



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E SAÚDE ANIMAL

Luanna Figueirêdo Batista

Características adaptativas, fisiológicas e reprodutivas de ovinos do grupo genético Soinga no semiárido brasileiro

Patos/PB  
2022

Luanna Figueirêdo Batista

Características adaptativas, fisiológicas e reprodutivas de ovinos do grupo genético Soinga no semiárido brasileiro

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Ciência e Saúde Animal.

Orientador: Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza

Coorientador: Prof. Dr. Valdir Moraes de Almeida

Patos/PB  
2022

B333c

Batista, Luanna Figueirêdo.

Características adaptativas, fisiológicas e reprodutivas de ovinos do grupo genético Soinga no semiárido brasileiro / Luanna Figueirêdo Batista. – Patos, 2022.

86 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Ciência e Saúde Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2022.

"Orientação: Prof. Dr. Bonifácio Benicio de Souza, Prof. Dr. Valdir Morais de Almeida".

Referências.

1. Ovinos – Características Adaptativas – Fisiológicas e Reprodutivas. 2. Parâmetros Fisiológicos – Pequenos Ruminantes. 3. Biotecnologias. 4. Ovinos – Grupo Genético SOINGA – Adaptação – Semiárido Nordeste. 5. Bem-estar Animal. 6. Hormônios. 7. Sazonalidade. I. Souza, Bonifácio Benicio de. II. Almeida, Valdir Morais de. III. Título.

CDU 636.32/.38 (043)

Externo



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
POS-GRADUACAO EM CIENCIA E SAUDE ANIMAL  
Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

**FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES****LUANNA FIGUEIRÊDO BATISTA****CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS, FISIOLÓGICAS E REPRODUTIVAS DE OVINOS DO GRUPO GENÉTICO SOINGA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal como pré-requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência e Saúde Animal.

Aprovada em: 26/08/2022

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Bonifácio Benicio de Souza (Orientador - PPGCSA/UFCG)  
Prof. Dr. Antônio Fernando de Melo Vaz (Examinador Interno - PPGCSA/UFCG)  
Prof. Dr. Carlos Enrique Peña-Alfaro (Examinador Externo - UFCG)  
Prof. Dr. Renato Mesquita Peixoto (Examinador Externo - UNIVS)  
Prof. Dr. Gustavo de Assis Silva (Examinador Externo - UNIFIP)

**OBSERVAÇÕES:**

- 1 - Por não possuir cadastro como usuário externo no SEI, o examinador Renato Mesquita Peixoto receberá cópia do presente documento e dará ciência e aprovação dos termos por e-mail.
- 2 - Os examinadores internos signatários certificam que o examinador externo acima identificado participou da defesa da tese e tomou conhecimento do teor deste documento.



Documento assinado eletronicamente por **BONIFACIO BENICIO DE SOUZA, PROFESSOR 3 GRAU**, em 29/08/2022, às 07:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS ENRIQUE PENA ALFARO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 29/08/2022, às 11:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **GUSTAVO DE ASSIS SILVA, Usuário Externo**, em 29/08/2022, às 14:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **ANTONIO FERNANDO DE MELO VAZ, COORDENADOR(A)**, em 30/08/2022, às 07:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **2628552** e o código CRC **C34CB137**.

---

**Referência:** Processo nº 23096.044760/2022-26

SEI nº 2628552

A Deus, por ser essencial na minha vida. Sem ele nada teria acontecido; Aos meus avós José Batista Primo (in memorian), Maria de Dora de Araújo (in memorian) e Manoel Figueirêdo (in memorian) por tudo que fez por mim; Aos meus pais, Luzia e Nacizo, por serem a base de minha vida; Aos animais, que me ensinam todos os dias o valor do amor incondicional.

Dedico

“Sejam fortes e corajosos. Não tenham medo nem fiquem apavorados por causa delas, pois o Senhor, o seu Deus, vai com vocês; nunca os deixará, nunca os abandonará”.

