

Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos criados em clima quente recebendo diferentes fontes de volumoso

Effect of the environment on the physiological responses of goats raised in hot weather receiving different sources of roughage

Efecto del ambiente sobre las respuestas fisiológicas de cabras criadas en clima cálido y recibiendo diferentes fuentes de forraje

Recebido: 11/07/2023 | Revisado: 25/08/2023 | Aceitado: 27/08/2023 | Publicado: 30/08/2023

Danívia Maria Ferreira de Moura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5083-4383>

Universidade Estadual de Alagoas, Brasil

E-mail: daniviamoura@gmail.com

Neilson Silva Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5965-9510>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: Neilson.nss@gmail.com

José Crisólogo de Sales Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8687-0952>

Universidade Estadual de Alagoas, Brasil

E-mail: jose.crisologo@uneal.edu.br

Alex Romualdo Nunes de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2667-8456>

Universidade Estadual de Alagoas, Brasil

E-mail: Alex-romualdo@hotmail.com

Adibe Luiz Abdalla

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5440-9974>

Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: abdalla@cena.usp.br

Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos do ambiente nas respostas fisiológicas dos caprinos sem raça definida, sob as condições do semiárido em Santana do Ipanema. Utilizou-se 30 caprinos na faixa de um ano de idade e peso médio entre 24 e 28 kg. Estudou-se os seguintes parâmetros: temperatura retal (TR) onde foi introduzido um termômetro clínico, diretamente do reto do animal, frequência respiratória (FR) obtida pela auscultação indireta das bulhas. Os batimentos foram obtidos com um estetoscópio colocado diretamente na região torácica esquerda, contando-se o número de batimentos durante 20 segundos. A temperatura e umidade relativa do ar foram registradas através de um psicrômetro portátil na área experimental. Os parâmetros fisiológicos e ambientais foram registrados a cada 3 horas. As amostras de sangue de cada animal foram retiradas a cada 8 dias, realizando o eritrograma (contagem de hemácias, hematócrito e hemoglobina), e o leucograma (contagem total de leucócitos). Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente por meio do Teste de Tukey em nível de significância de 5%. Observou-se que a TR não sofreu efeito das dietas, mantendo-se acima da faixa normal em todas as dietas. Já as FR e FC sofreram efeito significativo ($p < 0,05$) mantendo-se também acima do ideal. O histograma apresentou segmentados, linfócitos, monócitos e bastonetes com diferenças significativas, mas dentro do ideal para a espécie. Pode-se concluir que os parâmetros observados sofreram mais influência do clima, do que da fonte de volumoso, sendo seguro utilizar todas as dietas estudadas.

Palavras-chave: Caprinocultura; Respostas fisiológicas; Semiárido; Hematologia.

Abstract

The objective was to evaluate the effects of the environment through the physiological responses of mixed breed goats, under semi-arid conditions in Santana do Ipanema. Thirty goats aged one year old and average weight between 24 and 28 kg were used. The following parameters were studied: rectal temperature (TR) where a clinical thermometer was introduced directly from the animal's rectum, respiratory rate (RR) obtained by indirect auscultation of heart sounds. The beats were obtained with a stethoscope placed directly on the left thoracic region, counting the number of beats during 20 seconds. Air temperature and relative humidity were recorded using a portable psychrometer in the experimental area. Physiological and environmental parameters were recorded every 3 hours. Blood samples from each animal were taken every 8 days, performing the erythrogram (red blood cell count, hematocrit and hemoglobin), and the leukogram (total leukocyte count). The data obtained were statistically evaluated

using the Tukey test at a significance level of 5%. It was observed that the TR was not affected by the diets, remaining above the normal range in all diets. The RR and HR suffered a significant effect ($p < 0.05$) also remaining above the ideal. The histogram showed segmented lymphocytes, monocytes and rods with significant differences, but within the ideal range for the species. It can be concluded that the observed parameters were more influenced by the climate than the source of roughage, making it safe to use all the studied diets.

Keywords: Goat farming; Physiological responses; Semi-arid region; Hematology.

Resumen

El objetivo fue evaluar los efectos del medio ambiente a través de las respuestas fisiológicas de cabras mestizas, en condiciones semiáridas en Santana do Ipanema. Se utilizaron 30 cabras de un año de edad y peso promedio entre 24 y 28 kg. Se estudiaron los siguientes parámetros: temperatura rectal (TR) donde se introdujo un termómetro clínico directamente desde el recto del animal, frecuencia respiratoria (RR) obtenida por auscultación indirecta de los sonidos cardíacos. Los latidos se obtuvieron con un estetoscopio colocado directamente en la región torácica izquierda, contándose el número de latidos durante 20 segundos. La temperatura del aire y la humedad relativa se registraron utilizando un psicrómetro portátil en el área experimental. Los parámetros fisiológicos y ambientales se registraron cada 3 horas. Se tomaron muestras de sangre de cada animal cada 8 días, realizándose el eritrograma (recuento de glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina), y el leucograma (recuento total de leucocitos). Los datos obtenidos fueron evaluados estadísticamente mediante la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%. Se observó que la TR no se vio afectada por las dietas, manteniéndose por encima del rango normal en todas las dietas. La RR y la FC sufrieron un efecto significativo ($p < 0,05$) manteniéndose también por encima del ideal. El histograma mostró linfocitos, monocitos y bastones segmentados con diferencias significativas, pero dentro del rango ideal para la especie. Se puede concluir que los parámetros observados estuvieron más influenciados por el clima que por la fuente de forraje, siendo segura la utilización de todas las dietas estudiadas.

