, com imediata pesagem e registros em fichas apropriadas. Neste processo foram obedecidos os critérios higiênicos adequados visando assegurar a higiene do leite e do úbere do animal (pré e pós-deeping), assim como a manutenção diária das instalações mediante limpeza das fezes e urina, removidas através de coletores instalados no fundo das gaiolas.

Em cada um dos quatro períodos, foram utilizados o segundo e o quarto dias de coleta para registro das seguintes respostas termorreguladoras: Frequência respiratória (FR, mpm), Frequência cardíaca (FC, bat/min), temperatura retal (TR, °C) e temperatura da epiderme (TE, °C), registradas pela manhã e à tarde, sempre após a ordenha, e imediatamente antes da alimentação das 07h00min às 08h30min e das 15h00min às 16h30min, respectivamente.

A FR foi medida contando-se o número de movimentos respiratórios no flanco dos animais, por um período de quinze segundos e multiplicando-se os valores encontrados por quatro para se obter o número de movimentos respiratórios por minuto (mpm), enquanto que a FC foi registrada por meio de ausculta dos batimentos cardíacos através de um estetoscópio flexível utilizado na região torácica esquerda, com o auxílio de um cronômetro, por 15 segundos, multiplicando-se o resultado por quatro para se obter o número de batimentos cardíacos por minuto (bat/min), conforme ilustrado na figura 11.

TR foi obtida com a utilização de um termômetro clínico digital de marca Incoterm (modelo: Termomed – ref. 29832), com escala de 32 a 42 °C, cuja precisão é de $\pm 0,2$ °C, inserido de 4 a 5 centímetros na ampola retal dos animais, durante aproximadamente 60 segundos (tempo definido por sinal sonoro emitido pelo equipamento após a estabilização da leitura), sendo observado o resultado em visor digital expresso em Celsius, conforme ilustrado na Figura 12.

A TE (°C) foi registrada nos flancos esquerdo e direito e, a partir desses dados, calculou-se o valor médio destas temperaturas. Neste procedimento utilizou-se um termômetro infravermelho digital portátil, com mira circular a laser, precisão de 2%, de marca Raytek (modelo Minitemp MT4), onde após afastamento manual dos pêlos, o termômetro era acionado a uma distância de aproximadamente 10 cm da epiderme do animal (Figura 13).



Figura 11: Ausculta cardíaca

Fonte: o autor



Figura 12: Obtenção da temperatura retal

Fonte: o autor



Figura 13: Registro da temperatura de epiderme

Fonte: o autor



Figura 14: Ilustração esquemática da metodologia para determinação da taxa de sudorese.

Fonte: CRV Lagoa (2011) (discos – sudorese: adaptação nossa).

A taxa de sudorese (TS) foi medida apenas uma vez em cada um dos quatro períodos de coleta, sempre à tarde, imediatamente após a ordenha e registro das demais respostas termorreguladoras, das 15h00min às 16h30min; para tanto, aplicou-se o método calorimétrico de Berman (1957) modificado por Schleger e Turner (1965), sendo utilizados 3 pequenos discos de papel de filtro Watman nº 1, previamente impregnados com solução de cloreto de cobalto e secos em estufa de circulação forçada a 65 ± 5 °C, os quais, foram aplicados em cada animal por meio de fita adesiva impermeável e transparente, possibilitando a observação da mudança de sua coloração do azul-violeta para o róseo-claro a medida que o animal suava, conforme representação esquemática ilustrada na Figura 13 da direita para

esquerda. O tempo de mudança da coloração dos três discos era registrado e a média utilizada na equação 8.

$$TS = (22 \times 3.600) \div (2,06t) \quad (8)$$

em que: TS é a taxa de sudação em g/m²/h e t é a média do tempo de virada dos três discos em segundos.

3.5. Análises estatísticas

Após a tabulação dos dados, todos os procedimentos estatísticos foram realizados pelo software Statistical Analysis System (SAS, 2009), mediante diretiva PROC GLM.

O peso vivo e a taxa de sudorese foram analisados conforme o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = m + T_i + P_j + (TP)_{ij} + A_{kj} + e_{ijk}, \text{ em que:} \quad (9)$$

Y_{ijkl} = valor da variável;

m = média do experimento;

T_i = efeito do i-ésimo tratamento;

P_j = efeito do j-ésimo período de coleta;

$(TP)_{ij}$ = efeito da interação entre o i-ésimo tratamento e o j-ésimo período de coleta;

A_{kj} = efeito do k-ésimo animal dentro do j-ésimo período;

e_{ijk} = efeito aleatório do erro experimental;

i = k = 1, 2, 3, 4;

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

A temperatura retal, temperatura da pele, Frequência cardíaca, Frequência respiratória bem como a produção leiteira, variáveis registradas em dois turnos (manhã e tarde), foram analisadas com base no modelo anterior, adicionado do efeito do turno, conforme abaixo:

$$Y_{ijkl} = m + T_i + P_j + (TP)_{ij} + A_{kj} + D_l + (TD)_{il} + (TPD)_{ijl} + e_{ijkl}, \text{ em que:} \quad (10)$$

Y_{ijkl} = valor da variável;

m = média do experimento;

T_i = efeito do i -ésimo tratamento;

P_j = efeito do j -ésimo período de coleta;

$(TP)_{ij}$ = efeito da interação entre o i -ésimo tratamento e o j -ésimo período de coleta;

A_{kj} = efeito do k -ésimo animal dentro do j -ésimo período;

D_l = efeito do l -ésimo turno;

$(TD)_{il}$ = efeito da interação entre o i -ésimo tratamento e o l -ésimo turno;

$(TPD)_{ijl}$ = efeito da interação entre o i -ésimo tratamento, o j -ésimo período de coleta e o l -ésimo turno;

e_{ijkl} = efeito aleatório do erro experimental;

$i = k = 1, 2, 3, 4;$

$j = 1, 2, 3, 4;$

$l = 1, 2.$

Todo o procedimento experimental descrito, padronizado para avaliação das respostas fisiológicas e produtivas, foi submetido ao comitê de ética para uso de animais em pesquisa e experimentação na UFRPE/IPA visando à obtenção da licença para a realização da pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 3 e 4 constam os registros das variáveis meteorológicas relativas à caracterização do ambiente térmico onde os animais foram alojados, bem como os índices de conforto térmico.

