



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

ESTRATÉGIAS DE MANEJO AMBIENTAL E TERMORREGULAÇÃO
DE CABRITOS NEONATOS EM AMBIENTE TROPICAL

ANDERSON ANTONIO FERREIRA DA SILVA

PATOS/PB
FEVEREIRO DE 2021

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

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO AMBIENTAL E TERMORREGULAÇÃO
DE CABRITOS NEONATOS EM AMBIENTE TROPICAL**

ANDERSON ANTONIO FERREIRA DA SILVA

ZOOTECNISTA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Área de Conhecimento: Manejo Produtivo de Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Paes Saraiv

**PATOS/PB
FEVEREIRO DE 2021**

S586e

Silva, Anderson Antonio Ferreira da.

Estratégias de manejo ambiental e termorregulação em cabritos neonatos em ambiente tropical / Anderson Antonio Ferreira da Silva. – Patos, 2021.

67 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2021.

"Orientação: Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva".

Referências.

1. Caprinocultura. 2. Manejo Produtivo de Ruminantes. 3. Cabritos – Mortalidade Neonatal. 4. Produção e Sanidade Animal – Cabritos Recém-Nascidos. 5. Homeotermia. 6. Modificações Ambientais – Resistência ao Frio. I. Saraiva, Edilson Paes. II. Título.

CDU 636.39(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: Estratégias de manejo ambiental e termorregulação de cabritos neonatos em ambiente tropical

AUTOR: Anderson Antonio Ferreira da Silva

ORIENTADOR: Dr. Edilson Paes Saraiva

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

Dr. Edilson Paes Saraiva
DZ/CCA/UFPB
Presidente

Dr. Vinícius de França Carvalho Fonsêca
DZ/CCA/UFPB
1º Examinador

Dra. Jacinara Hody Gurgel Moraes
PPGCA/UFERSA
2º Examinador

Patos - PB, 21 de fevereiro de 2021

 Prof. Dr. José Fábio Paulino de Moura
Coordenador PPGCA/CSTR/UFPG
Prof. Dr. José Fábio Paulino de Moura
Coordenador

Agradecimentos

A Deus, por ser o Autor de tudo e todos, o motivo maior de minha existência, por também ser o todo em minha vida, exemplificando ao mundo a maior expressão de amor que já pode existir de um ser divino para com um ser não divino.

A Jesus, por ter me ensinado com as lutas, por ter me catequisado diariamente e ter me mostrado o real sentido da vida, com uma missão terrena.

Ao Espírito Santo, por todos os dons emprestados, doados e dados. Pelas vezes em que fui livrado de algo, nos momentos que não sabia o que fazer ou a quem recorrer, e foste tu o meu refúgio, nas vezes que não sabia o que responder fostes a resposta.

Aos meus pais por terem me dado o dom mais precioso.

Aos meus irmãos Gerlane, Rejane, Germano, Bruno, Diego, Germana, Iury e Iago por serem a alegria de todos os meus dias e também por sempre me incentivarem e celebrarem juntos as minhas conquistas.

À minha amiga Fernanda Ferreira, por sempre estar ao meu lado nos momentos mais marcantes da minha vida, presenciando conquistas, vitórias e sendo o melhor que pode ser, um ombro amigo.

Às minhas queridas e eternas amigas Amanda Lima e Anna Macyara, por toda ajuda e incentivo, sem vocês eu não tinha chegado até aqui.

Ao meu amigo Rogério Aleson, por ter me apresentado a Zootecnia com tanto amor e zelo.

Ao meu amigo e Padrinho Wellington Ribeiro por ser minha inspiração profissional.

À minha madrinha Vanuza por sempre se preocupar comigo e me incentivar na busca dos meus sonhos.

À minha amiga Mariana Vasconcelos, por sempre torcer por mim e me incentivar a nunca desistir.

Às minhas amigas Ana Isaura, Cristina Lima, Glayciane Gois e Rosa Pessoa, por todo o ensinamento, companheirismo, por toda a bagagem científica adquirida, pelas parcerias, mas principalmente pela amizade que foi gerada graças à pesquisa.

À Revista Científica Ciência Hoje, por ter despertado em mim a curiosidade das coisas e ter me ensinado sempre ir em busca de respostas.

Aos meus Amigos de turma, em especial George, em que pude conhecer de perto, dividir a comida, partilhar conversas, sobre o mesmo teto partilhar nossas histórias de vida, obrigado por sempre me incentivar.

Ao meu amigo Fabricio que se tornou meu irmão no breve tempo que estive em Patos, me acolheu em sua casa e me ajudou muito em tudo.

Ao orientador e mestre, *Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva*, por todo o apoio, confiança e disponibilidade depositada para a conclusão desse trabalho, obrigado Professor!

Ao professor Vinícius por todo auxílio e orientação para construção desta dissertação.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos-PB, pelos conhecimentos repassados e pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Secretário da Pós-Graduação em Ciência Animal, *Arimatéia Cruz Guedes*, pelo apoio e ajuda em vários momentos.

Aos meus Amigos do BioEt (Grupo de Estudos em Bioclimatologia, Etologia e Bem-Estar Animal): *Larrisa Morais, José Danrley, Geni Caetano, Sergio Fidelis, Isabelly Maia, Amanda Letícia, Romário Parente, Tarsys Veríssimo, Tiago Moraes e Eduardo Henrique*.

Agradeço a todos membros externos que participaram da realização desta pesquisa: *Fernanda, Rafaela, Pavlos, Joederson, Naysson, Gustavo e Gleydson*.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram para que eu realizasse meu sonho e concluísse essa etapa em minha história.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
Lista de Tabelas.....	x
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Abreviatura, Siglas e Símbolos.....	xii
CAPITULO I.....	17
REVISÃO DE LITERATURA.....	17
Introdução.....	18
Fatores que comprometem a sobrevivência de cabritos neonatos.....	19
Comportamento materno-filial em caprinos.....	23
Efeitos do ambiente térmico na termorregulação de cabritos recém-nascidos.....	25
.....	25
Considerações finais.....	31
Referências.....	32
CAPÍTULO II.....	37
ESTRATÉGIAS DE MANEJO AMBIENTAL E TERMORREGULAÇÃO DE CABRITOS NEONATOS EM AMBIENTE TROPICAL.....	37
Resumo.....	38
Abstract.....	40
1. Introdução.....	41
2. Material e Métodos.....	44
2.1. Área e duração do estudo.....	44
2.2. Animais e designer experimental.....	45
2.3. Variáveis ambientais.....	49
2.4. Variáveis comportamentais.....	49
2.5. Variáveis fisiológicas.....	50
2.6. Análises estatísticas.....	51
3. Resultados.....	53
4. Discussão.....	58
5. Conclusão.....	64
6. Referências.....	65

ESTRATÉGIAS DE MANEJO AMBIENTAL E TERMORREGULAÇÃO DE CABRITOS NEONATOS EM AMBIENTE TROPICAL

RESUMO

Cabritos recém-nascidos podem enfrentar desafios de frio e calor em regiões tropicais, seja em período diurno, onde são registradas as temperaturas mais elevadas ou no período noturno, em que se registra as temperaturas mais baixas. Os níveis de temperatura radiante e vento abundantes podem facilitar ou prejudicar a quantidade de perda de calor sensível para o ambiente, sendo necessário realizar ajustes no ambiente em que os animais estão alojados, utilizando fonte extra de radiação ou fonte de sombreamento. Portanto, neste estudo, avaliamos cabritos recém-nascidos nas primeiras 72 horas de vida para observar se os mesmos acessam voluntariamente a fonte de calor suplementar e área de sombreamento disponíveis no curral experimental, avaliamos ainda os impactos em sua temperatura corporal. Os cabritos utilizados ($n = 16$) foram obtidos a partir da parição de nove cabras (Alpine x Saanen) em um curral que tinha disponibilidade de uma fonte privativa de calor suplementar (135x200x130 cm, comprimento, largura, altura) ofertado por meio de lâmpada incandescente (potência = 250 W), uma área sombreada (528x246 cm) e uma área sem sombreamento (880x610 cm). Foram registradas as temperaturas radiantes médias no ambiente da fonte de calor suplementar (TRM, °C) e no ambiente aberto (TRM, °C). Foram avaliadas diferentes variáveis comportamentais dos cabritos nas primeiras horas pós-parto: localização (se exposto à sombra, ao sol ou diretamente sob a fonte de aquecimento) e distância da mãe (se perto ou longe). O tempo despendido pelos cabritos recém-nascidos no ambiente da fonte de calor suplementar, no ambiente da área de sombra e no ambiente da área sem sombreamento, foram quantificados durante 72 horas, por meio de observação direta, amostragem animal focal e registro instantâneo, a cada intervalo de 10 min. Da mesma forma, as (TS, °C) e retal (TR, °C) foram registradas de hora em hora. Foram utilizados modelos lineares generalizados para testar os efeitos da hora do dia (i) e o ambiente térmico experimentado (j) nas variáveis de resposta. Cabritos recém-nascidos experimentaram TRM no ambiente da fonte de calor suplementar (faixa = 30 a 32 °C) maiores do que o ambiente aberto (faixa = 18 a 23 °C), o que pode explicar sua preferência ($P < 0,05$) em permanecer no ambiente da fonte de calor suplementar durante o período noturno, passando em média, 70% do tempo no ambiente da fonte de calor suplementar, independentemente de estarem próximos ou afastados de sua mãe. No período das 07:00 às 17:00h os cabritos passaram maior parte do tempo sob sombra, variando de 75 a 97%, evidenciando que quando há aumento da radiação solar os animais utilizam a sombra disponível para evitar a radiação direta. Quando os recém-nascidos estavam no ambiente da fonte de calor extra, foram beneficiados com um menor gradiente térmico entre sua temperatura de superfície e a temperatura radiante média (por exemplo, TS médio = 30 °C vs TRM na fonte de calor suplementar médio = 32 °C), do que no ambiente aberto (TS médio = 28 °C vs TRM médio = 20 °C). Quando expostos à radiação solar a TR variou de 37,8 a 39,7 °C e a TS variou de 24,0 a 38,2 °C. Na projeção de sombra a TR variou de 38,7 a 39,2 °C e a TS variou de 28,0 a 33°C. Independentemente das condições térmicas expostas, a temperatura corporal retal dos caprinos recém-nascidos foi mantida em uma faixa estreita de variação (38,4 a 38,9 °C). Concluiu-se que cabritos recém-nascidos criados em

condições tropicais, acessam voluntariamente a fonte de calor suplementar e área de sombra, durante o período noturno e diurno, respectivamente, o que lhes permitem realizar o balanço térmico de forma eficiente, prevenindo a hipotermia no período de frio e a hipertermia no período quente do dia. Os cabritos neonatos parecem demonstrar certa independência precoce das mães, sendo classificados como termorreguladores precoces. A gestão do microclima onde neonatos caprinos são mantidos, seja no sentido de se evitar o estresse de frio por meio do fornecimento de fonte suplementar de calor ou de se evitar o estresse de calor por meio do fornecimento de sombreamento é decisiva sobre a qualidade de vida e bem-estar dos animais, refletindo na eficiência do sistema produtivo.

Palavras-chave: Comportamento termorregulatório. Modificações ambientais. Neonatos. Resistência ao frio.