Palabras clave: Ganadería caprina; Respuestas fisiológicas; Región semiárida; Hematología.

1. Introdução

A caprinocultura desempenha importante papel socioeconômico para a região Nordeste, especialmente pelo abastecimento de proteína de origem animal de alto valor biológico. As condições ambientais da localidade onde os animais são criados, a exemplo de clima, solo e vegetação favoreceram o desenvolvimento de características rústicas, mesmo que com menor produtividade, adaptados a sobreviver em condições precárias e em períodos de seca (Vieira et al. 2016).

O caprino é um dos poucos animais capazes de sobreviver e produzir em condições adversas, como as observadas em regiões de clima extremamente quente ou frio, e com poucos recursos naturais. Daí tornou-se ao mesmo tempo uma atividade bastante agradável, rentável e com alto valor social, contribuindo com carne e leite na alimentação familiar, além de couro de boa qualidade.

A maior capacidade de tolerância ao calor resulta em maior possibilidade de atingir o pico no índice produtivo, pois a manutenção da temperatura corporal fora da zona de conforto térmico demanda maior gasto energético, em decorrência dos efeitos fisiológicos e comportamentais realizados para garantir a sobrevivência dos animais (Marques et al. 2018). Dessa forma, a produtividade destes animais é diretamente afetada pela capacidade de adaptar-se a essas adversidades, mantendo sua temperatura corpórea dentro dos limites ideais para a alta produtividade, driblando as mudanças nas variações das temperaturas ambientais.

De acordo com Batista et al. (2015) o Nordeste Brasileiro é caracterizado por alta incidência de radiação solar e temperaturas elevadas durante todo o ano, colocando os animais em situações de estresse térmico. Oscilações decorrentes do ambiente térmico, como na temperatura ambiente requerem a ativação de mecanismos termorregulatórios com efeitos no metabolismo energético e consequente influência no consumo, disponibilidade de nutrientes, a eficiência de utilização e demanda energética, impactando na curva de crescimento e o desempenho produtivo. Desta forma, para que seja possível alcançar a máxima eficiência produtiva e reprodutiva dos animais de interesse zootécnico, é indispensável que estes sejam mantidos em condições térmicas ambientais favoráveis a estes animais.

Os caprinos necessitam de condições climáticas adequadas para que possam expressar seu ideal crescimento e produtividade, desta forma, a manutenção na zona termoneutra é algo indispensável para alcançar os máximos resultados

possíveis. Entre as variáveis climáticas, as altas temperaturas do ambiente, umidade do ar e radiação solar direta são as principais causas de desconforto fisiológico em animais que diminuem sua produtividade. A temperatura do ambiente juntamente com umidade e radiação solar impacta diretamente nas variáveis fisiológicas como temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e até mesmo nos constituintes sanguíneos.

Desta forma, em sistemas de produção as interações animal/ambiente devem ser analisadas constantemente em decorrência das particularidades de cada região e seus subsequentes impactos na produtividade animal. Com base nisso, objetivou-se avaliar as respostas termorregulatórias de caprinos criados no Semiárido Alagoano, estudando como as altas temperaturas afetam as respostas fisiológicas e sanguíneas em razão da fonte de volumoso.

2. Metodologia

Definição do tipo de pesquisa

Essa pesquisa caracteriza-se como quantitativa, uma vez que utiliza de técnicas estatísticas como médias e testes de médias. De acordo com Silva (2010) destaca que tal metodologia de pesquisa consiste na utilização de técnicas sofisticadas, como o emprego da estatística para estudar de forma mais profunda os resultados obtidos. Quanto aos objetivos aqui propostos tem-se os descritivos. Ainda de acordo com Silva, nesses estudos tem-se como principal objetivo estabelecer relações entre variáveis observadas, partindo das características de determinada população ou fenômeno.

Localização

O experimento foi realizado no setor experimental do Grupo de Pesquisa Caatinga, na Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL situado em Santana do Ipanema, região semiárida alagoana, localizada a latitude 9° 21' 49" Sul, Longitude: 37° 14' 54" Oeste, em parceria com o Laboratório de Nutrição Animal – LANA da Universidade de São Paulo - USP. O experimento foi desenvolvido no período de 13 novembro a 12 de dezembro de 2014 com duração de 30 dias, sendo sete dias para adaptação dos animais e 23 dias de coleta.

Animais e design experimental

Foram utilizados 30 animais cabras com um ano de idade (± 2 meses) e 24 kg (± 4 kg) e sem raça definida (SRD). Antes do experimento os animais eram mantidos em sistema extensivo, sendo criados na Caatinga da região, sendo mantidos aprisco rústico.