Tabela 3. Valores médios e desvios padrão dos parâmetros meteorológicos e índices de conforto térmico durante os turnos experimentais.

Parâmetros meteorológicos	Manhã		Tarde		Média do período experimental
T (°C)	24,94 ± 1,75		26,81 ± 1,45		25,88 ± 1,94
UR (%)	89,80 ± 9,99		75,63 ± 10,84		82,71 ± 12,90
VV in (km/h)	0,15 ± 0,48		0,13 ± 0,60		0,14 ± 0,60
VV ext (km/h)	2,56 ± 3,06		3,39 ± 3,16		2,97 ± 3,34
TGN in (°C)	25,77 ± 2,14		27,39 ± 2,11		26,60 ± 2,42
TGN ext (°C)	34,14 ± 7,47		34,44 ± 7,17		34,31 ± 8,06

Índices de conforto	Manhã	Variação	Tarde	Variação	
ITU	75,05	66,06 - 80,66	76,86	73,50 - 81,22	75,95
ITGU	80,69	69,28 - 84,09	81,66	50,35 - 91,43	81,18
CTR (W/m ²)	451,43	421,03 - 490,98	463,63	433,79 - 502,02	459,44

T – Temperatura do ar; UR – Umidade relativa do ar; VV - Velocidade dos ventos dentro (in) e fora (ext) do galpão; TGN – Temperatura do globo negro dentro (in) e fora (ext) do galpão; ITU – Índice de Temperatura e umidade; ITGU – Índice de Temperatura do globo e umidade; CTR – Carga térmica de Radiação dentro do galpão;

Durante o período experimental, observou-se que a média da temperatura ambiente à tarde foi superior à média encontrada pela manhã, sendo que à tarde a temperatura esteve em média 3,19°C abaixo da temperatura crítica superior (TCS)

para cabras (30°C) (LU, 1989; MÜLLER, 1989), enquanto que pela manhã essa diferença foi de 5,06°C (Tabela 3).

A temperatura do ar constitui um componente importante para o conforto, pois afeta diretamente os animais, principalmente os especializados em lactação, promovendo, quando acima da ZCT, o estresse provocado pelo aquecimento, influencia o consumo de matéria seca e a produção de leite (SILVA, 2000). Embora os valores das temperaturas observadas estejam dentro da faixa de termoneutralidade, não são as ideais para a manutenção da sanidade e produção, que deveriam se situar entre 13°C e 21°C (MÜLLER, 1989).

Tabela 4. Valores máximos e mínimos dos parâmetros meteorológicos e precipitação pluvial durante os períodos de coleta.

	Máximas e mínimas	
	Varição	Média do período experimental
PP (mm/ dia)	0,0 - 32,0	7,3 ± 9,08
T-MÁX (°C)	25,6 - 29,6	28,0 ± 1,14
T-MIN (°C)	20,3 - 24,0	22,3 ± 0,98
TGN MAX (°C)	26,6 - 37,2	30,4 ± 2,41
TGN MIN (°C)	19,6 - 23,5	20,8 ± 1,07
UR MAX (%)	85,0 - 99,0	93,8 ± 3,81
UR MIN (%)	54,0 - 87,0	64,4 ± 8,54

PP – Precipitação Pluvial; T-MAX – Temperatura máxima; T-MIN – Temperatura mínima; TGN MAX – Temperatura do globo (in) máxima; TGN-MIN - Temperatura do globo (in) mínima; UR MAX – Umidade relativa do ar máxima; UR MIN – Umidade relativa do ar mínima;

As médias da umidade relativa do ar observadas nos turnos manhã e da tarde foram bastante superiores aos níveis de 40 a 75% considerados ideais (MCDOWELL, 1972; NÃAS, 1989; BAËTA & SOUZA, 1997). A umidade relativa do ar pode causar desconforto térmico se estiver associada com altas temperaturas, prejudicando os processos de dissipação de calor corporal (Tabelas 3 e 4).

Segundo McDowell (1972), ventos com velocidades de 1,3 a 1,9 m/s (4,68 a 6,84 km/h) são ideais para a criação de animais domésticos, valores esses mais elevados do que os encontrados na presente pesquisa, tanto no turno da manhã quanto à tarde. De acordo com Moraes (2002), os ventos contribuem para a termólise convectiva de animais domésticos, causando preocupação quando atingem 28,80 km/h. Considerando a faixa de 4,68 a 6,84 km/h, considerada ideal (MCDOWELL, 1972), é possível admitir que os valores encontrados dentro da instalação são considerados baixos, contribuindo pouco para dissipação do calor corporal dos animais (Tabela 3).

Verifica-se que a TGN, tanto interna como externa, apresentaram valores superiores no turno da tarde (27,39 vs 34,44° C), comportamento semelhante ao ocorrido com a temperatura ambiente, fica evidenciado ainda que, dentro do galpão, os valores da TGN no turno da manhã e da tarde, mostraram-se inferiores àqueles observados ao sol (25,77 vs 27,39°C). A diferença entre a temperatura do globo negro dentro e fora do galpão nos turnos da manhã e da tarde foram de 8,37 e 7,05°C, respectivamente, revelando a importância do sombreamento na redução da carga térmica radiante nas instalações zootécnicas. A eficiência desse sombreamento pode ser atestada pelo valor médio da CTR (459,44 W/m²) (Tabela 3), considerada baixa (SILVA, 2000), que pode ter sido influenciada também pela condição de nebulosidade/chuvas verificada na época do ano em que ocorreu o experimento, com uma precipitação pluvial média de 7,3 mm (Tabela 4).

Com relação aos índices de conforto térmico, observa-se na Tabela 3 que, durante o experimento, os valores apresentados foram sempre superiores no turno da tarde quando comparados ao turno da manhã.