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT STRATEGIES AND THERMOREGULATION OF NEWBORN GOAT KIDS UNDER TROPICAL CONDITIONS

ABSTRACT

Newborn goat kids can face temperature challenges ranging from cold to heat in tropical regions, either during the day, at highest temperatures or at night, when the lowest temperatures are recorded. The radiant temperature and abundant wind can facilitate or impair the amount of sensible heat loss to the environment, being necessary to make adjustments in the animal's shelter environment, using an additional source of radiation or shading source. We evaluated newborn goat kids in the first 72 hours of life to see if they would voluntarily access the supplementary heat source and shading area available in the experimental pen and the impact on their body temperature. The goat kids used ($n = 16$) were obtained from calving of nine goats (Alpine x Saanen) in a pen that had a private source of supplemental heat (135x200x130 cm, length, width, height) provided a light bulb. (power = 250 W), a shaded area (528x246 cm) and an unshaded area (880x610 cm). The mean radiant temperatures in the supplementary environment heat source (TRM, °C) and the open environment (TRM, °C) were recorded. Different behavioral variables of the goat kids were evaluated in the first hours afterbirth: location (if exposed to the shade, the sun, or directly under the heat source) and distance from the mother (if near or far). The time spent by newborn goat kids under the supplementary heat source environment, in the shaded area, and in the area without shading were quantified during 72 hours through direct observation, focal animal sampling, and instantaneous recording at every 10 min interval. Also, the (TS, °C) and rectal (TR, °C) temperatures were recorded hourly. Generalized linear models were used to test the effects of the time of day (i) and the thermal environment conditions (j) on the independent variables. The newborn goat kids experienced higher TRM in the supplementary heat source environment (range = 30 to 32 °C) than in the open environment (range = 18 to 23 °C), which may explain their preference ($P < 0.05$) to remain in the environment with supplemental heat source during the night, spending in average, 70% of the time in this environment, regardless of whether they are close to or far from their mother. In the period from 07:00 to 17:00 h, the kids spent most of their time under the shade, ranging from 75 to 97%, showing that when there is an increase in solar radiation, the animals use the available shade to avoid direct radiation. When newborn goat kids were in the extra heat source environment, they benefited from a smaller thermal gradient between their surface temperature and mean radiant temperature (TS = 30 °C vs TRM supplementary heat source = 32 °C), than in the open environment (average TS = 28 °C vs average TRM = 20 °C). When exposed to solar radiation, the TR ranged from 37.8 to 39.7 °C, and the TS ranged from 24.0 to 38.2 °C. In the shaded area, the TR ranged from 38.7 to 39.2 °C, and the TS ranged from 28.0 to 33 °C. Regardless of the thermal conditions, the rectal body temperature of newborn goat kids was kept in a narrow range of variation (38.4 to 38.9 °C). We could conclude that newborn goat kids raised in tropical conditions voluntarily access the supplementary heat source and shaded area during the night and day, which allows them to perform the thermal balance efficiently, preventing hypothermia in the cold and hyperthermia in the heat temperatures. Newborn goat kids seem to demonstrate certain early independence from their mothers, classified as early thermoregulators. Managing the microclimate where newborn goats are kept, whether in avoiding cold stress by providing a supplementary heat source or avoiding heat stress by providing shade, is

decisive for the quality of life and animal welfare, reflecting on the efficiency of the production system.

Keywords: Thermoregulatory behavior. Environmental modifications. Neonates. Cold resistance.

Lista de Tabelas

CAPÍTULO II

Tabela 1. Principais causas de mortalidade perinatal de cabritos necropsiados no semi-árido paraibano.....	18
Tabela 2. Categorias comportamentais estudadas.....	38

Lista de Figuras

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos das variáveis meteorológicas durante o estudo.....41
- Figura 2.** Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos das temperaturas radiantes no ambiente da fonte de aquecimento e ambiente externo durante o estudo.....42
- Figura 3.** Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos da proporção de tempo gasto pelos cabritos neonatos no ambiente da fonte de aquecimento.....42
- Figura 4.** Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos da proporção de tempo gasto pelos cabritos neonatos expostos à radiação e na projeção de sombra.43
- Figura 5.** Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos das temperaturas corporais de cabritos neonatos no ambiente da fonte de aquecimento e ambiente externo44
- Figura 6.** Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos das temperaturas corporais de cabritos neonatos expostos à radiação e na projeção de sombra.45

Lista de Abreviatura, Siglas e Símbolos

CEUA – Comitê de Ética no Uso de Animais

EUA – Estados Unidos da América

ECC – Escore de Condição Corporal

FAO – Organização para a Alimentação e Agricultura

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ID – Identificação

RS – Radiação solar

T – Tratamento

TA – Temperatura do ar

TGN – Temperatura de globo negro

TR – Temperatura retal

TS – Temperatura de superfície do corpo

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UR – Umidade relativa do ar

VV – Velocidade do vento

CAPÍTULO I
REVISÃO DE LITERATURA

Introdução

A caprinocultura é uma das atividades econômicas presente em todos os estados brasileiros, proporcionando destaque econômico e cultural na região Nordeste, principalmente geração de renda familiar para pequenos e médios produtores. O sistema de criação de caprinos predominante nesta região é o extensivo, se destinando a produção de carne, leite e pele.

Como em qualquer criação animal, a caprinocultura nacional apresenta pontos críticos que devem ser enfrentados visando à maior eficiência do sistema produtivo, destacando-se a alta taxa de mortalidade de recém-nascidos. Nesse contexto, conforme Vicente-Pérez et al. (2019), um dos principais causadores de mortalidade em recém-nascidos é a hipotermia. De acordo com Medeiros et. al. (2005), valores de taxa de mortalidade por hipotermia próximos a 11% foram obtidos em seus estudos, o que reforça a necessidade de mais estudos no sentido de se elucidar os fatores que afetam e provocam as variações da temperatura corporal nos pequenos ruminantes.

Embora recém-nascidos caprinos possam passar por situações de estresse por calor e sofrer as consequências advindas, incluindo diminuição do consumo, distúrbios no metabolismo de proteínas e energia, no balanço de minerais, nas reações enzimáticas, no balanço hormonal e nos metabólitos sanguíneos (RODRIGUES et al., 2010), o estresse por frio é preponderante nesse estágio de vida do animal fato este associado, dentre outros fatores, à condição do sistema termorregulador ainda em desenvolvimento e a grande relação superfície/massa corporal, tão importantes no equilíbrio térmico. Portanto, para sanar ou minimizar os prejuízos causados por fatores térmicos deve-se ajustar o ambiente em que os animais são alojados, seja com fonte suplementar de calor e, ou, alojamento que os

protejam da chuva e, ou, do vento.

Outro aspecto importante no contexto do equilíbrio térmico de neonatos caprinos é o comportamento termorregulatório. Entender como esses animais lidam com desafios térmicos utilizando o próprio comportamento torna-se necessário. Não existe uma definição concreta se neonatos caprinos nas primeiras horas de vida já são capazes de, por meio do comportamento, modular o balanço térmico e a temperatura corporal e ainda qual o repertório comportamental esses animais utilizam na tentativa de contornar a situação de estresse a que são expostos, seja de frio ou de calor. Observam-se na literatura alguns resultados de trabalhos relacionados ao deste estudo tais como respostas do comportamento materno-filial, influência de mudanças climáticas na produção animal e respostas fisiológicas dos animais expostos à essas mudanças (LIMA et al., 2020; FONSÊCA et al., 2016; GRANDINSON, 2005), mas respostas termorregulatórias de neonatos caprinos ante ao desafio de frio ou calor e ainda com a possibilidade de fonte de calor suplementar não tem sido estudadas. Consta-se que a partir das lacunas apresentadas existe necessidade de se elucidar aspectos relacionados às respostas comportamentais e fisiológicas vinculados à termorregulação de neonatos caprinos em decorrência de mudanças geradas nos microclimas dos ambientes de criação.

Fatores que comprometem a sobrevivência de cabritos neonatos

A mortalidade de cabritos neonatos é um problema complexo que não tem apenas uma causa específica (OLIVEIRA & BARROS, 1982). Encontra-se na literatura que as principais causas de morte em pequenos ruminantes recém-nascidos (Tabela 1) são geralmente por complicações durante o nascimento após um parto distócico, podendo resultar em hipóxia ou já nascer morto. Em segundo lugar, as mortes podem

acontecer devido a problemas com habilidade materna; a priori a mãe pode apresentar baixa habilidade materna com sua cria, podendo causar morte do cabrito por hipotermia, uma vez que na ausência de uma fonte extra de radiação o gradiente térmico será aumentado, facilitando a perda de calor corporal para o ambiente em que o animal se encontra. Outra causa comum de mortes em cabritos recém-nascidos são as doenças infecciosas e por último uma série de outras causas relatadas como relativamente menos incidente, como a má formação congênita, predação e acidente (DWYNER et al., 2015).

Tabela 1. Principais causas de mortalidade perinatal de cabritos necropsiados no semi-árido paraibano.

Diagnóstico/causas	Total	%	Peso, kg (Média ± DP)
Infecção neonatal	59	50	2,823 ± 0,98
Distocia	15	12,71	2,404 ± 0,62
Hipotermia/Inanição	14	11,86	1,524 ± 0,28
Má formação	9	7,62	2,128 ± 0,18
Síndrome do cabrito mole	8	6,77	2,315 ± 0,63
Sem diagnóstico	8	6,77	2,505 ± 0,72
Outras causas	3	2,54	2,245 ± 0,54
Aborto	2	1,69	0,941 ± 0,73
Total	118	100	2,110 ± 0,60

(Adaptado de Medeiros et. al. 2005)

A frequência dessas causas se modifica a partir dos diferentes sistemas utilizados na criação desses animais; por exemplo, doenças infecciosas podem ser mais difundidas em sistemas intensivos, enquanto as mortes por lesões traumáticas podem ser reduzidas com a assistência imediata. Nos sistemas extensivos em que os animais estão ao ar livre, as mortalidades por fome, hipotermia ou predação são proporcionalmente mais observadas do que as doenças infecciosas (DWYNER et al.,

2015).

Da mesma forma, a mortalidade de pequenos ruminantes em sistemas predominantemente extensivo foi atribuído a vários fatores; condições climáticas adversas, parto distócico, baixo peso ao nascer, hipotermia, lactogênese retardada, baixa produção de colostro e competição com irmãos em nascimentos múltiplos (DWYER, 2003, 2006; NOWAK e POINDRON, 2006). Nascimento (2009) em seus estudos ressalta que as condições da região semiárida nordestina podem representar situação crítica para sobrevivência de pequenos ruminantes. Ainda conforme esse mesmo autor, uma das causas mais importantes de morte nesses animais é por hipotermia nos horários mais frios, decorrente de baixo peso ao nascimento, geralmente associado à níveis nutricionais inadequados das matrizes no terço final da gestação. As parasitoses também tem grande influência na taxa de mortalidade desses animais, podendo interferir no crescimento do feto (NASCIMENTO, 2009).

Temas relacionados com a administração das fazendas de criação animal implicando na nutrição, práticas de higiene, intervenções em partos e manejo podem contribuir significativamente para a taxa de sobrevivência dos animais de produção. A maioria dos estudos com a temática das causas de morte em neonatos tem sido realizado em regiões tropicais, sendo avaliado, dentre outros fatores, os efeitos sazonais nos sistemas de produção, relacionando principalmente com influência de parasitas e patógenos nas regiões mais frias. Por outro lado, existe uma carência muito grande de estudos relacionando problemas de termorregulação (hipotermia/hipertermia) em neonatos caprinos em ambientes semiáridos.

As mudanças climáticas, tão discutidas nos dias de hoje tem sido relacionadas a fatores que interferem na manutenção da temperatura corporal de cabritos neonatos, podendo provocar hipotermia ou hipertermia. A hipotermia é

caracterizada quando o animal está exposto a temperaturas abaixo da zona tolerância ao frio e o mesmo não consegue aporte de energia térmica suficiente para compensar as perdas de calor para o ambiente. A morte acontece principalmente devido ao baixo peso ao nascer, que implica na baixa porcentagem de energia para que o sistema termorregulador consiga manter a temperatura corporal do animal. A situação se agrava principalmente em locais com grande amplitude térmica entre dia e noite, clima subtropical e temperado por ser caracterizado por momentos de baixas temperaturas ambientais efetivas exigindo maior reserva de energia para se garantir alta taxa metabólica, tornando-se uma das causas de perda econômica na caprinocultura (NASCIMENTO, 2009). Por outro lado, a hipertermia é caracterizada quando o animal está exposto a temperaturas acima da zona de tolerância ao calor e o mesmo não consegue com que aporte de energia térmica seja dissipado para o ambiente, utilizando assim, o sistema termorregulatório através da vasodilatação periférica, sudorese e do aumento da frequência respiratória para manter a temperatura corporal relativamente constante (Baêta & Souza, 1997) se a situação de estresse se prolonga e o organismo animal se torna incapaz de controlar a sua própria temperatura, o equilíbrio homeostático é ineficiente, podendo custar a vida do neonato caso ajustes ambientais não sejam realizados.