As dietas utilizadas foram balanceadas isoenergeticamente conforme a necessidade nutricional dos animais, sendo utilizado aporte concentrado e como volumoso: F1 – Feno de Tifton (controle), F2 – Feno de Catingueira, F3 – Feno de Marmeleiro, F4 – Feno de Tifton + Feno de Catingueira, F5 – Feno de Tifton + Feno de Marmeleiro e F6 – Feno de Tifton + Feno de Catingueira + Feno de Marmeleiro. Todas as rações concentradas foram formuladas de forma isoenergéticas (3.000 kcal de energia digestível) e isoproteicas (30% proteína bruta). As rações foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais da espécie (NRC, 1985).

Manejo e mensuração das variáveis

Os animais foram confinados em baias individuais (2,0 x 1,0 m), equipadas com comedouros e bebedouros. As baias estavam disponibilizadas em galpão coberto com telha amianto um galpão aberto com pé direito de cerca de 4m e piso de concreto. Antes da adaptação, os animais foram identificados, vacinados contra clostridioses e tratados contra endo e ectoparasitas.

A frequência respiratória (FR) foi obtida pela auscultação indireta das bulhas, com auxílio de um estetoscópio flexível

ao nível da região laríngeo-traqueal, contando-se o número de movimentos durante 60 segundos (mov.min-1). Para obtenção da TR foi introduzido um termômetro clínico, diretamente do reto do animal, com profundidade de 5 cm, permanecendo por um período de 2 minutos. A frequência cardíaca (FC) foi obtida com um estetoscópio colocado diretamente na região torácica esquerda, contando-se o número de movimentos durante 20 segundos, sendo o valor multiplicado por 3, determinando os batimentos por minuto. Todos os parâmetros fisiológicos foram medidos em cada três horas começando 06 da manhã e seguindo até as 15 horas durante 23 dias. A temperatura e umidade relativa do ar foram registradas através de um psicrômetro portátil na área experimental.

As amostras para análises hematológicas foram colhidas por punção da veia jugular externa em tubos de vidro siliconizados contendo 0,05 ml de uma solução aquosa de etilenodiamino-tetracética-dissódica (EDTA) a 10% e com vácuo suficiente para aspirar 5 ml de sangue, sendo mantidas refrigeradas até o momento da realização dos exames, sempre concluídos antes de decorridas 24 horas de conservação.

A contagem do número de hemácias foi realizada em Câmara de Neubauer modificada, sendo as amostras de sangue diluídas em pipeta hematimétrica específica, proporção de 1:20, utilizando-se como solução diluidora o líquido de Gower; a determinação do hematócrito, foi realizada pelo método do micro hematócrito e a dosagem de hemoglobina pelo método que transforma a hemoglobina em cianometahemoglobina; a contagem do número total de leucócitos foi realizada em Câmara de Neubauer modificada, sendo as amostras de sangue diluídas em pipeta hematimétrica específica, na proporção de 1:20, utilizando-se como solução diluidora o líquido de Thoma de acordo com as recomendações de Birgel (1982).

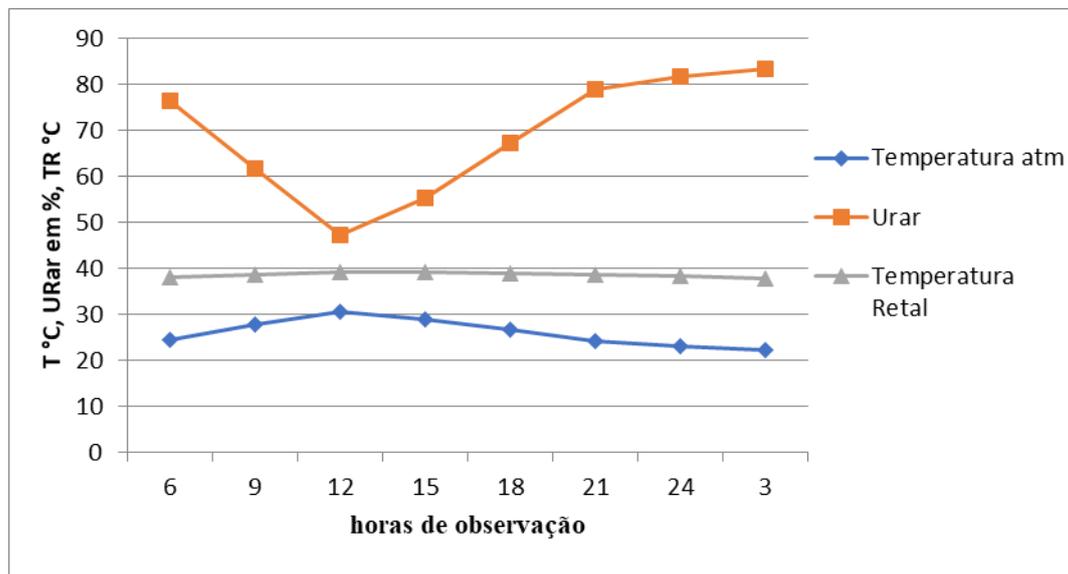
Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa computacional Assistat pelo test t aos níveis de 1% e 5 % (Silva & Azevedo, 2009.)