Uma vez que não se tem conhecimento da faixa de ITU que representa a zona de conforto específica para cabras saanen em região tropical (PAULO, 2009), de acordo com a generalização proposta por Hahn (1985) para diferentes espécies animais, é possível atestar que a condição meteorológica verificada é considerada como crítica, ou uma situação de alerta se for utilizada a referência proposta por McDowell (1976) citado por Silanikove, 1998, para vacas leiteiras. No entanto, uma vez que os caprinos apresentam superior capacidade adaptativa, é de se esperar maior tolerância desta espécie se comparada à outros ruminantes domésticos. Turco et al. (2004), trabalhando com zoneamento bioclimático para caprinos e ovinos no

estado da Bahia, sugere valores que apontam nessa direção, considerando que o ITU para caprinos e ovinos passa a ser crítico a partir de 74 a 81, tomando por base a faixa de TCS de 25 a 30 °C definida por Lu (1989) e uma umidade relativa de 70%.

Os resultados médios de ITU obtidos neste trabalho (75,05-manhã; 76,86-tarde), ficaram dentro da faixa de início da zona crítica proposta por Turco et al. (2009), porém muito próximos do menor valor referencial.

Os valores de ITGU, tanto pela manhã (80,69), quanto à tarde (81,66), indicam uma situação de perigo (BAÊTA, 1985 apud PAULO, 2009), é importante destacar, entretanto, que a exemplo do ITU, não foram estabelecidas faixas de tolerância com base em ITGU para caprinos leiteiros nas condições de clima tropical.

Com relação às respostas fisiológicas, observou-se que o turno exerceu influência significativa nas variáveis TR, FC e FR, com os maiores níveis ocorrendo no turno da tarde (Tabela 5). Tal elevação está compatível com os resultados obtidos por Souza et al. (2011a) ao observarem o efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos de cabras Saanen em confinamento no sertão paraibano. Avaliando o grau de adaptabilidade entre caprinos exóticos e nativos no semi-árido, Santos et al. (2005) também verificaram que independente da raça, o turno influencia diretamente sobre a TR.

Arruda & Pant (1984 e 1985), citados por Souza (2005), relataram que animais de hábitos diurnos, possuem uma variação normal da temperatura corporal, que é mínima pela manhã e máxima no período da tarde. Porém, sob estresse térmico, notadamente no período da tarde, esta variação é muito marcante, evidenciando a hipertermia. Essas reações ao estresse térmico, no entanto, variam de acordo com a raça, idade e ordem de lactação, sendo que quanto mais especializada, maior é a sensibilidade ao estresse, as primíparas são mais sensíveis e as multíparas mais resistentes por adaptação ao meio (PEREIRA, 2005).

Tabela 5 – Médias obtidas por tratamento e por turno: manhã e tarde, para respostas termorreguladoras, de cabras alimentadas com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho

Respostas fisiológicas	Turno	Níveis de substituição (%)				ER	R ²	CV (%)	Trat	Turno	Trat*Turno
		0	33	66	100						
TR (°C)	Manhã	38,64	38,86	38,65	38,58	1	0,72	0,49	<0,01	<0,01	ns
	Tarde	38,92	39,03	38,97	38,91						
TE (°C)	Manhã	35,47	35,66	35,93	35,66	$\hat{Y}=35,75$	-	1,48	ns	ns	ns
	Tarde	35,46	36,00	35,92	35,84						
FC (bat/min)	Manhã	100,80	111,28	107,15	96,50	2	0,67	8,58	<0,01	<0,01	ns
	Tarde	106,47	117,05	115,22	109,83						
FR (mpm)	Manhã	56,80	62,33	59,27	51,89	$\hat{Y}=63,43$	-	20,16	ns	<0,01	ns
	Tarde	64,60	72,33	69,22	69,78						
TS (g/m ² /h)		41,62	29,70	40,55	25,75	$\hat{Y}=34,09$	-	57,91	ns	-	-

TR – Temperatura retal; TE – Temperatura da epiderme; FC – Frequência cardíaca; FR – Frequência respiratória; TS – Taxa de sudorese; ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade (p>0,05); ER – Equação de regressão; R² - Coeficiente de determinação; CV – Coeficiente de variação; P>F – Nível de probabilidade. 1. $\hat{Y}=38,7296+0,0061x$; 2. $\hat{Y}=102,7954+0,4335x-0,0042x^2$

O tratamento somente foi significativo para duas das cinco variáveis fisiológicas estudadas, apresentando efeito linear (P <0,05) para a TR e FC, conforme pode visualizado na Tabela 6 e nos Gráficos 1 e 2.

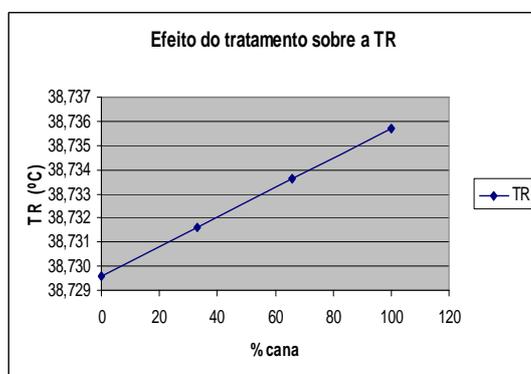


Gráfico 1: gráfico da equação $\hat{Y}=38,7296+0,0061x$

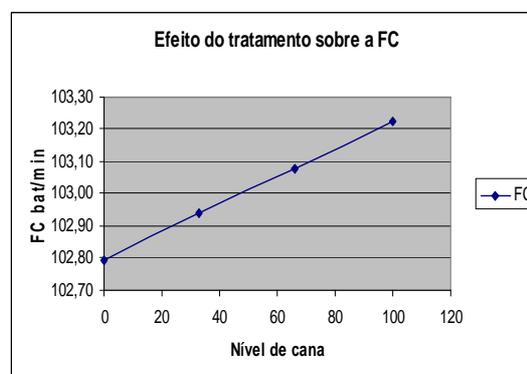


Gráfico 2: gráfico da equação $\hat{Y}=102,7954+0,4335x-0,0042x^2$

Apesar do efeito do tratamento sobre a TR, todos os valores observados para esta variável, inclusive para a dieta com 100% de cana-de-açúcar, encontram-se dentro dos limites considerados normais para a espécie (38,5 a 40,7 °C) (DUKES, 2006; CUNINGHAN, 2004; SILVA, 2000).