Para que o cabrito alcance a vida independente utilizando-se dos processos termorregulatórios é necessário a influência dos diversos mecanismos biológicos da cria e a devida interação com a mãe, por exemplo: estabelecer respiração após o parto, transferência de imunidade, ajuste cardiovascular e adaptação gastrointestinal (Dwyner et al., 2015).

Comportamento materno-filial em caprinos

Quando se pensa em sobrevivência ou em mortalidade de neonatos os fatores relacionados ao comportamento da mãe ganham importância, destacando-se o comportamento materno-filial. O comportamento materno-filial é o processo que resulta na combinação de fatores neurais, humorais e sensoriais, que tem como objetivo conduzir o indivíduo para cuidar e nutrir sua progênie além de expressar diversos padrões de comportamento orientados para aumentar a viabilidade da prole (GONZALEZ-MARISCAL et al., 2002).

Nesse contexto, o comportamento materno antes do parto passa a ter importância muito grande; quando a mãe escolhe o local do nascimento, imediatamente determina o microambiente no qual o animal nascerá. Esse fato deve influenciar o sucesso das respostas termorregulatórias dos cabritos recém-nascidos, por exemplo se as mesmas selecionam locais de nascimento com abrigo ou sem. Conforme Alexander et al. (1980) um ambiente molhado, chuvoso, ventoso e frio constitui fatores importantes na morte de pequenos ruminantes por hipotermia.

Após o nascimento cabritos passam por um conjunto de comportamentos que são vitais para sobrevivência deles. Primeiro obstáculo é colocar-se na posição em pé, depois a busca do úbere culminando na primeira mamada. Ao se colocar em pé o animal reduz a perda de calor para o solo, potencializando a manutenção da temperatura corporal. Inicia-se aí uma série de reflexos e respostas coordenadas como cabeçadas na mãe em busca do teto. A rapidez que o cabrito realiza esses comportamentos está diretamente ligada à probabilidade dele sobreviver (DWYER et al., 2003).

Somada aos fatores citados anteriormente, a rápida estabilidade térmica do neonato caprino representa um fator muito importante para sobrevivência, sendo os

processos de produção e perda de calor corporal decisivos nesse momento. Nesse processo, a relação área superficial do animal e a sua massa corporal exerce grande influência no balanço térmico. Segundo Medeiros et. al. (1997), cabritos pequenos têm relação área superficial / massa corporal mais alta comparados a cabritos adultos, fazendo com que eles percam calor com mais facilidade, resultando em alto risco de hipotermia.

O pelame do neonato caprino por representar uma barreira entre o ambiente climático e o corpo do animal exerce grande influência no balanço térmico do mesmo. A função termorreguladora dos pelos, no geral, está relacionada à sua proteção contra o excesso de absorção da radiação solar e à dissipação do calor da superfície corporal do animal. Para o neonato, a presença de uma capa externa de pelame apropriado a conferir maior isolamento contra a perda de calor é essencial (HAFEZ, 1973; FINCH, 1985; SILVA, 2000). No entanto, imediatamente após o nascimento, os cabritos se apresentam molhados com resquícios do líquido amniótico, o que proporciona redução no isolamento de cobertura e maiores taxas de termólise. Neste contexto, a habilidade materna torna-se um fator muito importante pois por meio de intensas lambeduras, a mãe remove o excesso de líquido, contribuindo indiretamente para a capacidade do cabrito manter a temperatura corporal relativamente constante (Dwyner et al., 2015).

A rápida ingestão de colostro pelo neonato também representa um mecanismo importante para sua termorregulação nas primeiras horas de vida, além da importância do ponto de vista imunológico; o colostro constitui uma fonte importante de nutrientes essenciais a taxa metabólica e consequente produção de calor nesse momento crítico e também contribui com o fornecimento de imunoglobulinas (imunidade passiva) ao neonato. Dessa forma, quanto mais rápido

for esse processo, mais o animal terá sucesso de sobrevivência. Ademais, a ingestão de colostro tem sido referenciada como um fator que contribui para o fortalecimento do vínculo materno-filial, tendo benefício ao desenvolvimento da cria (GOURSAUD et al., 1999).

Mellor et al. (1986) citam que mesmo se as reservas corporais de energia estiverem repletas, a ingestão precoce do colostro pode aumentar a produção interna de calor em até 17%. Os autores enfatizam que a ingestão precoce de colostro exerce benefício adicional ao neonato, por aumentar a produção de calor, potencializando a resistência à hipotermia. Vale ressaltar que a produção eficiente de colostro pela mãe está relacionada fortemente à nutrição recebida no terço final da gestação, principalmente no tocante aos níveis de proteína e energia (BANCHERO et al., 2015). Ainda conforme esses autores, a nutrição inadequada durante a gestação compromete o início da lactogênese e a seguinte produção de colostro e leite, além de afetar a viscosidade do colostro.

No entanto, um problema comum encontrado na produção de caprinos é a ingestão retardada ou deficiente de colostro. Quando os neonatos demoram demasiadamente para ingerir o colostro ou os ingerem em quantidades restritas podem levar a exaustão das reservas energéticas corporais em até seis horas após o nascimento e culminar na diminuição da produção de calor interno. A falta de colostro tem sido tratada como fator que interrompe a sobrevivência de neonatos (CHALLIS e BROOKS, 1989).

Efeitos do ambiente térmico na termorregulação de cabritos recém-nascidos

Mesmo nas regiões em que as altas temperaturas são prevalentes, o

estresse por frio pode representar um desafio aos animais recém-nascidos, principalmente quando se tem grande amplitude térmica verificada entre dia e noite. Assim, é preciso selecionar animais com maior grau de adaptação aos ambientes que não condizem com a sua zona de conforto. Segundo McManus et al. (2015) é necessário determinar o grupo genético que tenha maior facilidade em tolerar as mudanças climáticas onde o animal vai ser alojado, levando-se em consideração a introdução de novas raças nos sistemas de produção.

Animais que sofrem estresse por ação das mudanças ambientais utilizam inicialmente de artifícios comportamentais para manter seu organismo em homeostase. Caso não tenham sucesso em alcançar a temperatura ideal, inicia-se as alterações fisiológicas de curto prazo, por exemplo: o animal aumenta a ingestão de alimentos que resulta no aumento da taxa metabólica, conforme Cunningham (2011).

A produção de calor de animais recém-nascidos pode ser resultante de vários fenômenos: taxa de metabolismo dos tecidos corporais, metabolismo do tecido adiposo marrom, tremores musculares, atividade física e calor oriundo da alimentação (VERMOREL, et al., 1983). Nesse contexto, a termogênese tem sido dividida em termogênese sem tremores e com tremores; a primeira contribui com grande proporção da produção total de calor em animais recém-nascidos, principalmente àqueles nascidos no frio. Segundo Vieira (2019) o primeiro tipo de termogênese é também chamado de regulador ou adaptativo, é responsável pela geração de calor no organismo nas primeiras horas de vida, tornando possível a adaptação do animal às oscilações das variáveis ambientais e são muito dependentes dos estoques energéticos apresentados ao nascimento. Essa reserva acaba desempenhando um papel particularmente importante em animais que

nascem em regiões com temperaturas muito baixas, por exemplo na sobrevivência de ursos polares no período de hibernação, esses animais têm estoques significativos de tecido adiposo marrom. De acordo com Alexander et al. (1975) o tecido adiposo marrom é rapidamente consumido durante o primeiro mês de vida. O segundo tipo de termogênese também chamado de termogênese induzida pela dieta, em que a produção de calor é oriunda da ingestão de alimentos, processo mecânico da mastigação, produção de enzimas digestivas, absorção, deposição dos produtos da digestão, sendo que estes necessitam de gasto energético para serem realizados (VIEIRA, 2019)

O tremor muscular é observado em neonatos imediatamente após o nascimento, sendo relacionado principalmente como importante mecanismo de termogênese, mesmo que seja momentâneo de rápida duração. Por exemplo: em 1 bezerro de 5 h de idade deitado em água a 37 °C, o tremor começa quando a temperatura da água cai e atinge 32 °C. Apesar das grandes variações entre os animais, quanto menor a temperatura da água, mais o bezerro estremece. O tremor provoca imediatamente um aumento na produção de calor interno, variando de 33% a mais de 100% (VERMOREL, et al., 1983).

Uma das formas que os animais podem aumentar a produção de calor interno é realizando atividades físicas; no estudo realizado por Vermorel et al. (1983) foi descoberto que o gasto de energia com atividade física contribui para o aumento da termogênese. Esses autores citam que, quando um bezerro recém-nascido luta para se levantar, sua produção de calor interno pode aumentar de 30% até 100%, quando o animal se levanta pela primeira vez e gasta 10 minutos em pé, sua produção de calor interno também aumenta em até 100%, por fim, quando o animal é um pouco mais forte e é capaz de suportar mais de 30 min em pé, a produção de

calor interno pode aumentar em até 40%.

No processo termorregulatório de homeotérmicos, o balanço térmico está diretamente ligado aos mecanismos de trocas térmicas com o ambiente, envolvendo transferência de calor que pode ser por meio sensível (condução, convecção e radiação) e por via latente (evaporação da água a partir da pele e do aparelho respiratório) (MCLEAN 1963a; GEBREMEDHIN & WU 2001; BRIDI, 2010). Considerando os desafios de frio que muitas vezes os neonatos estão submetidos, os mecanismos de perda de calor pelas vias sensíveis são preponderantes, principalmente em ambientes abertos, desprotegidos e com ventos intensos, podendo facilmente provocar hipotermia e morte desses animais. Os meios evaporativos são proporcionados através da perda de calor evaporativo da água pela respiração e pela alteração do estado da água passando do estado líquido para o estado gasoso (BRIDI, 2010).

Segundo Maia & Battiston (2005) em baixas temperaturas a perda de calor por evaporação cutânea dissipa cerca de 20-30% da perda total de calor, sendo a grande maioria dissipada pelas vias sensíveis. Por outro lado, em climas tropicais, a temperatura do ar encontra-se muitas vezes elevada ou próxima da corporal ou a excede. Como consequência a perda de calor pelas vias sensíveis (condução, convecção e radiação) é dificultada ou inibida, sendo acionada, neste caso, principalmente a via latente (evaporativa) de perda de calor.

Em condições de ambiente aberto, as configurações climáticas em que os animais são submetidos se tornam complexas. Assim, as medidas de temperatura do ar não podem ser uma medida representativa do ambiente térmico, devendo-se considerar, portanto, outras variáveis climáticas que compõem o ambiente do animal, a exemplo da umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento

(RENAUDEAU et al., 2012). Considerando a realidade dos sistemas de produção animal no Brasil, a gestão do ambiente climático juntamente com a atenção direcionada às diferentes categorias animais tornam-se primordiais para se alcançar o melhor equilíbrio animal-ambiente. Dessa forma, o acompanhamento e monitoramento de cada parte componente, bem como de suas interações torna-se condição essencial para o entendimento de como os animais respondem e se ajustam às diferentes condições a que são submetidos.