3. Resultados e Discussão

As médias das temperaturas ambientes máximas e mínimas foram de 31,24 e 22,01°C (Gráfico 1), respectivamente, sendo que a mínima caracteriza uma situação de conforto térmico e a máxima ultrapassou a zona de conforto térmico, que segundo Kinne (2002) é de até 30°. Em relação à umidade relativa do ar (UR), os dados variam em função dos diferentes horários, onde se observa um efeito significativo ($P < 0,05$) para os horários 00:00 e 03:00 h os valores de UR se mantiveram acima da zona de conforto com os valores 81,7 e 83% respectivamente.

Gráfico 1 - Temperatura atmosférica (ATM), umidade relativa do ar e temperatura retal criadas em clima quente durante o experimento.



Fonte: Autoria própria.

Os valores da UR deste experimento, condizem com os encontrados por Turco, Araújo e Bade (2004), observando que maiores valores foram encontrados nos horários da manhã. Souza *et al.* (2005), em trabalhos com caprinos na região semiárida nordestina citam valores de 61 e 41% para o período da manhã e da tarde, respectivamente.

Os valores de UR de 81,7 e 83% estão superiores aos preconizados como ideais por Baêta & Sousa (1997), a umidade relativa do ar que proporciona conforto térmico aos animais compreende a faixa entre de 50% a 80%. Nos horários da tarde, todos os horários mantiveram na zona de conforto.

A correlação entre temperatura ambiente, umidade relativa e da temperatura do ambiente em relação à temperatura retal foram significativas a nível de 1% pelo test t ($p < 0,01$). A correlação entre a umidade relativa do ar versus temperatura retal também foi significativa a nível de 5,0% pelo test t, ($0,01 = < p < 0,05$). Todas as correlações foram lineares pelo test t aos níveis de 5 e 1 %.

Em relação a TA e considerando também a UR, percebeu-se o comportamento inverso entre estes dois parâmetros, a TA crescente entre 6 e 15 horas, com uma redução entre 18 e 03 h. Ao contrário, a UR decresceu ($P < 0,05$) entre 6 e 12 horas, aumentou entre 18 e 03 horas.

Com relação à temperatura retal pode-se verificar um aumento no turno da tarde, com valor absoluto de 39,9 e 40,2° C, reflexos dos elevados valores das variáveis ambientais, tais valores estão acima dos limites normais para a espécie, que de acordo com Dukes e Swenson (1996), pode variar de 38,5 a 39,7 °C. Desta forma, pode-se constatar que mesmo ativando seus mecanismos de troca de calor, os animais já estavam em alta condição de estresse térmico, não conseguindo baixar suas respectivas temperaturas ao ponto de normalidade.

Em resposta ao aumento da temperatura retal ocorre aumento da frequência respiratória e dos batimentos cardíacos, tal correlação é fruto das respostas fisiológicas dos animais ao efeito ambiental, onde o organismo busca maneiras de dissipar calor para baixar suas temperaturas e manter-se na zona de termoneutralidade. Através do Gráfico 1, podemos observar a média da temperatura ambiente e UR na atual pesquisa de campo, onde foi possível compreender as principais correlações da temperatura. Pode-se observar que a temperatura ambiente foi superior, em todos os horários do dia, e com isso os resultados

indicam que os caprinos estariam mais adaptados às condições de ambiente em que o experimento foi realizado e estudado, onde os animais estudados conseguiram manter sua temperatura retal.

Batista *et al.* (2015) complementam que os ruminantes interagem como um sistema termodinâmico que, a todo tempo, troca energia com o ambiente, desta forma, os parâmetros climáticos interferem nos parâmetros fisiológicos destes, através da absorção ou troca energética. Oscilações da temperatura ambiente requerem o uso de mecanismos termorregulatórios que impactam o metabolismo energético e geram subsequente impacto no consumo de alimentos e sequencialmente na disponibilidade de nutrientes e no desempenho animal.

Os resultados da TR (39,9 e 40,2° C) estão acima dos valores encontrados por Shinde *et al.* (2002), trabalhando com caprinos em diferentes épocas encontraram valores da temperatura retal no turno da manhã de 38,2° C e no turno da tarde 39,1° C, evidenciando que com o uso das dietas fornecidas para animais nas condições experimentais coloca os animais frente a desafios, em situação de estresse térmico.

As diferentes fontes de volumoso e os diferentes horários de avaliação causaram efeito para a frequência cardíaca dos animais (Tabela 1; P <0,05). Os maiores picos de frequência cardíaca foram observados nos horários de 12:00 e 18:00. Observou-se ainda alta variação entre os horários de observação para os mesmos tratamentos, mostrando que a frequência cardíaca destes animais não segue um padrão linear.