LU (1989), trabalhando com animais recebendo diferentes proporções volumoso:concentrado, observou que o grupo que recebeu uma dieta de 100% de forragem apresentaram médias de TR um pouco maiores que aqueles que recebiam uma dieta na proporção 50:50, forragem:concentrado. Esse comportamento tem relação com o maior incremento calórico gerado na digestão dos volumosos se comparado aos concentrados, e dos volumosos de baixa digestibilidade se comparados aos de alta digestibilidade, o que pode explicar a resposta observada no presente trabalho, tendo em vista que a cana-de-açúcar apresenta menor digestibilidade se comparada à silagem de milho, e que não houve diferença significativa no consumo de matéria seca entre as dietas, conforme atestado por Cabral (2011), trabalhando com os mesmos animais durante o mesmo período (Tabela 6).

Outro quesito que não pode ser desprezado são as altas umidades do ar verificadas durante o experimento, tal condição dificulta a perda de calor latente pelas vias evaporativas, contribuindo para a elevação da temperatura retal.

Os tratamentos e turnos também influenciaram a frequência cardíaca. Os valores médios encontrados foram superiores aqueles descritos na literatura como normais para caprinos, que se situam na faixa entre 80 a 100 bpm (KOLB, 1987). Appleman & Delouche (1958), citados por Lu (1989), verificaram que caprinos vivendo em uma temperatura ambiente de 23°C, apresentaram de 75 a 110 bat/min, com média de 89 bat/min. De acordo com Souza (2005) a ingestão de grandes quantidades de alimento causa um aumento considerável na frequência cardíaca, e a ruminação altera a frequência cardíaca em 3%, o que pode explicar o comportamento observado para esta variável, já que os animais com maiores níveis de substituição da silagem por cana, apresentaram maior tempo de ruminação, conforme respostas obtidas por Cabral (2011).

Tabela 6* – Médias obtidas para os consumos da matéria seca e demais nutrientes por cabras alimentadas com cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho

Consumo	Níveis de substituição (%)				ER	CV (%)	R ²	Efeito Linear
	0	33	66	100				
Matéria seca								
(kg/dia)	1,71	1,70	1,84	1,68	$\hat{Y}=1,71$	18,33	-	<i>ns</i>
(%PV)	3,79	3,75	4,16	3,73	$\hat{Y}=3,81$	18,51	-	<i>ns</i>
(g/kg PV0,75)	98,03	97,37	107,29	96,50	$\hat{Y}=99,8$	18,38	-	<i>ns</i>
Nutrientes (kg/dia)								
MO	1,63	1,63	1,76	1,60	$\hat{Y}=1,54$	18,33	-	<i>ns</i>
PB	0,23	0,22	0,23	0,23	$\hat{Y}=0,22$	17,03	-	<i>ns</i>
EE	0,08	0,07	0,07	0,06	1	23,46	0,74	0,0143
CNF	0,94	0,91	0,96	0,90	$\hat{Y}=0,81$	18,32	-	<i>ns</i>
CHOT	1,33	1,35	1,48	1,32	$\hat{Y}=1,26$	18,44	-	<i>ns</i>
FDN	0,40	0,43	0,51	0,42	$\hat{Y}=0,45$	20,91	-	<i>ns</i>
FDA	0,18	0,20	0,25	0,22	2	22,82	0,74	<i>ns</i>
NDT	1,28	1,30	1,30	1,11	$\hat{Y}=1,17$	24,23	-	<i>ns</i>

*Dados publicados por Cabral (2011); *ns* não significativo em nível de 5%. Matéria orgânica (MO), Proteína bruta (PB), Extrato etéreo (EE), Carboidratos não fibrosos (CNF), Carboidratos totais (CHOT), Fibra em detergente neutro (FDN), Fibra em detergente Acido (FDA), Nutrientes digestíveis totais (NDT), Equação de regressão (ER), Coeficiente de determinação (R²), Coeficiente de variação (CV) e Nível de probabilidade referente ao efeito linear. 1. $\hat{Y}=0,0553-0,0251X$ e $\hat{Y}=0,2185+0,0433X$.

A FR não foi influenciada pelo tratamento ($P>0,05$), apresentando uma média de 63,44 mpm, embora não tenha havido efeito significativo do tratamento, o turno influenciou significativamente os resultados ($P<0,01$), de modo que o turno da tarde apresentou sempre os maiores valores, independente dos níveis de inclusão de cana na dieta. Os valores médios da FR obtidos neste trabalho, tanto pela manhã (57,57 mpm) quanto à tarde (68,98 mpm), são superiores à média encontrada por MORAIS *et al.* (2004) que foi de 42 mpm, valores que diferem significativamente entre si e maiores que aqueles considerados normais que variam entre 12 e 20 mpm (KOLB, 1987). Comparando-se esses valores com os encontrados por Silva *et al.* (2004) e Souza *et al.* (2005), seja no turno da manhã ou no da tarde, nota-se que eles foram superiores aos encontrados por esses autores e também aos relatados

por Santos et al. (2005) em caprinos mantidos em condição de conforto térmico (sombra).

Temperaturas ambientes efetivas mais altas, associadas à maior carga térmica radiante à tarde (Tabela 4), provavelmente foram os responsáveis por estes efeitos. As cabras exibiram taquipnéia e taquicardia, tanto de manhã como à tarde, contudo a FR no turno da tarde apresentou aumento proporcionalmente mais expressivo do que a obtida no turno da manhã (10,61 mpm), o que provavelmente contribuiu para uma maior dissipação do corporal calor, necessário para manter a temperatura corporal dentro do limite considerado normal. O aumento da FR e FC à tarde está de acordo com os resultados obtidos por vários autores (SANTANA, 2011; SANTOS, 2003; GAYÃO, 1991).