Nesse contexto, as variáveis fisiológicas mais usadas na avaliação de estudos de adaptabilidade em pequenos ruminantes ou respostas fisiológicas são, temperatura retal, frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura de superfície. Essas variáveis fisiológicas podem ser alteradas por diversos fatores, destacando-se a estação do ano, idade, sexo, hora do dia, estágio fisiológico, exercício, consumo de água, ingestão de alimento e digestão (RIBEIRO et al., 2018). Conforme McManus et al. (2010) diferentes variáveis fisiológicas têm sido utilizadas para avaliar a adequação do animal em climas adversos. Parâmetros como temperatura retal, frequência cardíaca e temperatura superficial (dorso, flanco) são variáveis importantes que têm sido utilizadas em avaliação de tolerância ao calor em pequenos ruminantes. Assim, conforme Renaudeau et al. (2012), quando os animais de produção se estressam por calor a primeira resposta visualizada é a alteração na frequência respiratória que aumenta na tentativa de perder calor para o meio externo através da respiração. Da mesma forma, McManus et al. (2009) em seus estudos consideraram que o aumento da taxa respiratória é o principal mecanismo de controle em condições climáticas adversas aquelas em que o animal está habituado. O parâmetro temperatura retal também é frequentemente utilizado para inferir no grau de adaptabilidade dos animais de produção, sabendo que se ocorre aumento neste

parâmetro é indicativo que o animal está armazenando calor, caracterizando o estresse (DA SIVA et al. 2010).

De acordo com Medeiros et al. (2001), a radiação solar modifica a temperatura de superfície corporal dos animais homeotérmicos, contribuindo para o aumento da temperatura de pele e conseqüentemente redução dos gradientes térmicos (núcleo central e superficial do corpo/ a superfície e o meio ambiente). De fato, esse mecanismo dificulta a troca de calor corporal com o meio ambiente, prejudicando os processos termorregulatórios.

Portanto, embora predomine médias térmicas mais elevadas, que muitas vezes prejudicam o desempenho em animais adultos, a termorregulação ineficaz dos animais jovens deve ser uma preocupação constante, principalmente em regiões em que as médias térmicas podem ser mais amenas; os produtores devem ser conscientizados sobre a importância da assistência no cuidado e prevenção dos aspectos que influenciam negativamente na disfunção térmica dos animais recém-nascidos, esperando-se, que a aplicação do conhecimento, baseada nas várias práticas encontradas, possa contribuir para melhorar os índices produtivos e também a qualidade de vida dos animais.

Ultimamente devido as mudanças climáticas recorrentes, os estudos levantando a temática do bem-estar animal foram intensificados com a principal função de reduzir perdas econômicas e prevenir problemas nos sistemas de criação, por consequência dos efeitos climáticos na produção de pequenos ruminantes nos trópicos (SOUZA et al., 2010). Para Ferreira et al. (2011) o bem-estar animal é essencial para qualquer sistema de criação que tenham como princípio, ser eticamente defensável e socialmente aceitável.

Considerações finais

Informações acerca das principais implicações de mortalidade em cabritos recém-nascidos são abundantes; estudos mostram que a taxa de mortalidade é alta principalmente em regiões frias;

Os índices de mortalidade são atribuídos a várias causas, sendo os principais o baixo peso ao nascer, distocia, mudanças climáticas, ingestão ineficiente de colostro e leite, competitividade entre parentes, fome, hipotermia e má formação;

Estudos mostram que o efeito do frio é um grande desafio para a homeotermia em pequenos ruminantes recém-nascidos nas primeiras setenta e duas horas de vida após o nascimento;

Julga-se escassas as pesquisas que problematizam a termorregulação e os principais fatores que influenciam no equilíbrio térmico em cabritos recém-nascidos em regiões equatoriais.

Referências

ALEXANDER G., BENNETT J.W., GEMMELL R.T., 1975. Brown adipose tissue in the new-born calf (*Bos taurus*). **J. Physiol.**, 244, 223-234.

ALEXANDER, G., et al. "Reduction in lamb mortality by means of grass wind-breaks: results of a five-year study." **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**. Vol. 13. 1980.

BANCHERO GE, MILTON JTB, LINDSAY DR, MARTIN GB and QUINTANS G 2015. Colostrum production in ewes: a review of regulation mechanisms and of energy supply. **Animal** 9, 831–837.

CHALLIS JRG and BROOKS AN 1989. Maturation and activation of hypothalamic-pituitary-adrenal function in fetal sheep. **Endocrine Reviews** 10, 182–204.

CUNNINGHAM, J. *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*; **Elsevier**: New York, NY, USA, 2011.

DWYER, C. M. "Behavioural development in the neonatal lamb: effect of maternal and birth-related factors." **Theriogenology** 59.3-4 (2003): 1027-1050.

DWYER, C. M., and C. A. MORGAN. 2006. Maintenance of body temperature in the neonatal lamb: Effect of breed, birth weight and litter size. **J. Anim. Sci.** 84:1093–1103

FAO. FAOSTAT **Production live animals**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QA/E>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

FERREIRA, R.A.; ESTRADA, L.H.C.; THIÉBAUT, J.T.L.; GRANADOS, L.B.C.; DE SOUZA JÚNIOR, V.R. Avaliação do comportamento de ovinos santa inês em sistema silvipastoril no norte fluminense. **Ciência e Agrotecnologia** 2011, 35, 399–403.

FINCH, V. A. Body temperature in beef cattle. Its control and relevance to production in the tropics. *Journal Animal Science*, v.62, n.2, p.531-542, 1986.

FONSÊCA, Vinícius FC, et al. "Mother-offspring relationship in Morada Nova sheep bred in a tropical semiarid environment: A perspective on maternal investment and parental conflict." **Applied Animal Behaviour Science** 183 (2016): 51-58.

GEBREMEDHIN KG, WU B A model of evaporation cooling of wet skin surface and fur layer. **J Thermal Biol** 26 (2001):537–545

GONZALEZ-MARISCAL G, POINDRON P. Parental care in mammals: immediate internal and sensory factors of control. **Horm Behav** 2002; 1:215-298.

GOURSAUD AP and NOWAK R 1999. Colostrum mediates the development of mother preference by newborn lambs. **Physiology and Behavior** 67, 49–56.

GRANDINSON, Katja. "Genetic background of maternal behaviour and its relation to offspring survival." **Livestock production science** 93.1 (2005): 43-50.

HAFEZ, E. S. E. Adaptacion de los animales domésticos. Barcelona: Labor, 1973. 563p

LIMA, Ana Rebeca Castro, et al. "Energy expenditure of Saanen and Anglo-Nubian goats at different temperatures." **Small Ruminant Research** 193 (2020): 106256.

MAIA, A. S. C., and CM BATTISTON Loureiro. "Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment." **International Journal of Biometeorology** 50.1 (2005): 17-22

MARTINS, Espedito Cezário, et al. "Cenários mundial e nacional da caprinocultura e da ovinocultura." **Boletim ativos de ovinos e caprinos** 3.2 (2016): 1-6.

MCLEAN JA (1963a) The partition of insensible losses of body weight and heat from cattle under various climatic conditions. **J Physiol**, 427–447

MCMANUS, C.; Paiva, S.R.; DE ARAÚJO, R.O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia** 2010, 39, 236–246.

MCMANUS, C.; PALUDO, G.R.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L.C.B.; PAIVA, S.R. HEAT tolerance in brazilian sheep: Physiological and blood parameters. **Trop. Anim. Health Prod.** 2009, 41, 95–101.

MCMANUS, Concepta, et al. "Infrared thermography to evaluate heat tolerance in different genetic groups of lambs." **Sensors** 15.7 (2015): 17258-17273.

MEDEIROS, Luís Fernando Dias; VIEIRA, Debora Helena. **Bioclimatologia animal.**

Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 126p, 1997.

MEDEIROS, L F D., VIEIRA, D H., OLIVEIRA, C A, FONSECA, C E M, PEDROSA, I A., GUERSON, D F., PEREIRA, V V P, MADEIRO, A S. 2007: Physiologic parameters in black and White nondescript goats of different ages, under shade, at Rio de Janeiro, RJ, Brazil. **Bull. Anim. Husb.**, 64(4), 277-287. Retrieved from <http://www.iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/1216>.

MELLOR DJ and Cockburn F 1986. A comparison of energy metabolism in the newborn infant, piglet and lamb. Quarterly **Journal of Experimental Physiology** 71, 361–379.

NASCIMENTO, T.V.C. Principais causas da mortalidade de cabritos e cordeiros neonatos. **PUBVET**, Londrina, V. 3, N. 5, Art.507, Fev 3, 2009.

NOWAK, R., and P. POINDRON. 2006. From birth to colostrum: Early steps leading to lamb survival. **Reprod. Nutr. Dev.** 46:431–446.

RENAUDEAU D, COLLIN A, YAHAV S, DE BASILIO V, GOURDINE JL, COLLIER RJ. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**. 2012 Jan 1;6(5):707-28.

RIBEIRO, N. L. et al. Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles goats in the Brazilian semi-arid region. **Italian Journal of Animal Science**, v.17, n.2, 703 p.454-461, 2018a.

RODRIGUES, NEB; ZANGERONIMO, MG; FIALHO, ET Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. **Revista Eletrônica Nutritime**, 7 (2): 1197-1211, 2010

SANTOS, D. O.; SIMPLÍCIO, A. A. Parâmetros escroto-testiculares e de sêmen em caprinos adultos submetidos à insulação escrotal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.9, p.1835-1841, 2000.

SOUZA, B.; LOPES, J.; ROBERTO, J.; SILVA, M.; SILVa, E.; SILVA, G. Efeito do ambiente sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos Saanen e mestiços ½ Saanen + ½ Boer no semi-árido paraibano. **Agropecuária Científica no Semi-Árido** 2010, 6, 47–51.

VERMOREL, M., et al. "Energy metabolism and thermoregulation in the newborn calf." **Annales de Recherches Veterinaires**. Vol. 14. No. 4. 1983.

VICENTE-PÉREZ, R. et al. Relationships of body surface thermography with core temperature, birth weight and climatic variables in neonatal lambs born during early spring in an arid region. **Journal of Thermal Biology**, 82, 142-149, 2019.

VIEIRA, Enio Cardillo. "Energia em biologia." **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais** 26.1 e 2 (2019): 136-145.

BRIDI, Ana Maria. "Adaptação e aclimação animal." **UEL**, Londrina (2010).

CAPÍTULO II

ESTRATÉGIAS DE MANEJO AMBIENTAL E TERMORREGULAÇÃO DE CABRITOS NEONATOS EM AMBIENTE TROPICAL

ESTRATÉGIAS DE MANEJO AMBIENTAL E TERMORREGULAÇÃO DE CABRITOS

NEONATOS EM AMBIENTE TROPICAL

Resumo

Objetivou-se avaliar cabritos recém-nascidos nas primeiras 72 horas de vida para observar se os mesmos acessam voluntariamente a fonte de calor suplementar e área de sombreamento disponíveis no curral experimental, avaliamos ainda os impactos em sua temperatura corporal. Os cabritos utilizados ($n = 16$) foram obtidos a partir da parição de nove cabras (Alpine x Saanen) em um curral que tinha disponibilidade de uma fonte privativa de calor suplementar (135x200x130 cm, comprimento, largura, altura) ofertado por meio de lâmpada incandescente (potência = 250 W), uma área sombreada (528x246cm) e uma área sem sombreamento (880x610cm). Foram registradas as temperaturas radiantes médias no ambiente da fonte de calor suplementar (TRM, °C) e no ambiente aberto (TRM, °C). Foram avaliadas diferentes variáveis comportamentais dos cabritos: localização (se exposto à sombra, ao sol, próximo a fonte de aquecimento ou diretamente sob a fonte de aquecimento) e distância da mãe (se perto ou longe), quantificados durante 72 horas, por meio de observação direta, amostragem animal focal e registro instantâneo, a cada intervalo de 10 min. Da mesma forma, as temperaturas da superfície da pelagem (TS, °C) e retal (TR, °C) registradas de hora em hora. Foram utilizados modelos lineares generalizados para testar os efeitos da hora do dia (i) e o ambiente térmico experimentado (j) nas variáveis de resposta. Cabritos recém-nascidos experimentaram temperaturas radiantes médias no ambiente da fonte de calor suplementar (faixa = 30 a 32 °C) maiores do que o ambiente aberto (faixa = 18 a 23 °C), o que pode explicar sua preferência ($P < 0,05$) em permanecer no ambiente da fonte de calor suplementar durante o período noturno. Das 18:00 às 06:00h, eles passaram, em média, 70% do tempo no ambiente da fonte de calor suplementar, independentemente de estarem próximos ou afastados de sua mãe. Das 07:00 às 17:00h os cabritos passaram maior parte do tempo sob sombra, variando de 75 a 97%, evidenciando que quando há aumento da radiação solar os animais utilizam mecanismo comportamental para ajustar sua temperatura. Quando os recém-nascidos estavam dentro da fonte de calor suplementar, foram beneficiados com um menor gradiente térmico entre sua temperatura de superfície e a temperatura radiante média (por exemplo, TS médio = 30 °C vs TRM na fonte de calor suplementar médio = 32 °C), do que no ambiente aberto (TS médio = 28 °C vs TRM médio = 20 °C). Quando expostos à radiação a TR dos cabritos recém-nascidos variou de 37,8 a 39,7 °C e a temperatura de pelame 24,0 a 38,2 °C. Na projeção de sombra a TR variou de 38,7 a 39,2 °C e a TS variou de 28,0 a 33°C. Independentemente das condições térmicas expostas, a temperatura retal dos caprinos recém-nascidos foi mantida em uma faixa estreita de variação (38,4 a 38,9 °C). Concluiu-se que cabritos recém-nascidos criados em condições tropicais, acessam voluntariamente a fonte de calor suplementar e área de sombra, durante o período noturno e diurno, respectivamente, o que lhes permitem realizar o balanço térmico de forma eficiente, prevenindo a hipotermia no período de frio e a hipertermia no período quente do dia. Os cabritos neonatos parecem demonstrar certa independência precoce das mães, sendo classificados como termorreguladores precoces. A gestão do microclima é decisiva sobre a qualidade de vida e bem-estar dos animais, refletindo na eficiência do sistema produtivo.