Tabela 1 - Frequência cardíaca criadas em clima quente.

| | 06:00 | 09:00 | 12:00 | 15:00 | 18:00 | 21:00 | 00:00 | 03:00 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| T°C / UR% | 20,3 / 69,5 | 26,6 / 58,5 | 29,3 / 74,5 | 27,6 / 68 | 26,2 / 74,6 | 24,4 / 79,1 | 23,2 / 81,7 | 22,2 / 83 |
| F1 | 64,08 b | 75 ab | 65,4 b | 75,28 a | 83,44 ab | 68,64 b | 70,8 a | 72,08 a |
| F2 | 84,8 a | 74,56 ab | 86,84 a | 75,84 a | 71,68 b | 76,48 ab | 77,36 a | 74,72 a |
| F3 | 68,56 b | 67,48 b | 76,72 ab | 79,52 a | 92,64 a | 71,2 ab | 78,88 a | 77,68 a |
| F4 | 60,28 b | 79,84 b | 80,84 ab | 79,44 a | 79,32 ab | 73,44 ab | 69,04 a | 71,36 a |
| F5 | 71,88 ab | 67,68 b | 92,52 a | 78,96 a | 92,8 a | 86,8 a | 71,04 a | 67,2 a |
| F6 | 69,04 b | 71,72 ab | 92,64 a | 71,52 a | 68,64 b | 86,8 a | 67,04 a | 69,84 a |

F1 – Feno de Tifton (controle), F2 – Feno de Catingueira, F3 – Feno de Marmeleiro, F4 – Feno de Tifton + Feno de Catingueira, F5 – Feno de Tifton + Feno de Marmeleiro e F6 – Feno de Tifton + Feno de Catingueira + Feno de Marmeleiro. Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si (P < 0,05). Fonte: Autoria própria.

Observou-se efeito entre as fontes de volumosos estudadas. Dietas formuladas com feno de Tifton + feno de Marmeleiro apresentaram a maior média para a frequência cardíaca, com média de 78,61 entre os horários de observação. Observou-se ainda que as maiores frequências cardíacas foram registradas nos horários das 12:00 e 18:00. Tais resultados são fruto da maior incidência solar pela manhã que acaba e aumentando a temperatura que acaba acumulando-se, e obrigando o animal a dissipar calor como anteriormente discutido.

Estudando o uso do feno de catingueira (*Caesalpinia Pyramidalis Tul*) e mandacaru (*Cereus Jamacaru*) na alimentação de ovinos, Bisneto (2015) não observou efeito das fontes de volumoso. Entretanto, no estudo do autor as médias para a frequência cardíaca dos animais alimentados com de Catingueira ficaram entre 81,8 e 69,6 bat/min com média de 74,95

bat/min. Tais resultados próximos dos obtidos na presente pesquisa quando utilizou-se o feno de Catingueira e observou-se frequências de 77,75 (F2), 77,69 (F4) e 74,65 (F6).

Pode-se observar na literatura uma alta variação nos resultados de frequência cardíaca dos caprinos, onde nota-se uma alta variação até mesmo entre a mesma raça. Tais variações são fruto principalmente dos fatores climáticos onde os animais são mantidos. Segundo Souza *et al.* (2005) a FC é influenciada pela espécie, raça, idade, trabalho muscular e temperatura ambiente, e a ingestão de grandes quantidades de alimento causa um aumento considerável na FC, além disso, a ruminação altera em 3% esta variável fisiológica. Desta forma, como as dietas fornecidas eram isoproteicas e isoenergéticas pode-se atrelar as diferenças nos resultados para a frequência cardíaca ao consumo dos animais, que por sua vez, pode ter sido influenciado pelas alterações na composição das dietas, sendo influenciada pela fonte de volumoso utilizado.

Observa-se que a FR oscilou no decorrer dos horários de avaliação, ficando mais elevada a partir das 9 h, (52,96 mov.min⁻¹) atingindo valores máximos às 12 h (70,08 mov.min⁻¹) (Tabela 2), diminuindo até o ponto de menor valor às 06:00 (17,04 mov.min⁻¹). Caprinos expostos ao calor fazem uso de mecanismos respiratórios para aumentar sua tolerância ao estresse calórico, apresentando desta forma, ampla variação individual (Naga et al. 2021), como observado na Tabela 2 onde é possível observar que com as TA de 29,3 e 27,6° C (12:00 e 15:00) foram observados as maiores frequências respiratórias, estando acima da temperatura de conforto para caprinos de acordo com a classificação de Baêta e Souza (1997).

Tabela 2 – Frequência respiratória de cabras criadas em clima quente.

| | 06:00 | 09:00 | 12:00 | 15:00 | 18:00 | 21:00 | 23:59 | 03:00 |
|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------------|----------|
| T°C / UR% | 20,3 /69,5 | 26,6/58,5 | 29,3/74,5 | 27,6 / 68 | 26,2 / 74,6 | 24,4/ 79,1 | 23,2 / 81,7 | 22,2 /83 |
| F1 | 27.24 ab | 52.96 a | 70.08 a | 60.72 a | 27.76 b | 23.00 ab | 18.44 b | 16.36 a |
| F2 | 29.040 a | 42.0 ab | 69.44 a | 28.00 c | 26.72 b | 23.52 a | 18.96 b | 16.64 a |
| F3 | 17.04 c | 36.88 bc | 61.92 a | 44.96 ab | 20.0 b | 18.40 b | 19.04 b | 19.28 a |
| F4 | 20.76 c | 44.96 ab | 54.08 a | 56.40 ab | 37.28 a | 20.24 ab | 20.32 ab | 19.12 a |
| F5 | 22.24 bc | 24.0 c | 60.16 a | 40.36 bc | 36.84 a | 23.44 ab | 22.00 ab | 17.28 a |
| F6 | 19.84 c | 31.04 bc | 58.64 a | 60.84 a | 23.76 b | 25.28 a | 23.68 a | 19.28 a |

Onde: F1 – Feno de Tifton (controle), F2 – Feno de Catingueira, F3 – Feno de Marmeleiro, F4 – Feno de Tifton + Feno de Catingueira, F5 – Feno de Tifton + Feno de Marmeleiro e F6 – Feno de Tifton + Feno de Catingueira + Feno de Marmeleiro. Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si (P< 0,05). Fonte: Autoria própria.