Deuteronômio 31:6

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ser um ser meu apoio em todos os momentos na minha vida, por ser bondoso e generoso, por ter me dado o dom da vida e com ela a saúde e coragem para lutar pelos meus sonhos, nos dias difíceis que passe. Agradeço também pelas pessoas que o Senhor colocou em meu caminho, por tudo que já passei e por conseguir chegar até aqui.

Aos meus pais, Luzia Figueirêdo da Silva Batista e Nacizo Batista Primo, meus verdadeiros amigos, companheiros e confidentes, que nos momentos de dificuldades me disseram palavras que me fortaleceram e ajudaram a enfrentar tudo, vocês se doaram por inteiro e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, eu pudesse realizar o meu. Por todo amor, carinho e confiança depositado em mim. Sem vocês nada disso teria acontecido, serei eternamente grata por tudo, amo vocês. Ao meu irmão Luan José Figueirêdo Batista, por ser essa pessoa companheira, pela confiança, carinho e conselhos que me deu nos momentos que mais precisei.

Aos meus avós paternos Maria de Dora Araújo e José Batista Primo (in memorian) que são meus segundos pais, pela criação, pelo amor, pelo carinho, por todos esses anos de dedicação e confiança. Meu amor por vocês é eterno, sua filha neta. Aos meus avós maternos Rosa Laurindo da Silva e Manoel Figueirêdo da Silva (in memorian), por todo amor, carinho e confiança que depositaram em mim. Aos meus tios, primos e familiares que sempre acreditaram em mim e na realização deste sonho, que sempre me deram força e mostraram que a família é a maior riqueza que existe no mundo, pelo carinho, compreensão, enfim, por tudo, amor todos vocês.

Ao meu querido orientador Prof. Dr. Bonifácio Benicio de Souza, pela orientação ao longo desses anos, por ser um ser humano tão compreensivo e de um coração gigante, pela disponibilidade de tempo, pelos ensinamentos, oportunidade, paciência, pela confiança depositada, não só para o desenvolvimento deste trabalho, mas também aos outros que são essenciais na minha carreira, sempre me mostrando exemplo de competência e profissionalidade. Por toda dedicação e incentivo, obrigada professor.

Ao meu querido coorientador Prof. Dr. Valdir Morais de Almeida por ter me aceitado orientar ainda mesmo sem me conhecer direito, por todos os meses de dedicação e ensinamentos, obrigada por sempre ser essa pessoa compreensiva e está disposto a resolver os problemas que apareceram durante a execução do experimento.



Ao Senhor Eduardo Patriota, que abriu as postas da sua fazenda para que essa pesquisa fosse realizada, por toda disponibilidade e atenção, sempre muito educado e gentil, e sempre muito solícito com todos da equipe, meu eterno agradecimento.

Ao Professor Antônio Fernando Vaz, que desde o início desse trabalho foi fundamental para a realização e conclusão do mesmo, por ser um ótimo professor, com o coração gigante e uma paciência sem fim, e por ser esse ser humano que sempre ajuda ao próximo.

Ao professor Carlos Pena, por ser essa pessoa tão gentil, sempre com um sorriso no rosto e com um coração lindo, obrigada por sempre me ajudar, o senhor foi muito importante nesse para realização desse sonho.

Ao Professor Renano Mesquita, foi muito importante para realização desse sonho, obrigada por todas reuniões e dedicação, em meio ao curto tempo, sempre esteve ali para me auxiliar no que fosse preciso.

Ao grupo NUBS, aos que não se encontram mais no grupo, mas que me ajudaram e me incentivaram. Aos que fizeram possível a realização desse trabalho, em especial Maycon e Gabriel, que me acompanharam durante quase todo o experimento, por toda disponibilidade de tempo, dedicação, pelas palavras, pelos momentos de alegria, vocês sabem que foram fundamentais na realização desse sonho. Obrigado por me ajudar até hoje e nas horas que mais precisei, obrigada por tudo.