Palavras-chave: Comportamento termorregulatório. Modificações ambientais. Neonatos. Resistência ao frio.

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT STRATEGIES AND THERMOREGULATION OF NEWBORN GOAT KIDS UNDER TROPICAL CONDITIONS

Abstract

This study aimed to evaluate newborn goat kids in the first 72 hours of life to see if they would voluntarily access the supplementary heat source and shading area and the impact of the environments on their body temperature. The goat kids used ($n = 16$) were obtained from the calving of nine goats (Alpine x Saanen) in a pen that had a private source of supplemental heat (135x200x130 cm, length, width, height) provided a light bulb. (power = 250 W), a shaded area (528x246cm) and a non-shaded area (880x610cm). The mean radiant temperatures were recorded in the supplementary heat source environment (TRM, °C) and the open environment (TRM, °C). Different behavioral variables of the goat kids were evaluated: location (if exposed to the shade, the sun, close to a heat source, or directly under the heat source) and distance from the mother (if close or far), quantified during 72 hours, through direct observation, focal animal sampling, and instantaneous recording, at every 10 min intervals. Also, the surface temperatures of the fur (TS, °C) and rectal (TR, °C) were recorded hourly. Generalized linear models were used to test the effects of the time of day (i) and the thermal environment (j) on the independent variables. Newborn goat kids experienced higher mean radiant temperatures in the supplementary heat source environment (range = 30 to 32 °C) than in the open environment (range = 18 to 23 °C), which may explain their preference ($P < 0.05$) to remain in the environment of the supplementary heat source during the night period. From 18:00 to 06:00, they spent on average of 70% of their time in the supplementary heat source environment, regardless of whether they were close or far from their mother. From 7:00 am to 5:00 pm, the goat kids spent most of their time in the shade, ranging from 75 to 97%, showing that when there is an increase in solar radiation, the animals use a behavioral mechanism to adjust their temperature. When newborns were close to the supplementary heat source, they benefited from a smaller thermal gradient between their TS and TRM (e.g., TS = 30°C vs TRM supplementary heat source = 32°C) than in the open environment (TS = 28 °C vs TRM = 20 °C). When exposed to radiation, the RT of newborn kids ranged from 37.8 to 39.7 °C and the fur temperature from 24.0 to 38.2 °C. In the shaded area, the TR ranged from 38.7 to 39.2 °C, and the TS ranged from 28.0 to 33 °C. Regardless of the thermal conditions exposed, the rectal temperature of newborn goats was kept in a narrow range (38.4 to 38.9 °C). It was concluded that newborn goats raised in tropical conditions voluntarily access the supplementary heat source and shade area during the night and day, respectively, which allow them to perform the thermal balance efficiently, avoiding hypothermia in the cold temperatures and hyperthermia in the heat period of the day. Newborn kids seem to demonstrate certain early independence from their mothers, classified as early thermoregulators. The management of the microclimate is decisive for the quality of life and well-being of the animals, reflecting on the production system efficiency.

Keywords: Thermoregulatory behavior. Environmental modifications. Neonates. Cold resistance.

1. Introdução

A produtividade animal tem sido alterada, dentre outros fatores, pelas mudanças climáticas e aquecimento global (POLLI et. al., 2020). Animais homeotérmicos criados em regiões com oscilação marcante de temperatura, enfrentam maior desafio e fragilidade no que diz respeito a ajustarem e sobreviverem nessas condições. Os neonatos especificamente são muito susceptíveis ao estresse de frio, tendo em vista que o seu sistema termorregulador ainda encontra-se em desenvolvimento, sendo necessário, muitas vezes, suplementação de calor através do contato com a mãe ou por meio de uma fonte de calor extra na tentativa de minimizar os prejuízos causados pela exposição às baixas temperaturas.

Considerando os desafios do pós-parto, para que o animal neonato tenha sucesso adaptativo é preciso que o mesmo se ajuste rapidamente às condições ambientais em que é exposto, o que requer o estabelecimento de vários sistemas, principalmente o termorregulador que está diretamente envolvido com a homeostase da temperatura corporal, essencial à sobrevivência e ao crescimento do animal (MELLOR et. al., 1988).

Dentro deste contexto, a mortalidade pós-natal em cabritos é uma realidade em diversas regiões do Brasil e em países onde geralmente há alta amplitude térmica entre o dia e a noite. Conforme Vermorel et al. (1983) a mortalidade que é alta nas primeiras horas após o nascimento pode ser causada por distocia do parto. Entretanto, fatores climáticos como frio, umidade relativa e ventos abundantes afetam de forma muito significativa, principalmente os animais de peso mais baixo e, ou, mais fracos, podendo acometer até metade do rebanho no período do inverno (MARTIN et al., 1975).

Considerando especificamente o período neonatal, este representa uma fase crítica para qualquer recém-nascido, não sendo diferente com caprinos,

principalmente em virtude de sua condição de sistema termorregulador ainda em desenvolvimento e a necessidade de adaptação a vida extrauterina, podendo comprometer seu desenvolvimento seguinte (GRANDINSON, 2005; DWYNER et al., 2005; STANFORD et al., 2007; PICCIONE et al., 2010). Ademais, o neonato muitas vezes precisa mobilizar suas reservas energéticas prematuramente para ativar o metabolismo (VANNUCCHI et al., 2012), o que, dependendo do grau de estresse, pode não ser suficiente para evitar a morte por hipotermia, gerando perda econômica na produção (PICCIONE et al., 2008; GRONDHAL et al. 2007).

Assim ganha-se importância a interação homem-animal no momento do parto, podendo fazer a diferença para o sucesso da cria. Conforme Alexander et al. (1966) quando não há intervenção humana nos partos dos cabritos, a sobrevivência deles passa a depender muito mais de sua capacidade termorregulatória e da resistência aos efeitos do frio.

Além dos riscos enfrentados quando expostos ao frio, os cabritos neonatos podem sofrer sérios danos quando expostos à radiação muito elevada, proveniente de altas temperaturas, podendo caracterizar quadro de estresse calórico. Acontece quando o animal foi exposto à elevadas temperaturas que ultrapassam a zona de tolerância ao calor e seu sistema termorregulatório não contorna a situação de estresse e a temperatura corporal continua a aumentar, ocasionando em alterações comportamentais, fisiológicas e adaptativas dependendo do tempo de exposição à radiação. Ajustes primários são essenciais contornar a situação de estresse, principalmente fornecimento de sombra ou alojamento. Segundo Al- Tamimi (2007), a utilização do sombreamento, seja ele natural pelo uso de árvores ou artificial, por meio de coberturas de telhas ou sombrite, são estratégias que geram microambientes que melhoram o conforto térmico dos animais, quando expostos à radiação solar direta, essas estratégias diminuem a temperatura retal e taxa respiratória de caprinos.

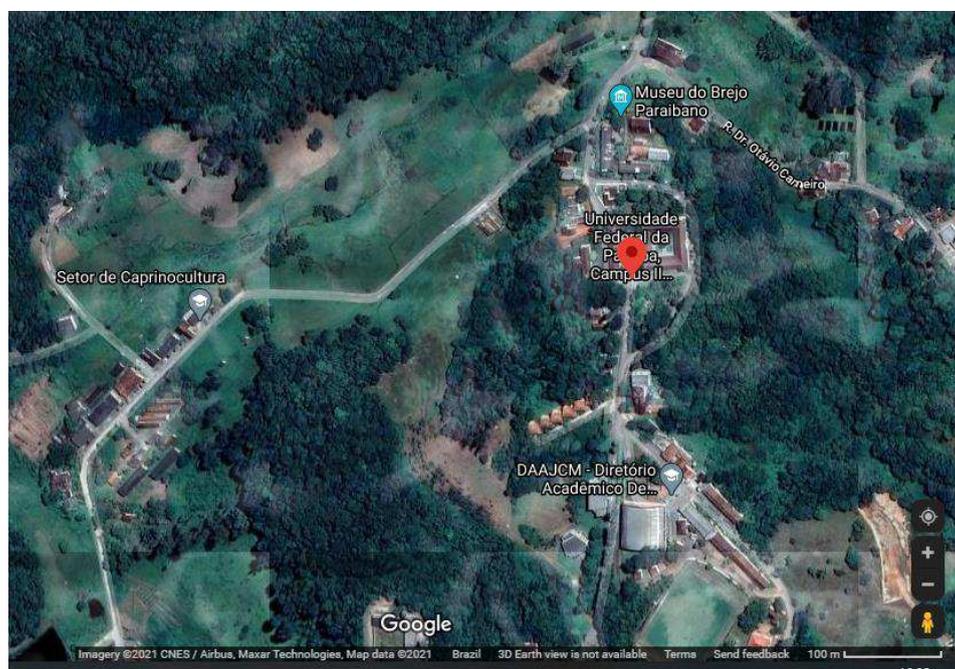
Mesmo o Brasil que apresenta médias de temperaturas mais elevadas, para o recém-nascido essas médias, muitas vezes, representam estresse de frio, a exemplo das médias térmicas observadas na região do Brejo paraibano, o que pode comprometer a sua sobrevivência e desenvolvimento seguinte. Nesse contexto, é de fundamental importância que se conheça os mecanismos utilizados pelos animais neonatos para manterem a sua temperatura corporal constante, conhecer os comportamentos e ondulação das variáveis fisiológicas em baixas e altas temperaturas. Portanto, levando-se em consideração que além de se ter o sistema termorregulatório ainda em desenvolvimento, o neonato caprino apresenta elevada relação superfície e massa corporal, que podem favorecer a perda de calor corporal no pós-parto, principalmente devido ao alto gradiente térmico existente neste momento.

Sendo assim, propusemos avaliar neste estudo os efeitos de modificações do ambiente de criação por meio da disponibilização de calor suplementar e área de sombra para cabritos mestiços das raças Alpina Americana e Saanen nas primeiras 72 horas de vida, no sentido de se elucidar os seguintes questionamentos: 1) Quais são os principais desafios, do ponto de vista térmico, enfrentados por caprinos neonatos nas primeiras 72 horas de vida? 2) Caprinos neonatos são capazes de utilizar de forma precoce o comportamento para se termorregular? 3) Caprinos neonatos demandam calor suplementar e, ou, sombreamento para garantir a sua homeotermia? Partimos das hipóteses que neonatos caprinos podem sofrer tanto de hipotermia como de hipertermia nas primeiras 72 horas de vida; que neonatos caprinos são capazes de utilizar, de forma precoce, o comportamento na termorregulação; e, que o fornecimento de calor suplementar e de sombreamento é essencial ao balanço térmico de caprinos neonatos nas primeiras 72 horas de vida.