Além do efeito entre os tratamentos (P<0,05), observou-se alta variação entre os horários de avaliação, onde mesmo em condições semelhantes, em determinados momentos os batimentos encontrados mais que dobravam entre as dietas estudadas, como no caso da observação das 15:00 em que foram obtidas 60,84 mov. min⁻¹ para o grupo F1 e 28,00 mov. min⁻¹ para o F2. O grupo F1 apresentou os maiores resultados, apresentando variação entre 16,36 e 70,08 e média de 37,17 mov. min⁻¹. Já o grupo F3 apresentou média de 29,69, com variações entre 61,69 e 17,04 mov. min⁻¹.

Obtendo resultados semelhantes ao da presente pesquisa, Bisneto (2015) observou que ovinos alimentados com feno de Catingueira apresentam frequência respiratória entre 29,2 e 23,2, com média de 26,7. Os autores destacam que os

animais apresentaram frequência padrão para a espécie, enquadrando em uma situação de saúde e longe de estresse térmico. Esses resultados estão acima dos obtidos na presente pesquisa quando se utilizou o feno de catingueira na alimentação dos animais, seja sendo a única fonte de volumoso (F2= 31,79 mov. min⁻¹), ou com as combinações (F4= 34,14, mov. min⁻¹; F6= 32,79 mov. min⁻¹). Mostrando que além do efeito da alimentação tem-se o efeito dos dados climáticos de onde os animais são mantidos.

Conforme a Tabela 2, observou-se que todas as medidas ficaram acima do preconizado por Lima *et al.* (2022) que relata que em uma zona termoneutra, a frequência respiratória de uma cabra varia entre 15 e 30 respirações/minuto. Estando bem abaixo dos obtidos em nossa pesquisa, que variaram entre 16,36 e 70,08 mov.min⁻¹ (Tabela 2). Os autores destacam que em situações onde o animal é criado em regiões de clima quente como regiões áridas e semiáridas a plasticidade fenotípica, ou seja, a eficiência do organismo em regular as respostas termorregulatórias regulares ao longo do dia, não pode ser tida para caprinos mantidos nessas situações, para esse para esses animais nessas condições térmicas pode ser compreendido como a eficiência de perda de calor pelas mudanças morfofisiológicas apresentadas pelos animais que foram adquiridas através da seleção natural que possibilitem a troca de calor de maneira eficiente e sem perdas no desempenho e produção.

Reece (2017) destaca que o sangue circulante na pele é um importante meio de distribuição do calor corporal, onde o animal pode diminuir o calor pelo sangue quando este é levado à superfície da pele e exposto a um ambiente quente, resultando na troca de calor para o ambiente. Os resultados hematológicos observados durante o estudo (Tabela 3) não apresentaram significância a 5% pelo teste de turkey. Verificou-se efeito para a maioria dos parâmetros avaliados, demonstrando que tais avaliações são eficientes para estudar como o estresse calórico interfere na saúde desses animais.

Tabela 3 – Efeito de diferentes fontes de volumoso na dieta de cabras criadas em clima quente.

| Parâmetros | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | Valores de referência |
|------------------------------------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|
| Hemácias (x 106 /mm ³) | 8,22 a | 8,19 a | 8,18 a | 7,98 a | 8,01 a | 7,99 a | 8,0 -18 |
| Hematócritos (%) | 29,00 a | 24,72 b | 25,76 ab | 25,92 ab | 24,91 b | 25,93 ab | 19-38 |
| Hemoglobina (pg) | 9,63 a | 8,48 a | 8,56 a | 8,16 a | 8,69 a | 9,01 a | 8,00-14 |
| Leucócitos (/mm ³) | 11,47 a | 10,26 a | 9,60 a | 8,92 a | 10,63 a | 10,69 a | 4,00-13 |
| Segmentados (/μL) | 40,44 a | 34,04 b | 35,72 ab | 35,20 b | 36,57 ab | 36,96 ab | 30-48 |
| Linfócitos (/mm ³) | 57,92 ab | 64,48 a | 69,96 a | 59,84 ab | 58,69 ab | 59,01 ab | 2.000-9.000 |
| Monócitos (/mm ³) | 1,68 a | 0,92 ab | 0,68 b | 0,48 b | 0,51 b | 0,61 b | 0-550 |
| Bastonetes (/μL) | 0,24 b | 0,96 a | 0,64 ab | 0,48 ab | 0,52 ab | 0,55 ab | 0-120 |

Onde: F1 – Feno de Tifton (controle), F2 – Feno de Catingueira, F3 – Feno de Marmeleiro, F4 – Feno de Tifton + Feno de Catingueira, F5 – Feno de Tifton + Feno de Marmeleiro e F6 – Feno de Tifton + Feno de Catingueira + Feno de Marmeleiro. Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si (P< 0,05). Fonte: Autoria própria.