Alterações na frequência respiratória são usadas por diversas espécies animais para trocar calor com o ambiente pela via respiratória; o seu aumento tem sido descrito em diversos trabalhos (GAYÃO, 1992; SANTOS, 2003; AIURA, 2010, entre outros) como sendo a primeira resposta corporal visível à elevação da temperatura do ar. De acordo com Silva (2000), a FR é o mecanismo fisiológico mais usado pelos animais com o intuito de trocar calor com o meio ambiente, visando o conforto térmico, apesar disso, Silva & Starling (2003) enfatizaram a importância da estabilização respiratória, pois a FR elevada e por tempo prolongado pode causar alteração na pressão sanguínea de CO₂, interferindo na regulação respiratória do pH sérico, além de provocar acréscimo no calor armazenado nos tecidos, devido ao trabalho acelerado dos músculos respiratórios.

De acordo com essa classificação proposta por Silanikove (2000), com base na FR, no presente experimento os animais apresentaram uma condição de estresse baixo pela manhã e médio-alto à tarde, exceto para o tratamento com 33% de inclusão de cana, onde os níveis de FR nos dois turnos indicam estresse médio-alto.

Avaliando o comportamento de caprinos da raça saanen no semi-árido paraibano Pereira et al. (2009) constataram elevação significativa da FR em resposta ao estresse ambiental, não ocorrendo entretanto, interferência na manutenção da temperatura corporal, comportamento este, semelhante ao observado no presente trabalho. Souza (2010) ao avaliar os parâmetros fisiológicos de cabras saanen criadas em confinamento e a sombra no Estado do Ceará,

verificou que os animais sofreram influência dos efeitos do clima, apresentando alteração na FR, apesar disso, mantiveram a TR dentro dos limites da homeotermia. Souza et al. (2011) ao estudarem 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.

Não houve efeito significativo dos tratamentos nem dos turnos ($P>0,05$) para a temperatura da epiderme. Uma vez que os animais experimentais apresentaram taquicardia e taquipinéia, bem como demonstraram elevação da TR e FC nos maiores níveis de inclusão de cana na dieta, seria de se esperar que a TE também apresentasse variação, já que vasodilatação periférica é a primeira resposta fisiológica do animal ao estresse por calor, e que, com o aumento do fluxo sanguíneo na epiderme, ocorre a elevação de sua temperatura. Esse comportamento provavelmente ocorreu devido ao horário de registro das respostas termorreguladoras, realizado entre a ordenha e o arraçamento dos animais, nessa condição, ocorre a elevação do fluxo sanguíneo para as glândulas mamárias por ocasião da ordenha e na seqüência, para o sistema digestivo, inclusive nos momentos que antecedem a ingestão do alimento, tanto pelos estímulos visuais e olfativos causados pela preparação da ração, como pelo condicionamento causado manejo adotado. Além desse aspecto, Silva (2000) ressalta que a eficiência térmica do galpão, a ausência de radiação solar direta, além da coloração branca uniforme (apresentada por todos os animais do experimento), são fatores que influenciam significativamente essa variável.

O tratamento também não exerceu influencia significativa ($P>0,05$) sobre a taxa de sudorese, cuja média observada foi de 57,91 g/m²/h, valor este inferior às médias encontradas por Sousa Júnior (2008), que obteve uma TS média de 127,1 g/m²/h, trabalhando com caprinos SRD em sistema extensivo, e por Oliveira (2004) (apud Oliveira, 2007), que encontrou taxa de sudação média de 178,53 ± 6,14 g/m²/h.

Aiura et al. (2010), trabalhando com 484 cabras saanen e pardo alpina em clima tropical, observaram que a raça saanen apresentou uma taxa de sudação

média de $142,91 \pm 4,02$ g/m²/h, muito aproximado da taxa de sudação das cabras beduínas 144 ± 16 g/m²/h (DMI'EL & ROBERTSHAW, 1983). A diferença observada na taxa de sudação encontrada por esses autores pode ter sido ocasionada pelas condições edafoclimáticas de cada localidade e pelas próprias diferenças genéticas entre os animais/rebanhos estudados. Oliveira (2007) sugere que a TS em caprinos apresenta uma herdabilidade que possibilita a seleção dos animais para essa característica.

Os valores obtidos no presente trabalho, estão mais aproximados das médias observadas por Gayão (1992), 60,08 g/m²/h em cabritas saanen, e por Brasil et al. (2000), 27,45 g/m²/h em cabras alpinas sob estresse térmico em câmara climática.

Com relação às respostas produtivas, verifica-se na Tabela 7, que os diferentes níveis de cana-de-açúcar na dieta, não influenciaram as médias da produção leiteira nem na primeira, nem na segunda ordenha (turno) (interação tratamento x turno não significativa $P>0,05$), corroborando assim com os resultados obtidos por Cabral (2011) que estudou a média diária desta variável trabalhando com os mesmos animais, no mesmo período, usando a Equação 9 ao invés da Equação 10 para análise estatística.

Tabela 7 – Médias obtidas por tratamento e por turno: manhã e tarde, para a produção leiteira (PL) e peso vivo (PV), de cabras alimentadas com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho

Respostas produtivas	Turno	Níveis de substituição (%)				ER	R ²	CV (%)	Trat	Turno	Trat*Turno
		0	33	66	100						
PL (kg)*	Dia	2,03	2,09	2,15	1,86	Ŷ=2,03	-	20,06	<i>ns</i>	-	-
PL (kg)	Manhã	1,32	1,39	1,42	1,30	Ŷ=1,29	0,94	9,88	<i>ns</i>	<0,01	<i>ns</i>
	Tarde	0,66	0,71	0,73	0,67						
PV (kg)	-	44,63	45,44	42,84	44,66	Ŷ=44,38	-	6,05	<i>ns</i>	-	-

*Dados publicados por Cabral (2011). *ns* – não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p>0,05$); ER – Equação de regressão; R² - Coeficiente de determinação; CV – Coeficiente de variação; $P>F$ – Nível de probabilidade.