2. Material e Métodos

2.1. Área e duração do estudo

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (CEUA/UFPB), sob protocolo N° 3371050520 (ID 001174). Foi conduzido no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia pertencente a Universidade Federal da Paraíba, Campus II, localizado no município de Areia, Paraíba, Brasil. O município está situado na microrregião do Brejo Paraibano (Coordenadas: 6°58'12" latitude sul e 35°42'15" longitude oeste, temperaturas médias anuais em torno de 18 a 26°C, com precipitação anual de 800 a 1600mm). A duração do período experimental foi de 11 dias consecutivos. Durante o final do período chuvoso e início do período quente, que vai de março a agosto e de setembro a fevereiro, respectivamente.



Fonte: Google Maps, 2021

2.2. Animais e designer experimental

Foram utilizadas 16 cabritos recém-nascidos provenientes de 9 cabras (Saanen x Alpina Americana). As cabras foram submetidas a vermifugação, vacinadas, alimentadas com capim elefante (*Pennisetum purpureum*), ração concentrada ofertada duas vezes ao dia e água *ad libitum*, os cochos e bebedouros foram alocados à sombra e ao sol.



Fonte: Arquivo pessoal. Animais experimentais.



Fonte: Arquivo pessoal. Matrizes dos cabritos utilizados no experimento.

Após passarem pelo período da estação de monta, as cabras foram mantidas um sistema semi-intensivo de criação, posteriormente conduzidas ao curral maternidade no terço final da gestação, composto por uma área sombreada (880x610cm), uma área sem sombreamento (528x246cm) e ainda uma área de

aquecimento com acesso restrito apenas aos cabritos recém-nascidos.



Fonte: Arquivo pessoal. Área de aquecimento, área de sombra e área ao ar livre.

A área de aquecimento localizava-se na parte sombreada do curral e possuía dimensões de 1,35 metros de comprimento, 2,0 metros de largura e 1,30 metros de altura, montada com placas de zinco; o aquecimento era ofertado por meio de uma lâmpada incandescente de secagem direcionada infravermelha, EMPALUX modelo: IV22514, tensão 220V e 250W de potência, com fiação flexível para regular a altura conforme necessário. Na área de aquecimento ainda foi utilizada uma cama de maravalha sobre o chão batido, como material isolante.



Fonte: Arquivo pessoal

No curral maternidade os animais eram observados durante 24 horas por observadores treinados. Após parirem, as cabras permaneciam com seus cabritos até completarem três dias de idade, passando a receber, além da suplementação concentrada duas vezes ao dia, volumoso de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) *ad libitum*, de forma a atender as exigências nutricionais.

No curral maternidade as cabras tinham a opção de parir sob abrigo ou em área descoberta, sem interferência humana. No entanto, havendo alguma complicação ao parto era prestada a devida intervenção. Após o nascimento era registrado, o tipo de parto, condição do parto, o peso ao nascer do cabrito e o peso da mãe. Posteriormente era realizado o corte e a cura do umbigo e a identificação dos cabritos, utilizando-se colares devidamente numerados.



Fonte: Arquivo pessoal. Matriz parindo cabrito utilizado nesta pesquisa.

2.3. Variáveis ambientais

As variáveis climáticas foram registradas a partir de uma estação meteorológica portátil (HOBO® - Sistema de Monitoramento Remoto Modelo RX3000), colocada em frente ao curral ($\pm 3,0$ m), a uma altura de 1,2 m, durante o período do estudo. As variáveis meteorológicas foram coletadas em intervalos de cinco minutos regulares, como temperatura do ar (TA, °C; faixa: -40 ° C a 16 ° C; precisão $\pm 0,25$ ° C), umidade relativa (UR,%; faixa: 0 a 100%; precisão: $\pm 2,5\%$), radiação solar (RS, $W m^{-2}$; faixa: 0 a $1400 W m^2$; faixa espectral: 300 a 1100 nm; precisão: $\pm 10 W m^2$) e velocidade do vento (VV; faixa : 0 a $76 m s^{-1}$; precisão $1,1 m s^{-1}$). Além disso, as temperaturas de globo negro (TGN, °C) sob o sol, sombra e área de aquecimento, foram obtidas em intervalos regulares de uma hora, utilizando esfera plástica (5 mm de espessura e 0,15 m de diâmetro), pintada de preto e com termômetro de bulbo seco (faixa: -10 ° C a $+60$ ° C; precisão ± 1 ° C).



Fonte: Arquivo pessoal. Estação meteorológica experimental móvel utilizada neste experimento.

2.4. Variáveis comportamentais

Os comportamentos dos cabritos foram monitorados por meio de observação direta, utilizando-se amostragem animal focal e registro instantâneo em intervalos de 10 minutos, até que os mesmos completassem setenta e duas horas de vida em contato com suas mães.

Foram avaliadas diferentes variáveis comportamentais dos cabritos (Tabela 2) nas primeiras horas pós-parto: localização (se exposto à sombra, ao sol, próximo a fonte de aquecimento ou diretamente sob a fonte de aquecimento) e distância da mãe (se perto ou longe).

Tabela 2. Categorias comportamentais estudadas.

Cabrito	
Exposto ao sol ou à sombra	Quando o animal se encontrava fora da área de sombreamento, exposto a radiação solar ou sob a projeção de sombra.
Diretamente sob a fonte de aquecimento	Quando o animal se encontrava diretamente no ambiente aquecido, sob a fonte de aquecimento.
Longe da mãe	Quando a distância entre cabra e cabrito era maior que 1 metro.

2.5. Variáveis fisiológicas

Foram mensurados a temperatura de superfície do corpo (TS) e a temperatura retal (TR) dos cabritos nas primeiras setenta e duas horas após o nascimento.

A temperatura de superfície do corpo (TS) foi medida imediatamente após o parto, em intervalos de 1 hora (T0= Zero hora de idade; T1= 1 hora de idade; T2= 2 horas de idade; T3= Três horas de idade; ... T70 = Setenta horas de idade, T71= Setenta e uma hora de idade, T72 = Setenta e duas horas de idade), com o auxílio de um *Infrared Thermometers* (Fluke – Modelo 568 ; faixa:-40 a 800°C; precisão $\pm 0,1/1^\circ\text{C}$; emissividade: 0,98, Everret, Wa, EUA) a uma distância média de dez centímetros dos animais na parte do dorso direito de cada animal. Posteriormente, os valores foram anotados em planilhas devidamente elaboradas para posterior análise

estatística. Para cada cabrito, a temperatura de superfície do corpo foi considerada com uma média da região dorsal digitalizada no visor 568. A temperatura retal foi medida também a cada hora durante as primeiras setenta e duas horas de vida dos animais recém-nascidos neste mesmo período, utilizando-se um termômetro digital (OMRON – Modelo MC-245; faixa ± 32 a 42°C ; precisão: $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$). As aferições das temperaturas nos animais foram realizadas independente se os mesmos estivessem ou não expostos à radiação solar e nos diferentes turnos (manhã, tarde e noite).



Fonte: Arquivo pessoal. Medição da temperatura de superfície do pelo, na esquerda e medição da temperatura retal, na direita.

2.6. Análises estatísticas

O método dos quadrados mínimos (procedimento GLM) foi usado para verificar os principais efeitos nos parâmetros meteorológicos, comportamentais e fisiológicos: temperatura do ar (TA, $^{\circ}\text{C}$), radiação solar (RS, W m^{-2}), umidade relativa (UR, %) e velocidade do vento (VV, m s^{-1}), temperatura radiante média no interior da área de aquecimento e ambiente externo (TRM, $^{\circ}\text{C}$), tempo gasto pelos cabritos neonatos na área de aquecimento, expostos à radiação e na projeção de sombra (%), temperatura superficial (TS, $^{\circ}\text{C}$) e temperatura retal (TR, $^{\circ}\text{C}$) de acordo com o modelo

linear generalizado para testar os efeitos da hora do dia ($i = 18:00, 19:00, 20:00 \dots 06:00h$) e o ambiente térmico experimentado ($j =$ fonte de calor suplementar vs ambiente externo), ($i = 18:00, 19:00, 20:00 \dots 06:00h$) e o ambiente térmico experimentado ($j =$ fonte de calor suplementar vs fonte de calor distante da mãe), ($i = 07:00, 08:00, 09:00 \dots 17:00h$) e o ambiente térmico experimentado ($j =$ exposto à radiação vs posição de sombra) nas variáveis de resposta. As análises foram realizadas utilizando-se o SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, versão 9.0). A significância foi definida em $P < 0,05$.

3. Resultados

A partir da Figura 1 observa-se a média da temperatura do ar (T_a , °C), radiação solar (R_s , $W\ m^{-2}$), umidade relativa (U_R , %) e velocidade do vento (V_v , $m\ s^{-1}$), registrados em intervalos de cinco minutos ao longo do período experimental. Os valores de T_a variaram 17 a 35 °C. A U_R apresentou um padrão inverso ao da T_a , demonstrando valores com variação entre 25 e 90%. A R_s apresentou-se com valores médios de $222,1\ W\ m^{-2}$ e pico de $800,0\ W\ m^{-2}$. A V_v apresentou valor médio de $1,4\ m\ s^{-1}$, com variação de 0 a $6,0\ m\ s^{-1}$.

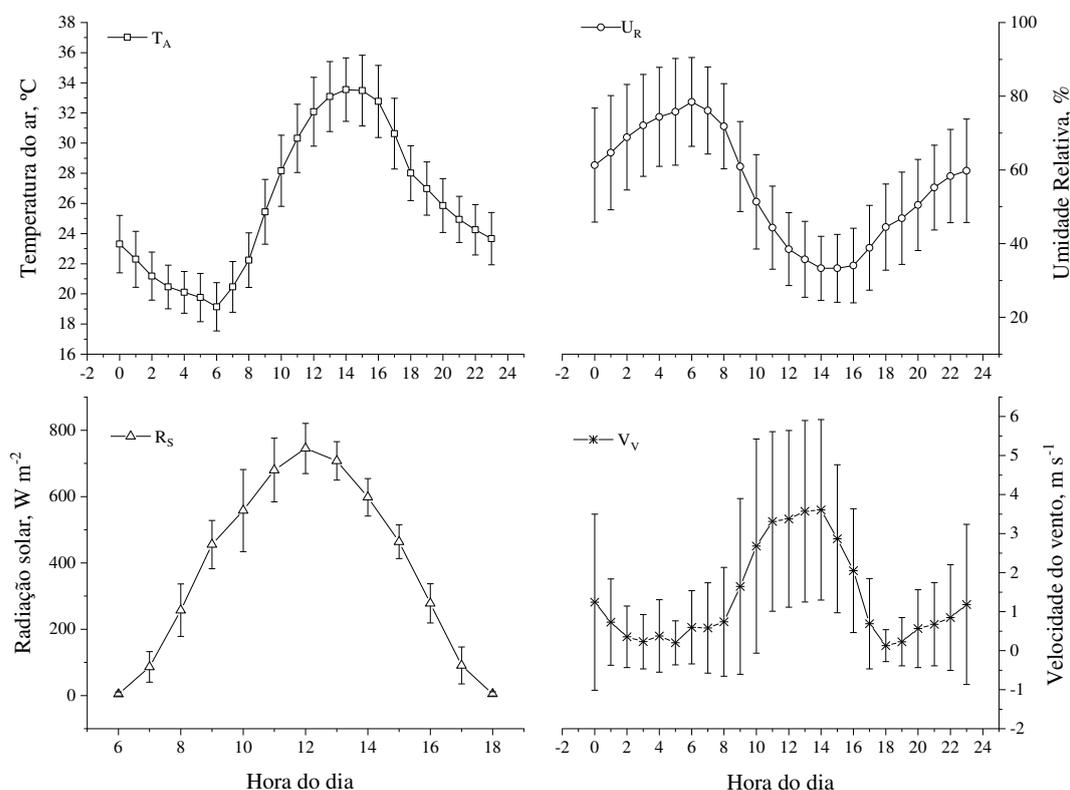


Figura 1: Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos das variáveis meteorológicas durante o estudo.