Para o hematócrito, foi verificado na presente pesquisa um efeito das fontes de fibra (p<,0,05), uma variação de 24,72% (F2) a 29% (F1), estando esses valores dentro dos padrões de normalidade, Bezerra *et al.* (2008), verificaram uma média de 27%, para o hematócrito de cabras adultas SRD. Em trabalho realizado com caprinos exóticos e nativos no semiárido paraibano, Silva *et al.* (2008) verificaram uma variação para o hematócrito de 23,20% a 30,20%, todos dentro dos limites encontrados no presente estudo. De acordo com Swenson e Reece (1996), com o aumento da temperatura ambiente, o animal perde líquido através da pele e do aparelho respiratório o que contribui para a redução do volume plasmático, levando a um aumento na concentração do hematócrito.

A média de hemoglobina nesse estudo foi de 8,82 g/dl, sendo um valor baixo quando comparados aos valores encontrados por Bezerra *et al.* (2008) que foi de 9,0 g/dl, o que confirma a ausência de um estresse severo, pois de acordo com

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

Os valores de linfócitos observados estão de acordo com Bezerra *et al.* (2008) e Duarte *et al.* (2009). Os resultados ainda equiparam-se aos de Souza *et al.* (2006) que demonstraram média linfocitária de 5780 ± 1600 (cél./mm³) para cabras Saanen adultas.

Os parâmetros hematológicos de cabras criadas em clima tropical, podem ser alterados pelas variáveis climáticas, onde, níveis de leucócitos totais, hematócrito e número de hemácias podem variar, durante as diferentes estações do ano (Souza *et al.* 2015). No estudo do autor foi avaliado o perfil hematológico de cabras mestiças na época seca, notou-se que a contagem de leucócitos apresentou média de 11904 (células mm³) no período chuvoso e 14900 (células mm³) no período seco para os animais mestiços. Já a contagem de linfócitos apresentou médias de 7136 (células mm³) e 8590 (células mm³) nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. Os autores relatam que provavelmente de ajustes fisiológicos impostos pelo impacto das condições climáticas locais são os responsáveis por tais alterações.

Não foram observados efeito das dietas para os valores de hemácias ($P > 0,05$). Já a mensuração de hematócritos apresentou efeito dentre as fontes de volumoso estudadas ($P < 0,05$), apresentando máxima concentração nos animais alimentados com o tratamento controle (F1) com 29,00% e mínimo quando os animais foram alimentados com o feno de Catingueira 24,72%. Swenson e Reece (1996) relataram que com o aumento da temperatura ambiente o animal perde líquido através do aparelho respiratório o que contribui para a redução do volume plasmático, levando a um aumento na concentração do hematócrito. Desta forma- o efeito das diferenças nas concentrações podem ser fruto do consumo da ração e da temperatura, que também interagem entre si.

O valor das hemácias nessa avaliação foram de 7,98 a 8,22 (10⁶ mm³), as médias dos valores de hemácias desse estudo foram abaixo dos valores encontrados por Iriadam (2007), que trabalhando com cabras registraram valores de 16,50 a 21,50 x 10⁶ /mm³. Já Bezerra *et al.* (2008), estudando o perfil hematológico de caprinos leiteiros clinicamente sadios no cariri paraibano, encontrou uma média de hemácias de 14,48 (10⁶ mm³), sendo esta média também superior à desse estudo. De acordo com Swenson e Reece (1996) quanto maior o número de eritrócitos, maior a capacidade de oxigenação dos tecidos através da oximioglobina, já que durante a passagem dos eritrócitos pelos capilares pulmonares a hemoglobina combinasse com o oxigênio formando a oximioglobina, que ao atravessar os capilares sistêmicos, perde seu oxigênio para os tecidos.

4. Conclusão

A temperatura retal não apresentou efeito significativo, mas manteve-se acima da faixa considerada normal para a espécie. Já as frequências respiratórias e cardíacas foram superiores ao considerado normal para condições saudáveis, apresentando ainda influência da dieta.

As mensurações de segmentados, linfócitos, monócitos e bastonetes foram apresentaram diferença significativa de acordo com as dietas, mas de acordo com os padrões da espécie. Desta forma, pode-se concluir que os parâmetros observados sofreram mais influência do clima, do que da fonte de volumoso, podendo-se utilizar todas as dietas avaliadas.

São necessários novos estudos que avaliem de forma mais profunda o impacto das condições impostas pelo clima quente na saúde dos ruminantes, aliando de maneira conjunta ainda o impacto de tais alterações na produtividade animal.