Aos meus amigos de longas datas, Sely, Rejane, Werton, Djailma, Vinicius, Juliano, que sempre estiveram comigo e me acompanharam até hoje, independente da distância. Sempre ouviram os meus desabafos, aturaram os meus estresses, minhas raivas, minhas tristezas, por todos os momentos bons que passamos juntos, por me mostrarem que existem anjos na terra disfarçados de amigos e por me deixarem fazer parte da vida de cada um, vocês são minha segunda família.

Às minhas amigas Évylla, Juliana, Nágela, Carol, Suzana, obrigada por tudo durante essa caminhada tão importante nas nossas vidas, dividimos sonhos, casa, comida, raivas, alegrias, trabalhos, momentos tão importantes, que jamais esquecerei todos os esforços, essa vitória também devo a cada, amo vocês. Obrigado ainda pela ajuda quando mais precisei, pela mão de obra que não foi pouca, deixando suas obrigações de lado para fazer a minha, pelas palavras de incentivo, pelas correções feitas, tudo foi para o meu melhor, obrigado.

Aos amigos que Patos me presenteou Laysa e Sóstenes. Passamos tantos momentos bons e ruins juntos, todos serviram para o fortalecimento da nossa amizade. Saber que cada um sempre esteve comigo, estando perto ou longe e sempre me ajudado da mesma forma, só aumenta minha admiração e carinho por cada um, por mais que a distância vá nos separar,

sempre iremos estar juntos pelo elo de afeto e carinho que existe em nossos corações. obrigada pela ajuda de todos, essa conquista foi com a ajuda de cada um, amo vocês

Aos colegas do doutorado, pelos quais tenho enorme admiração e carinho. Por todos os momentos bons e ruins que passamos juntos. Todos serviram como aprendizado e sempre vou lembra-me do quanto vocês foram importantes na minha vida.

A todos os professores da UAMV que fizeram parte da minha formação acadêmica e pessoal, pois vocês são a chave do meu sucesso. Por todo o conhecimento passado, pelas horas de correção de provas e trabalhos, pelas palavras amigas sempre nos momentos certos, pelo carinho e paciência. A todos os funcionários da UAMV e do Hospital Veterinário, pois sempre que precisei estiveram para ajudar no que fosse. Saibam que suas funções são essenciais na vida dos estudantes, sempre vou lembrar o sorriso e palavra amiga de cada um, em especial Adalberto e Jimmy.

Aos animais que atendi nesses últimos anos, que me ajudaram a me tornar uma profissional, sempre procurando entender suas dores. Em especial aos meus animais de estimação, Rebeca, Keity e Maria Joaquina, que foram meus primeiros pacientes e que sempre estiveram do meu lado.

A todos que de forma direta ou indireta ajudaram nessa caminhada.

Meu eterno agradecimento!

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO I: .....</b>	<b>23</b>
<b>Perfil adaptativo de ovinos do grupo genético Soinga avaliado através das variáveis fisiológicas e bioquímicas .....</b>	<b>23</b>
<b>ABSTRACT: .....</b>	<b>24</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1 Comitê de ética.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2 Local.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2 Animais e manejo.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3 Variáveis ambientais .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4 Variáveis fisiológicas .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5 Avaliação dos parâmetros metabólicos.....</b>	<b>27</b>
<b>2.6 Análise estatística.....</b>	<b>28</b>
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO II:.....</b>	<b>44</b>
<b>Avaliação hormonal e de parâmetros espermáticos de sêmen fresco de ovinos do grupo genético Soinga em distintos períodos no semiárido brasileiro .....</b>	<b>44</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>46</b>
<b>1 INTRODUCTION .....</b>	<b>47</b>
<b>2 MATERIALS AND METHODS .....</b>	<b>48</b>
<b>2.1 Ethical considerations .....</b>	<b>48</b>
<b>2.2 Location, animals and experimental design .....</b>	<b>48</b>
<b>2.3 Data collect .....</b>	<b>49</b>
<b>2.3.1 Environmental variables .....</b>	<b>49</b>
<b>2.3.2 Physiological variables .....</b>	<b>49</b>
<b>2.3.3 Dosage of triiodothyronine (T3), thyroxine (T4), testosterone and cortisol hormones .....</b>	<b>49</b>