Houve efeito isolado do turno ($P < 0,01$) para produção leiteira. No turno da manhã a produção média foi de 1,36 kg/dia, enquanto que à tarde a média foi de 0,69 kg/dia, o que pode ser explicado pelo intervalo entre as ordenhas, que entre os turnos da manhã e da tarde que foi de 8 horas, enquanto que da ordenha da tarde para a da manhã do dia seguinte foi de 16 horas. O resultado ora encontrado, diverge daquele observado por Cabral et al. (2008), que substituindo feno de tifton por cana de açúcar na dieta das cabras, constatou redução na produção leiteira a medida de os níveis de cana na dieta aumentaram, no entanto, no nível máximo de substituição (100%), verificou-se uma média de produção leiteira 2,50 kg/dia; portanto, superior à média observada no presente trabalho.

O consumo de matéria seca (CMS) e os níveis de FDN, também não diferiram quando se adicionou níveis crescentes de cana às dietas das cabras (Tabela 5), como relatado por Cabral (2011), trabalhando com os mesmos dados, provavelmente explica o fato das variáveis termorreguladoras se manterem dentro da faixa considerada normal (Tabela 3). Naquela pesquisa, Cabral relata que os diferentes níveis de cana-de-açúcar fornecido às cabras não influenciou significativamente o CMS ($P > 0,05$), cujo consumo médio foi de 1,71 kg/ dia, equivalente a 3,81 % do PV ou $99,80 \text{ g/kg}^{0,75}$, indicando que as exigências nutricionais das cabras foram atendidas, momento em que possivelmente foram ativados os fatores fisiológicos reguladores do consumo (MERTENS, 1997).

De acordo com a autora, a média de 1,71 kg/dia encontrada para todos os tratamentos, foi semelhante ao indicado pelo NRC (2007) que é de 1,70kg/dia para cabras lactantes com 2,0 kg de leite/dia pesando 43 kg de peso vivo. Cabral (2011) relata ainda que a redução do coeficiente de digestibilidade nas dietas com maior nível de cana, não comprometeu a disponibilidade energética em nenhuma das dietas experimentais, havendo bom aproveitamento pelos animais com indicativo de que as cabras ajustaram suas produções aos consumos de nutrientes digestíveis totais, o que provavelmente explica o fato de não ter havido efeito significativo do tratamento sobre o PV dos animais ($P > 0,05$), tal resultado, é semelhante ao encontrado por Valvasori et al. (1995), porém diverge dos reportados por Magalhães et al (2006) e Mendonça et al. (2004), onde identificaram queda no peso dos animais alimentados com cana.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a alimentação das cabras saanen em lactação, com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho, não influenciou as respostas produtivas (produção leiteira e peso vivo), influenciando parcialmente as respostas termorreguladoras (temperatura retal e frequência cardíaca) de animais com nível de produção de até 2,03 kg/dia, em condições de clima quente e úmido.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIURA, A.L.O, AIURA, F.S, SILVA , R.G. **Repostas termorreguladoras de cabras Saanen e pardo alpina em ambiente tropical.** Archivos de Zootecnia, v. 59, n. 228, p. 605-608, 2010.

APPLEMAN, R. D., DELOUCHE, J. C. **Behavioral, physiological and biochemical responses of goats to temperature, 0o to 40oC.** J. Anim. Sci., v.17, p.326-335, 1958.

ARMSTRONG, D.V. **Heat stress interaction with shade and cooling.** Journal Dairy Science, v.77, p.2044-2050, 1994.

AZEVEDO, M.DE; PIRES, M. F. A.; SATURNINO,H. M., LANA, A. M. Q; SAMPAIO,I. B. M., MONTEIRO, J. B. N.,MORATO, L. E. **Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em lactação.** Revista Brasileira de Zootecnia., v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

BACCARI JR., F. **A temperatura corporal dos bovinos.** *Gado Holandês*, n.51, p.15-19, 1987.

BACCARI JR., BRASIL, L.H.A., TEODORO, S.M. 1997. **Thermoregulatory responses of Alpine goats during thermal stress.** In: LIVESTOCK ENVIRONMENT, 5, 1997, Minneapolis. *Proceedings...* Minneapolis : Amer. Soc. Agric. Engrs., p.789-94.

BACCARI JUNIOR, F., GAYÃO, A.L.B.A., NUNES, J.R.V. **Effect of water cooling on growth rate of Large White-Landrace gilts during thermal stress.** In: Livestock Environment, 4, 1993, Coventry. *Proceeding...* Coventry: Amer. Soc. Agric. Engrs., p. 889-94, 1993.

BACCARI JÚNIOR, F.; GAYÃO, A.L.B.A.; GOTTSCHALK, A.F. **Metabolicrate and some physiological and production response of lactating Saanen goats during thermal stress.** In: International Congress of biometeorology. v.14, p.119, 1996.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais e conforto térmico.** Viçosa: Editora UFV, 1997. 246p.

BERMAN, A. **Influence of some factors on the relative evaporative rate from the skin of cattle.** Nature, 179 (4572):1256. 1957.

BLIGH, J., JOHNSON, K. G. **Glossary of terms for thermal physiology.** Journal Applied. Physiology., v. 35, p. 941-61, 1973.

BRASIL, L.H.; WECHESLER, F. S; JÚNIOR, F. B; 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, Viçosa, v.29, p.1632-1641, 2000.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZOAROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. **Black Globe-Humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows.** Transactions of the ASAE, v.24, p. 711-714, 1981.

CABRAL, A.M.D.; BATISTA, A.M.V.; MUSTAFA, A. et al. **Performance of dairy goats fed whole sugarcane.** Tropical Animal Health and Production, vol.41, n.3, p.279-283, 2008.

CABRAL, A. M. D.. **Cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho em dietas para cabras leiteiras.** Tese (doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2011.

CAMERINI, F. C. FERNANDES JR. NERANDI L. et al. **Qualidade do leite produzido por cabras alimentadas com níveis crescentes de feno de flor de seda.** Revista Educação Agrícola Superior. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior- ABEAS. Brasília - v.23, n.1,p.64-70, 2008.

CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F. et al. **Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado em novilhos F1 Limousin x Nelore.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000.