Referências

- Baêta, F. C., & Fátima Souza, C. (1997). *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. UFV, v.2
- Batista, J. N., Borges, L. D., Lima, L. A., & Silva, E. M. N. (2015). Termorregulação em ruminantes. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 11(2), 39-46. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v11i2.674>

- Bezerra, L. R., Ferreira, A. F., Camboim, E. K. A., Justiniano, S. V., Machado, P. C. R., & Gomes, B. B. (2008). Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no Cariri paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*, 32, 955-960. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000300037>
- Birgel, E. H. (1982). Hematologia clínica veterinária. Patologia clínica veterinária.
- Bisneto, C. D. C. (2015). Feno de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul) e Mandacaru (*Cereus jamacaru*) na alimentação de ovinos. (Dissertação). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Brasil.
- Duarte, A. L. L., Cattelan, J. W., Araújo, M. G., Cattelan, R. J. G., & Vicente, W. R. R. (2009). Hemograma e bioquímica sanguínea de caprinos submetidos à biópsia hepática com agulha tru-cut guiada por videolaparoscopia. *Ars Veterinaria*, 25(2), 047-053.
- Dukes, H. H., & Swenson, H. J. (1996). *Fisiologia dos animais domésticos*. (11) 856. Guanabara Koogan.
- Iriadam, M. (2007). Variation in certain hematological and biochemical parameters during the peri-partum period in Kilis does. *Small Ruminant Research*, 73(1-3), 54-57.
- Kinne, M. (2002). Breaching heat stress comfort zones. <http://kinne.net/heatstrs.htm>
- Lima, A. R. C., Silveira, R. M. F., Castro, M. S. M., Vecchi, L. B., Fernandes, M. H. M. R., & Resende, K. T. (2022). Relationship between thermal environment, thermoregulatory responses and energy metabolism in goats: A comprehensive review. *Journal of Thermal Biology*, 109. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103324>
- Marques, J. I., Neto, J. P. L., Nascimento, J. W. B., Talieri, I. C., Medeiros, G. R., & Furtado, D. A. (2018). Pupillary dilation as a thermal stress indicator in boer crossbred goats maintained in a climate chamber. *Small Ruminant Research*, 158, 26-29. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.11.013>
- Naga, A. A., Khalek, T. A., Osman, M., Elbeltagy, A. R., Abdel-Aal, E. S., Abou-Ammo, F. F., & El-Shafie, M. H. (2021). Physiological and genetic adaptation of desert sheep and goats to heat stress in the arid areas of Egypt. *Small Ruminant Research*, 203. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106499>
- National Research Council. (1985). *Nutrient requirements of sheep* (5). The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11654>
- Reece, W. O. (2017). 'Dukes' Fisiologia dos Animais Domésticos. Guanabara Koogan Ltda. Rio de Janeiro, Brasil.
- Shinde, A. K., Bhatta, R., Sankhyan, S. K., & Verma, D. L. (2002). Effect of season on thermoregulatory responses and energy expenditure of goats on semi-arid range in India. *The Journal of Agricultural Science*, 139(1), 87-93. <https://doi.org/10.1017/S0021859602002228>
- Silva, A. R. (2010). Metodologia da pesquisa aplicada à contabilidade: orientações de estudos, projetos, artigos, relatórios, monografias, dissertações, teses. São Paulo, Brasil. Atlas.
- Silva, E. M. N. D., Souza, B. B. D., Silva, G. D. A., César, M. F., Freitas, M. M. S., & Benício, T. M. A. (2008). Avaliação hematológica de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*, (32), 561-566. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000200033>
- Silva, F. D. A. S., & Azevedo, C. A. V. (2009). Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Assistance. In *7th World Congress on Computers in Agriculture Conference Proceedings*, Reno, Nevada.
- Silva, G. D. A., Souza, B. B. D., Peña Alfaro, C. E., Azevedo Neto, J., Azevedo, S. A., Silva, E. M. N. D., & Silva, R. M. N. D. (2006). Influência da dieta com diferentes níveis de lipídeo e proteína na resposta fisiológica e hematológica de reprodutores caprinos sob estresse térmico. *Ciência e Agrotecnologia*, (30), 154-161. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000100022>
- Souza, E. D. D., Souza, B. B. D., Souza, W. H. D., Cezar, M. F., Santos, J. R. S. D., & Tavares, G. D. P. (2005). Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. *Ciência e Agrotecnologia*, (29), 177-184. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000100022>
- Souza, B. B., Batista, J. N., Borges, L. D., Lima, L. A., & da Silva, E. M. N. (2015). Termorregulação em ruminantes. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 11(2), 39-46. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v11i2.674>
- Souza, P. T., Salles, M. G. F., Costa, A. N. L., Carneiro, H. A., Souza, L. P., Rocha, D. R., & Araújo, A. A. (2015). Perfil hematológico de cabras Saanen e mestiças (1/2 Saanen e 1/2 Anglo-nubiana) criadas em clima tropical do Ceará. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, (35), 99-104. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015000100019>
- Swenson, M. J., & Reece, W. O. (1996). Propriedades fisiológicas e constituintes químicos e celulares do sangue. *Dukes fisiologia dos animais domésticos*, (11) 19-43. Rio de Janeiro, Brasil.
- Turco, S. H. N., Araujo, G.G. L., & Bade, P.L. (2004). Respostas fisiológicas de caprinos e ovinos em confinamento a céu aberto, nas condições climáticas do semiárido nordestino. In: *Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia*, (41). Campo Grande, Brasil.
- Vieira, M. M. M., Furtado, F. M. V., Cândido, M. J. D., Barbosa Filho, J. A. D., Cavalcante, A. C. R., Magalhães, J. A., & Lucena Costa, N. (2016). Aspectos fisiológicos e bioclimáticos de caprinos nas regiões semiáridas. *PubVet*, (10), 356-447. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n5.356-369>