2.3.4 Andrological assessment .....	50
2.3.5 Semen collection.....	50
2.3.6 Evaluation of sperm characteristics.....	50
2.4 Statistical analyses .....	51
3 RESULTS .....	51
4 DISCUSSION.....	52
5 CONCLUSION .....	55
<b>CAPÍTULO III:</b> .....	<b>67</b>
<b>Características do sêmen de ovinos do grupo genético Soinga pós-congelação nos períodos chuvoso e seco no semiárido nordestino brasileiro .....</b>	<b>67</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>69</b>
<b>1 INTRODUCTION .....</b>	<b>70</b>
<b>2 MATERIAL AND METHODS .....</b>	<b>71</b>
<i>2.1 Ethical considerations .....</i>	<i>71</i>
<i>2.2 Location, animals and experimental desing .....</i>	<i>71</i>
<i>2.3 Collection, evaluation and cryopreservation of semen .....</i>	<i>71</i>
<i>2.4 Thawing and semen analysis.....</i>	<i>72</i>
<i>2.5 Statistical analysis.....</i>	<i>73</i>
<b>3 RESULTS .....</b>	<b>73</b>
<b>4 DISCUSSION.....</b>	<b>74</b>
<b>5 CONCLUSION .....</b>	<b>76</b>
<b>CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>86</b>

## RESUMO

Objetivou-se avaliar as características adaptativas e reprodutivas do grupo genético Soinga em épocas chuvosa e seca. Essa Tese é composta de três capítulos. O primeiro é um estudo das Perfil adaptativo de ovinos do grupo genético Soinga avaliado através das variáveis fisiológicas e bioquímicas. O segundo trata-se de um estudo da avaliação hormonal e de parâmetros espermáticos de sêmen fresco de ovinos do grupo genético Soinga em distintos períodos no semiárido brasileiro. O terceiro é um estudo das características do sêmen de ovinos do grupo genético Soinga pós-congelação nos períodos chuvoso e seco no semiárido nordestino brasileiro. Oito carneiros do grupo genético Soinga sexualmente maduros com um bom histórico de fertilidade foram usados. O peso vivo médio  $42 \pm 5$  kg e idade entre um  $\pm$  dois anos, submetidos a sistema de produção semi-intensivo com água *ad libitum*. O experimento foi realizado em duas épocas do ano, chuvosa (maio e junho) e seca (setembro e outubro) na Fazenda Soledade, localizada no município de Ielmo Marinho, Rio Grande do Norte, Brasil. Foram registrados dados climatológicos, assim como frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal, temperatura superficial, parâmetros metabólicos, parâmetros hormonais, perímetro escrotal, avaliação do sêmen fresco e pós-congelamento. A estação seca e o turno da tarde influenciaram as médias da frequência respiratória, temperatura retal e temperatura superficial, sendo maiores quando comparadas à estação chuvosa e ao turno da manhã. Perímetro escrotal, comprimento do testículo direito e comprimento do testículo esquerdo não diferiram, independentemente da época ou turno. Entre os parâmetros seminais, apenas defeitos menores apresentou diferença significativa entre os momentos, o início da época seca foi superior ao início da época chuvosa. Não houve diferença entre os espermatozoides pós-descongelados quanto a integridade da membrana plasmática, alto potencial de membrana mitocondrial e integridade da membrana acrossomal dos ovinos Soinga em diferentes momentos. Os ovinos do grupo genético Soinga foram capazes de manter a homeotermia em condições climáticas do semiárido nas diferentes épocas do ano (chuvosa e seca). Apesar de terem ocorrido alterações nos parâmetros do perfil bioquímico, a maior parte desses parâmetros permaneceu dentro dos padrões preconizados para a espécie, confirmando a adaptabilidade fisiológica desse grupo genético às condições do semiárido brasileiro. Na resposta hormonal, não apresentaram grandes variações durante as duas épocas, exceto em relação a testosterona que se mostrou elevada na estação seca. Todavia, a qualidade seminal permaneceu dentro da normalidade para espécie ao longo dos períodos avaliados, considerada satisfatória para a atividade reprodutiva. Na avaliação do sêmen descongelado, não apresentaram diferenças entre épocas na qualidade seminal pós-descongelamento explorados em ambiente tropical.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pequenos ruminantes; hormônios; sazonalidade; parâmetros fisiológicos.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the adaptive and reproductive characteristics of the Soinga genetic group in rainy and dry seasons. This thesis consists of three chapters. The first is a study of the adaptive profile of sheep of the Soinga genetic group evaluated through physiological and biochemical variables. The second is a study of the hormonal evaluation and sperm parameters of fresh semen of sheep of the genetic group Soinga in different periods in the Brazilian semiarid region. The third is a study of the semen characteristics of sheep of the genetic group Soinga post-freezing in the rainy and dry seasons in the semi-arid northeast of Brazil. Eight sexually mature Soinga rams with a good history of fertility were used. Mean live weight  $42 \pm 5$  kg and age between one  $\pm$  two years, submitted to a semi-intensive production system with water ad libitum. The experiment was carried out in two seasons, rainy (May and June) and dry (September and October) at Fazenda Soledade, located in the municipality of Ielmo Marinho, Rio Grande do Norte, Brazil. Climatological data were recorded as well as respiratory rate, heart rate, rectal temperature, surface temperature, metabolic parameters, hormonal parameters, scrotal circumference, evaluation of fresh and post-freezing semen. The dry season and the afternoon shift influenced the means of respiratory rate, rectal temperature and surface temperature, being higher when compared to the rainy season and the morning shift. Scrotal circumference, right testis length and left testis length did not differ, regardless of season or shift. Among the seminal parameters, only minor defects showed a significant difference between the moments, the beginning of the dry season was superior to the beginning of the rainy season. There was no difference between post-thawed spermatozoa regarding plasma membrane integrity, high mitochondrial membrane potential and acrosomal membrane integrity of Soinga sheep at different times. Sheep of the Soinga genetic group were able to maintain homeothermy in semi-arid climatic conditions at different times of the year (rainy and dry). Although there were changes in the parameters of the biochemical profile, most of these parameters remained within the standards recommended for the species, confirming the physiological adaptability of this genetic group to the conditions of the Brazilian semiarid region. In the hormonal response, they did not show great variations during the two seasons, except for testosterone, which was high in the dry season. However, the seminal quality remained within the normal range for the species throughout the evaluated periods, considered satisfactory for reproductive activity. In the evaluation of thawed semen, there were no differences between times in post-thawed semen quality explored in a tropical environment.