As médias da TRM no ambiente da fonte de aquecimento e no ambiente externo (°C), variaram entre 28 a 33 e 18 a 23 °C, respectivamente (Fig. 2).

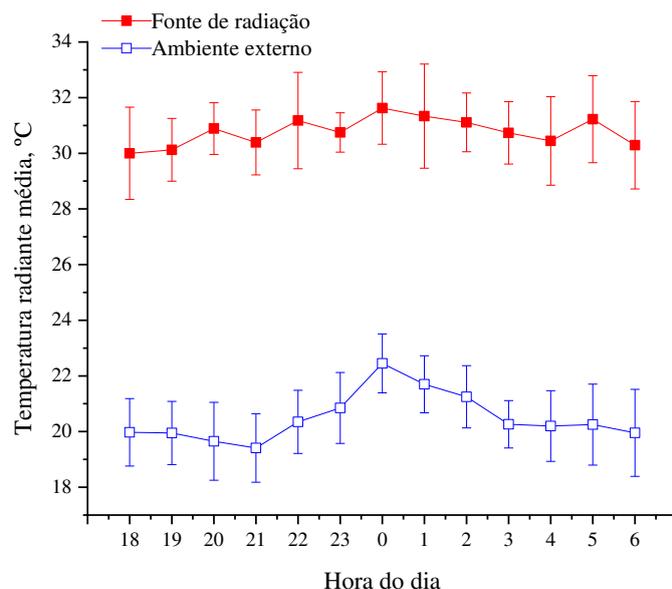


Figura 2: Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos das temperaturas radiantes no ambiente da fonte de aquecimento e ambiente externo durante o estudo.

Ao analisar os resultados, percebe-se que os cabritos recém-nascidos passaram a maior parte do tempo, entre 18:00hs e 06:00hs, sob a fonte de aquecimento (Fig. 3), mesmo que distantes de suas mães, alcançando pico de 85% às 23:00 horas.

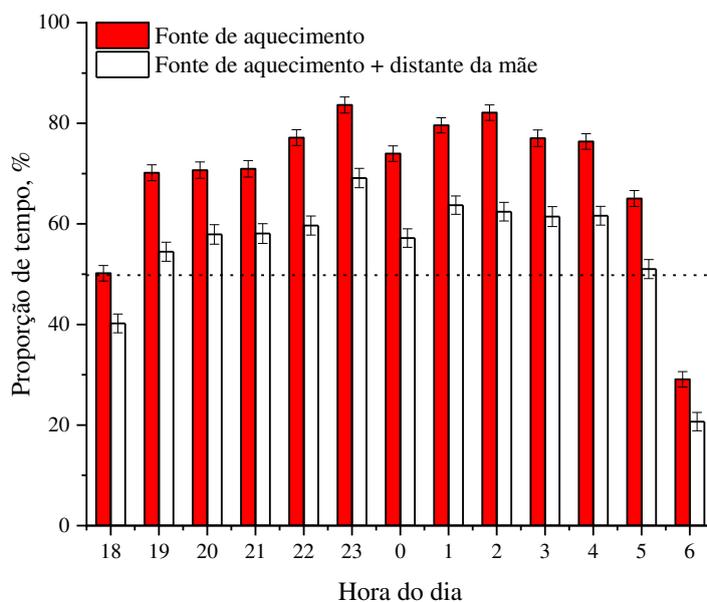


Figura 3: Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos da proporção de tempo gasto pelos cabritos neonatos no ambiente da fonte de aquecimento.

A proporção de tempo em que os cabritos ficavam expostos à radiação solar

ou sob sombra foram analisados e os resultados indicaram que na maior parte do tempo os animais passaram sob sombra, variando de 75 a 97%. Ficou ainda evidente a redução significativa de tempo despendido ao sol, nos horários de maior índice de radiação (Fig. 4).

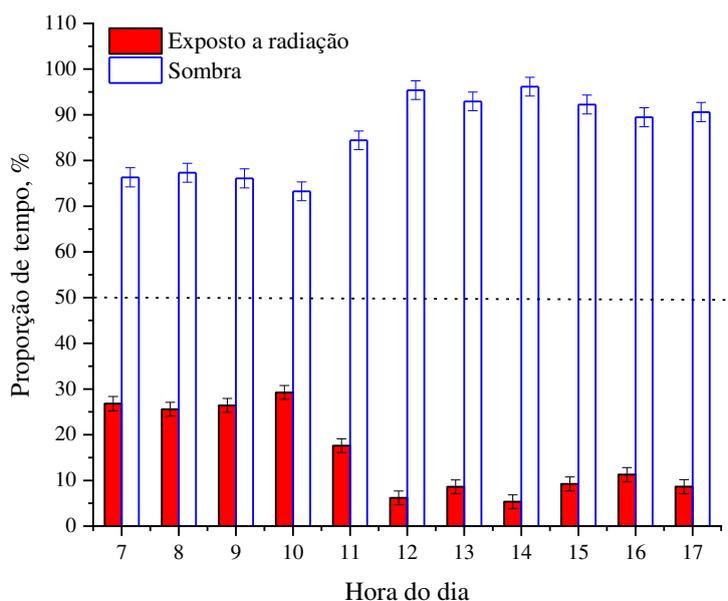


Figura 4: Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos da proporção de tempo gasto pelos cabritos neonatos expostos à radiação e na projeção de sombra.

É possível observar na Figura 5 as médias de TR e TS dos animais quando se encontravam no ambiente da fonte de aquecimento e no ambiente externo, durante o período noturno (18 às 6 horas); ao permanecer sob a fonte de aquecimento a temperatura retal dos cabritos recém-nascidos variou de 38,3 a 39,1 °C e a temperatura de pelame 29,0 a 32,5 °C, ao passo que no ambiente externo a temperatura retal variou de 38,1 a 39,2 °C e a temperatura de pelame variou de 26,5 a 32 °C.

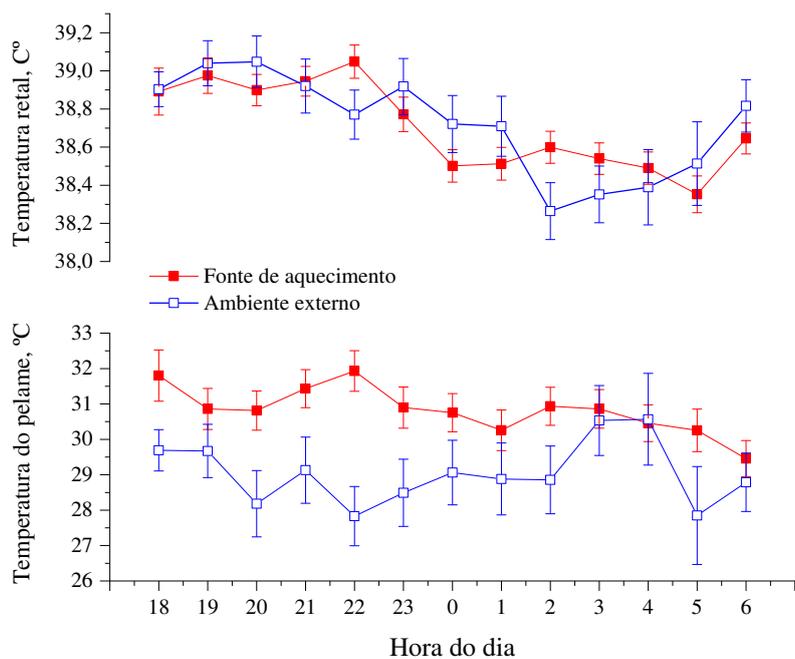


Figura 5: Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos das temperaturas corporais de cabritos neonatos no ambiente da fonte de aquecimento e ambiente externo.

Ao analisar a Figura 6 observa-se as médias de TR e de TS, quando os animais encontravam-se expostos à radiação também sob a projeção de sombra; quando expostos à radiação a temperatura retal dos cabritos recém-nascidos variou de 37,8 a 39,7 °C e a temperatura de pelame 24,0 a 38,2 °C. Na projeção de sombra a temperatura retal variou de 38,7 a 39,2 °C e a temperatura de pelame variou de 28,0 a 33°C.

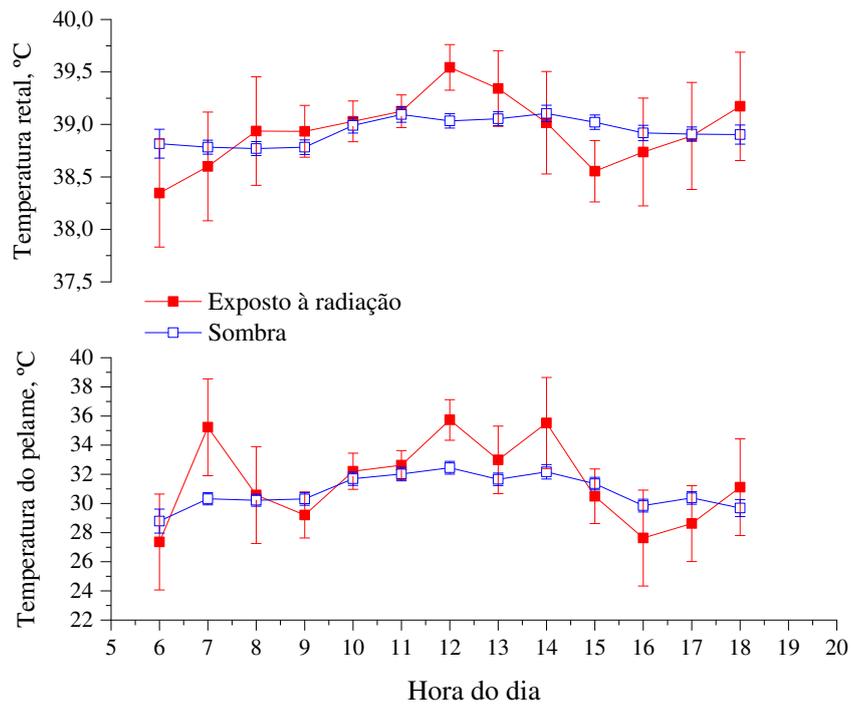


Figura 6: Médias (\pm EPM) estimadas por quadrados mínimos das temperaturas corporais de cabritos neonatos expostos à radiação e na projeção de sombra.

4. Discussão

A partir dos resultados apresentados é possível tirarmos importantes achados no que diz a respeito aos mecanismos de termorregulação de cabritos recém-nascidos, criados em região equatorial de clima mais ameno, a qual apresentou durante este estudo médias de TA oscilando de 17 a 35 °C e de UR variando de 25 a 90%.

Em primeiro lugar, ficou evidente que em condições térmicas adversas, seja de frio ou de calor, cabritos neonatos nas primeiras 72 horas de vida já são capazes de utilizar os mecanismos comportamentais para regular sua temperatura corporal; quando disponibilizado fonte de aquecimento para os animais em horários de baixas temperaturas e alta umidade relativa, os mesmos despenderam maior parte do tempo no ambiente da fonte de calor. Ademais, nos horários de maior incidência de radiação solar, os neonatos passaram maior parte do tempo sob projeção de sombra.

Em segundo lugar, os resultados apontam indícios que os neonatos caprinos provavelmente apresentam uma independência precoce da mãe, no tocante a comportamento termorregulatório; a grande maioria dos animais que acessaram o ambiente com a fonte de aquecimento nos horários mais frios do dia o fez estando a mãe por perto ou não.