CORDEIRO, P. R. C.. **Mercado do leite de cabra e seus derivados.** Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária. 2006. 8p. Disponível em: <<http://www.acocerj.com.br/materias/Mercado%20de%20Leite.pdf>> Acesso em 04 junho 2011.

CRV LAGOA. 2011. Disponível em: <http://www.crvlagoa.com.br/animais.asp?idA=1294>. Acesso em: 29 agosto 2011.

CUNNINGHAM, JAMES C. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Coogan, 2004. 579p.

DARCAN, N.; GÜNEY, O.. **Alleviation of climatic stress of dairy goats in Mediterranean climate**. Small Ruminant Research. 4p. 212-215, 2007.
DMI'EL, R.; ROBERTSHAW, D.. **The control of panting and sweating in the black Bedoin goat: a comparison of two modes of imposing a heat load**. 1983. Physiol. Zool., 56: 404-411.

DUKES, H.H.; SWENSON, H.J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Coogan, 2006. 926p.

EMBRAPA. **Utilização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. COT, nº 23. Campo Grande, 1997. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD23.html>>. Acesso em 01 dez. 2010.

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport: AVI Publishing Company, 1969.

FAO. El Estado Mundial De la Agricultura y la Alimentacion 2009. **La ganadería, a examen**. 2009. 186p. Disponível em: < <https://www.fao.org.br/download/i0680s.pdf>> Acesso em: 04 junho 2011.

FAO. **FAO Stat. Live Animals-2009**. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=573&lang=en#ancor>> Acesso em: 04 junho 2011.

FURTADO, GIL DUTRA. **Respostas termorreguladoras de cabras saanen submetidas a estresse térmico em Lages, Rio Grande do Norte**. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/F46BA88D48FBFDD8832574390046D621/\\$File/Termorregula%C3%A7%C3%A3o%20cabras%20Saanen.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/F46BA88D48FBFDD8832574390046D621/$File/Termorregula%C3%A7%C3%A3o%20cabras%20Saanen.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2010.

GAYÃO, A.L.B.A., BACCARI JR., F., MASSONE, F. et al. **Respostas termorreguladoras de cabras mestiças Saanen-Nativa submetidas a stress térmico de curta duração**. n: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA ZOOTECNIA, 28, 1991, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, 1991. p.492.

GAYÃO, ANA L. B. A.. **Efeito do estresse térmico sobre a taxa metabólica e o desempenho produtivo de cabritas saanen em crescimento**. Dissertação. UFMG, 1992

GARCIA, M.; LIBERA, A. M. M. P. DELLA; B. F., IVAN R.. **Guia On Line de Clínica Buiátrica: Plano geral do exame clínico em ruminantes**. Disponível em: <<http://www.mgar.com.br/clinicabuiatrica/aspPlanoFuncoes.asp>>. Acesso em: 13 ago. 2011.

GARCIA, D. A. Mundo da Zootecnia: pluviômetro caseiro [Blog]. 2011. Disponível em: <<http://mundodazootecnia.blogspot.com/2010/10/pluviometro-caseiro.html>>. Acesso em: 10 out. 2011.

GOMES, C. A. V.. **Efeito do ambiente e de níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos**. Dissertação. UFPB, 2006.

GONÇALVES, H. C.; SILVA, M. A.; WECHSLER, F. S.; RAMOS, A. A.. **Fatores Genéticos e de Meio na Produção de Leite de Caprinos Leiteiros**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, p.719-729, 2001.

HAHN, G.L. **Management and housing of farm animals in hot environments**. In: YOUSEF, M.K. (Ed.) Stress physiology in livestock. Boca Raton: CRC Press, 1985. v.2. p.151-174.

INCOTERM. **Produtos: 5195.03.0.00 - Termo-Higrômetro Analógico Bulbo Seco e Úmido**. Disponível em: <http://www.incoterm.com.br/home/show_page.php?id=2973>. Acesso em: 10 out. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário (1995/96 e 2006)**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200905.comentarios.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2011.

KADZERE, C.T.; MURPHY, M.R.; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E.. **Heat stress in lactating dairy cows: a review**. In: Livestock Production Science. 2002, v.77, p.59-91.

KELLY, C.F., BOND, T.E. **Bioclimatic factors and their measurement**. In: National Academy of Sciences. A guide to environmental research on animals. 1971. p.7-92

KOLB, E.; KETZ, A.; GURTLER, H. **Fisiologia Veterinária**, 4 ed., Rio de Janeiro, RJ:Guanabara Koogan, 1987, 612p.

LA CROSSE TECHNOLOGY. **Products: adventure watches & instruments: EA-3010** Disponível em: <<http://www.lacrossetechnology.com/ea3010/large.jpg>>. Acesso em: 10 out. 2011.

LENG, R. A. **Limitaciones metabolicas en la utilización de la caña de azucar y sus derivados para el crecimiento y producción de leche en ruminantes**. In: PRESTON, T.R., ROSALRS, M. (Eds.) Sistemas intensivos para la producción animal y de energia renovable com recursos tropicales. Cali, CIPAV. p.1-24. 1988.

LIMA, ROBERTO ARRUDA DE SOUZA. **DISTRIBUIÇÃO DO REBANHO CAPRINO NO BRASIL NOS ANOS 1995/96 E 2006**. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco – Acre, 20 a 23 de julho de 2008. Apresentação oral. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/769.pdf>> Acessado em: 04 junho 2011, às 19:00.

LU, C.D. **Effects of heat stress on goat production**. Small Ruminants Research., 2 p.151- 62, 1989

MAGALHAES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S. et al. **Cana-de-acucar em substituição a silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.2, p.591-599, 2006.

McDOWELL, R.E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. Zaragoza: Acribia, 1972. 692p.

MENDONCA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.2, p.481-492, 2004.

MERTENS,D.R; **Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows**. SYMPOSIUM: MEETING THE FIBER REQUIREMENTS OF DAIRY COWS Journal of Dairy Science Vol. 80, No. 7, 1997.

MORAIS, D. A. E. F.; BENTO, C. A. P., JÚNIOR, S. C. de S; VASCONCELOS, A. M.; SOUZA, W. G. **Efeito da época do ano sobre características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em região semi-árida.** In: **III Congresso Nordestino de Produção Animal.** Anais... Campina Grande, PB, Brasil, 2004.

MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos.** Porto Alegre: Sulina, 1989. 262p.

NÄÄS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal.** São Paulo: Editora Ícone, 1989. 183p.

NOGUEIRA FILHO, Antônio; Figueiredo Jr, C.A.; Yamamoto, Arthur. **Mercado de carne, leite e pele de caprinos e ovinos no Nordeste.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2010. Série de documentos do ETENE, n.27. 128p.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF GOATS – NRC. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 362p. 2007.

OLIVEIRA, L. A. **Mecanismo termorreguladores de cabras da raça Saanen.** Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Tese (doutorado), Jaboticabal, 2007.

PAULO, J. L. A. **Índices de conforto térmico para caprinos das raças moxotó e canindé em confinamento no semiárido paraibano.** Universidade Federal da Paraíba. Dissertação (Mestrado), Areia, 2009.

PEREIRA, J.C.C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal.** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

PEREIRA, J. C.; CUNHA, D. N. F. V.; CECON, P. R.; FARIA, E. S.. **Desempenho, temperatura retal e Frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n2, p.328-344, 2008.

PIRES, M. F. A., **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico.** EMBRAPA: Comunicado Técnico, n 52. Juiz de Fora, MG, 2006.

RANDALL, DAVID; BURGGREN, WARREN e FRENCH, KATHLEEN **Fisiologia Animal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

RIBEIRO, L.R.; ÍTAVO, L.C.V. et al. **Composição química do leite de cabras Saanen alimentadas com diferentes volumosos**. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa – MG. **Anais**. Viçosa: SBZ/Gnosis, [2000]. p 367 – 367, (CD-ROM).

SANTANA G. M. C. **Adaptabilidade ao calor de cabras da raça Saanen, gestantes, em duas estações do ano**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

SANTOS, F.C.B.; SOUZA, B.B.; ALFARO, C.E.P. et al. **Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro**. *Ciência e Agrotecnologia*. v.29, n.1, p. 142-149, 2005.

SAS INSTITUTE. *Statistical Analysis Systems – SAS 2009*. **Statistical Analysis System Institute**. 2009. 1 CD-ROM: SAS 2009.

SCHLEGER, A.V.; TURNER, H.G. **Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes**. *Australian Journal of Agricultural Research*. v.16, p.92-106, 1965

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

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C.; **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG:UFV. 2002,165p.

SILVA, G.A.; SOUSA, 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 semi-árido**. In: SIMCRA-SIMPOSIO DE CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA. Campina Grande, 2004. **Anais...** Campina Grande: UFPB, 2004.

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo: Nobel, 2000, 286p.

SILVA, R. G. & STARLING, J. M. C.. **Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes**. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2003, vol.32, n.6, suppl.2, pp. 1956-1961. ISSN 1806-9290.

SILVA, J. R. S. et al. **Caracterização climática das capitais nordestinas através do DFA e SampEn**. 19º Sinape 26 a 30 de julho de 2010v. São Pedro-SP. Séries Temporais, Econometria e Finanças.

SOUSA JÚNIOR, S. C.; MORAIS, D. A. E. F.; VASCONCELOS, A. M.; NERY, K. M.; MORAIS, J. H. G. M.; MARIA, M. **Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semi-árida**. Rev. Cient. Prod. Anim., v.10, n.2, p.127-137, 2008.

SOUZA, B. B. de; ASSIS, D. Y. C. de; NETO, F. L. S.; ROBERTO, J. V. B.; MARQUES, B. A. A.. **Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça saanen em confinamento no sertão paraibano**. R. Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. [online]. 2011, Revista Verde. vol.6, n.1, p. 77 – 82 (GVAA) ISSN 1981-8203.

SOUZA, B. B. **Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil**. Farm Point, Radares Técnicos. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/bemestar-e-comportamento-animal/indice-de-conforto-termico-para-ovinos-e-caprinos-indice-de-temperatura-do-globo-negro-e-umidade-registrado-em-pesquisas-no-66797n.aspx>>. Acesso em 30 ago. 2011.

SOUZA, E. D. et al. **Determinação dos Parâmetros Fisiológicos e Gradiente Térmico de Diferentes Grupos Genéticos de Caprinos no Semi-Árido**. Revista Ciência e Agrotecnologia [online]. v. 29, n. 1, p. 177-184, jan./fev. Lavras, MG: UFLA. 2005

SOUZA, P. T.. **Estresse térmico em cabras saanen nos períodos seco e chuvoso criadas em clima tropical quente e úmido no Estado do Ceará**. Dissertação (mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2010.

THIAGO, L.R.L.; VIEIRA, J.M. **Cana-de-açúcar: uma alternativa de alimento para a seca**. EMBRAPA Gado de Corte, Comunicado Técnico, 2002. (COT, nº 73). Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/cot/COT73.html>>. Acesso em 01. ago. 2011.

THOM, E.C. **Cooling degrees - days air conditioning, heating, and ventilating**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.55, n.7, p.65-72, 1958.

TURCO, S. H. N.; SILVA, T. G. F. da; SANTOS, L. F. C. dos; RIBEIRO, P. H. B.; ARAÚJO, G. G. L. de; HOLANDA JUNIO, E. V.. **Zoneamento bioclimático para caprinos e ovinos no Estado da Bahia.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. A produção animal e a segurança alimentar: **Anais.** Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia: Embrapa Gado de Corte, 2004. 1 CD-ROM.

VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; ARCARO, J.R.P. et al. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.32, n.4, p.224-8, 1995.

VAN SOEST, P. J. **Development of a comprehensive system of feed analysis and its applications to forages.** Journal of Dairy Science, v.26, n.1, p.119-128, 1967.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. **Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.** Journal of Dairy Science, v.74, p.3583-3597, 1991.

VILELA, M S.. **Avaliação de Diferentes Suplementos para Vacas Mestiças em Lactação Alimentadas com Cana-de-Açúcar: Desempenho e Digestibilidade.** Revista Brasileira de Zootecnia. v.32, n.3, p.768-777, 2003.