Em terceiro lugar, ficou evidenciado que neonatos caprinos podem sim ser susceptíveis a sofrerem estresse de calor nos horários de maior incidência de radiação e na ausência de sombreamento; os animais deste estudo, na maior parte do dia, ficavam sob a projeção da sombra, sendo que nos horários de maior incidência de radiação essa proporção aumentou significativamente.

Finalmente, nossos resultados indicam a importância da gestão do microclima onde os neonatos caprinos são mantidos, seja no sentido de se evitar o

estresse de frio por meio do fornecimento de fonte suplementar de calor ou de se evitar o estresse de calor por meio do fornecimento de sombreamento; as variáveis fisiológicas dos animais apresentaram-se mais estáveis diante da fonte de calor, nos horários mais frios do dia e sob projeção da sombra nos horários de maior taxa de radiação solar.

Ao longo do experimento, a TA manteve-se no intervalo de 17 a 35 °C, ao passo que para caprinos neonatos é entre 20 e 30°C conforme Baêta e Souza (1997) o que pode representar estresse de frio, principalmente nos horários entre 4 e 6 da manhã, ou estresse de calor no período da tarde, evidenciados pelas repostas comportamentais e fisiológicas. Resultados semelhantes foram encontrados por Fonsêca et al. (2019), Santos et al. (2006) e Silva (2006), sendo que Santos et al. (2006) e Silva (2006) relataram valores de temperatura fora da zona de conforto térmico dos animais, nos horários mais quentes do dia, valores estes de 33,7 e 32 °C, respectivamente no período da tarde. Em relação a UR, os dados variaram em função do horário do dia e conforme Baeta e Souza (2010) a UR ideal para criação de animais de produção deve se apresentar no intervalo 50 e 70%. No período experimental os valores de UR se mantiveram tanto abaixo como acima da zona de conforto com valores variando de 25 a 90%, embora valha ressaltar que a UR deva ser analisada em associação com a TA e não de forma isolada. Assim com base nos resultados, nos horários mais frios do dia, a baixa UR pode potencializar as perdas de calor e o estresse de frio dos animais.

Nesta pesquisa, quando observados os valores da temperatura radiante média sob a fonte de aquecimento, os resultados apresentaram relativamente constantes e dentro da zona de termoneutralidade para cabritos recém-nascidos, favorecendo a conservação do calor interno dos mesmos e reduzindo as perdas de calor para o ambiente. Porém os valores da temperatura radiante média, no ambiente

externo à fonte de aquecimento, se apresentaram irregulares e abaixo da zona de conforto térmico, representando um cenário de frio para os animais, os quais conseguiram manter sua temperatura utilizando de mecanismos comportamentais e fisiológicos, mesmo com poucas horas depois do nascimento. Estes ajustes são utilizados na tentativa de aumentar o ganho de calor do ambiente e ao mesmo tempo aumentar a produção interna de calor segundo Lima et al. (2020), geralmente por meio principalmente do aumento do consumo de alimentos, busca por lugares quentes, maior frequência próximo da mãe e de outros animais e redução do consumo de água, por exemplo (AL-KHAZA'LEH et al., 2020; ALEENA et al., 2018).

A fonte de calor suplementar foi amplamente utilizada pelos cabritos neonatos, atingindo o pico de tempo despendido na mesma, de aproximadamente 95%. Esse resultado confirma a susceptibilidade dos cabritos neonatos ao frio, o que muitas vezes, pode levá-los à morte por hipotermia, e, ao mesmo tempo reafirma que a oferta de calor suplementar para cabritos até o terceiro dia de vida é essencial para manutenção da homeotermia desses animais. Podemos observar que a busca pela fonte de calor suplementar, ocorreu nos horários em que os animais estavam sujeitos às temperaturas mais baixas e à maiores umidades relativa do ar (Fig. 1), ambiente este favorável à perda de calor corporal. Esta combinação de elementos climáticos, pode representar grande ameaça à sobrevivência de neonatos caprinos, principalmente se considerarmos que muitas vezes estes animais são mantidos em ambientes abertos, desprotegidos do vento e até mesmo das chuvas. Nossos resultados apontam também para um importante achado no que diz respeito ao comportamento termorregulatório dos cabritos neonatos: do tempo total sob a fonte de aquecimento, na maior parte os animais estavam localizados distantes de suas mães, revelando certa maturidade para realizar seus comportamentos termorregulatórios nas primeiras horas de vida e certa independência, o que os

classificariam como provável termorreguladores precoces.

A busca pela projeção de sombra de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa torna-se um fator importante na termorregulação de cabritos neonatos, ficando evidenciado que mesmo animais recém-nascidos que são muito susceptíveis ao estresse de frio, podem sofrer com estresse de calor decorrente da alta carga térmica radiante. Essa busca pela projeção de sombra aconteceu nos horários mais quentes do dia, reafirmando a necessidade de se ter área de sombreamento para animais expostos a radiação solar, mesmo tratando-se de animais neonatos.

Nesse contexto, Scarpellini & Bicego (2010) relatam que os pequenos ruminantes utilizam de mecanismos autônomos que os tornam capazes de suportar grandes amplitudes na variação de sua temperatura corporal, esses mecanismos envolvem os ganhos de energia na forma de calor (conservação e produção) e os de perda de energia, na forma de calor, sendo estes mecanismos controlados pelo sistema nervoso central.

As variáveis temperatura superficial e temperatura retal dos cabritos, mostraram significativas flutuações diárias, sendo altamente correlacionadas aos fatores ambientais e comportamentos observados nos animais (se sob fonte de aquecimento ou fora dela; se expostos à radiação ou à projeção de sombra). Nos horários de maiores desafios térmicos observou-se maiores flutuações na TR e TS dos animais, sendo o comportamento decisivo na sua modulação, haja vista a maior estabilidade observada nas mesmas, quando os animais se apresentavam sob a fonte de aquecimento nos horários de desafios pelo frio e à projeção da sombra nos momentos de desafios pelo calor.

Ao estudar adaptabilidade de caprinos Black Bengal em diferentes estações (outono e inverno) do ano em Ranchi, na Índia, Murmu et al. (2021)

encontraram média da TR (38,6 °C), no décimo quinto dia após o Nascimento, em condições ambientais não controladas, valor este semelhante aos encontrados neste estudo. Em pesquisas realizadas com ovinos Morada Nova na região semi-árida equatorial de clima quente no Brasil, Fonsêca et al. (2019) observaram médias de TR e TS, desses animais, variando de (37,9 a 39,3 °C; 31,0 a 37,6 °C). Arfuso et al. (2021) ao estudar as variáveis fisiológicas em cabritos neonatos nos 7 primeiros dias de vida, sob ambiente controlado, com TA de 22,7 °C e UR de 56% encontraram valores de TR com variação de 39,6 a 39,9°C, valores encontrados por estes autores são próximos aos encontrados nesta pesquisa quando os animais estavam fora da fonte de aquecimento.

Nossos resultados estão em conformidade com os encontrados por Vicente-Pérez et al. (2019) que relataram que em condições ambientais de clima frio, cordeiros perdem calor através da pele, durante as primeiras 24 horas após o nascimento, refletindo na temperatura da superfície corporal, sendo os cordeiros de maior peso os que perdem menos calor corporal imediatamente após o nascimento. Portanto, fica muito evidente a importância de se trabalhar o microclima em que os recém-nascidos são mantidos, no sentido de se prevenir o estresse de frio, seja fornecendo calor suplementar e, ou, maior proteção contra chuva e ventos.

Ademais, nossos resultados mostraram que animais que estavam expostos à radiação, apresentaram grande oscilação na TR e TS durante o dia, sendo que, em alguns momentos representou ameaça de hipertermia. Entretanto, quando sob projeção de sombra, se esquivando da radiação, os valores de TR e TS apresentam-se relativamente constantes (38,7 °C e de 30 °C, respectivamente), não representando riscos à termorregulação. Portanto, neonatos caprinos podem sim sofrer hipertermia a depender da carga térmica radiante a que são submetidos em ambientes sem sombreamento e ainda, estes animais parecem responder bem a

presença de sombreamento, sendo capaz de utilizá-lo de forma precoce quando desafiado pela radiação.

5. Conclusão

Cabritos recém-nascidos criados em condições tropicais, acessam voluntariamente a fonte de calor suplementar e área de sombra, durante o período noturno e diurno, respectivamente, o que lhes permitem conservar calor em períodos frios e prevenir o ganho excessivo de calor durante os períodos quentes do dia.

Os cabritos neonatos parecem demonstrar certa independência precoce das mães na execução de comportamentos termorregulatórios, o que os classificariam como termorreguladores precoces.

A gestão do microclima onde neonatos caprinos são mantidos, seja no sentido de se evitar o estresse de frio por meio do fornecimento de fonte suplementar de calor ou de se evitar o estresse de calor por meio do fornecimento de sombreamento é decisiva sobre a qualidade de vida e bem-estar dos animais, refletindo na eficiência do sistema produtivo.

6. Referências

ALEENA, J., et al. "Resilience of three indigenous goat breeds to heat stress based on phenotypic traits and PBMC HSP70 expression." **International journal of biometeorology** 62.11 (2018): 1995-2005.

AL-TAMIMI, H.J. Thermoregulatory response of goat kids subjected to heat stress. **Small Rumin. Res.** 7:280- 285, 2007

ALEXANDER, G., and D. WILLIAMS. "Teat-seeking activity in lambs during the first hours of life." **Animal behaviour** 14.1 (1966): 166-176.

ALEXANDER, G., PETERSON, J. E., and WATSON, R. H. (1959).-**Aust. Vet. J** . 35: 433.

MARTIN S.W., SCHWABE C.W., FRANTI C.E., 1975. Dairy calf mortality rate: influence of meteorologic factors on calf mortality rate in Tulare Country, California. **Am. J. Vet. Res.**, 36, 1105-1109.

AL-KHAZA'LEH, Ja'far.; MEGERSA, B. and OBEIDAT, B. "Constraints and risk factors contributing to young stock mortalities in small ruminants in Jordan." **Small Ruminant Research** 183 (2020): 106033.

ARFUSO, F, et al. "Daily dynamic changes of blood acid-base status and vital parameters in lambs and goat kids over the first seven days after birth." **Small Ruminant Research** 197 (2021): 106340.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.M. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa. ed UFV, 269p. 2010.

FONSÊCA, V. de F. C., et al. "Bio-thermal responses and heat balance of a hair coat sheep breed raised under an equatorial semi-arid environment." **Journal of thermal biology** 84 (2019): 83-91.

LIMA, A. R. C., et al. "Energy expenditure of Saanen and Anglo-Nubian goats at different temperatures." *Small Ruminant Research* 193 (2020): 106256.

MELLOR, D. J. 1988. Integration of perinatal events, pathophysiological changes and consequences for the newborn lamb. **Br. Vet. J.** 144:552-569.

MURMU, A. L., et al. "Effects of different meteorological variables on physiological parameters in black Bengal goat." **Journal of Entomology and Zoology Studies** 2021; 9(1): 2161-2167.

VICENTE-PÉREZ, R., et al. "Relationships of body surface thermography with core temperature, birth weight and climatic variables in neonatal lambs born during early spring in an arid region." **Journal of thermal biology** 82 (2019): 142-149.

VERMOREL, M., et al. "Energy metabolism and thermoregulation in the newborn calf." **Annales de Recherches Veterinaires**. Vol. 14. No. 4. 1983.

SANTOS, J. D. C. Influence of the semiarid equatorial environment on behavioral and

physiological responses of newborn lambs. **Dissertação (Mestrado)**- UFPB/CCA. 61 f.
: il. João Pessoa, 2020.

SANTOS, F. C. B., et al. "Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro." **Ciência e Agrotecnologia** 29.1 (2005): 142-149.

SCARPELLINI, C. S.; BÍCEGO, K. C. Regulação da temperatura corporal em diferentes estados térmicos: Ênfase na anapirexia. **Revista da Biologia**, v.5, p.1-6, 2010.

SILVA, G. A., et al. "Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semi-árido paraibano." **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 10.4 (2006): 903-909.