**KEY-WORDS:** Small ruminants; hormones; seasonality; physiological parameters.

**LISTA DE FIGURAS**

**Páginas**

**Figure 1-** Thermogram demonstrating the location of markers to assess temperature of the ram's testicular surface..... **65**

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

	<b>Páginas</b>
<b>Tabela 1-</b> Composição química dos ingredientes da dieta experimental.....	<b>38</b>
<b>Tabela 2-</b> Proporção dos ingredientes e composição química do concentrado.....	<b>39</b>
<b>Tabela 3-</b> Médias dos dados meteorológicos: Temperatura Ambiente (TA °C), Umidade Relativa (UR%), Temperatura de Globo Negro (TGN), Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) em função das épocas seca e chuvosa.....	<b>40</b>
<b>Tabela 4-</b> Médias dos dados meteorológicos: Temperatura Ambiente (TA °C), Umidade Relativa (UR%), Temperatura de Globo Negro (TGN), Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) em função dos horários.....	<b>41</b>
<b>Tabela 5-</b> Médias dos parâmetros fisiológicos: fisiológicos: frequência cardíaca (FC) frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura superficial média (TS) em função das épocas chuvosa e seca e dos turnos manhã e tarde.....	<b>42</b>
<b>Tabela 6-</b> Médias dos parâmetros metabólicos: colesterol, glicose, albumina (ALB), proteína total (PT), ureia, sódio (Na), potássio (K) e cálcio (Ca) em função das épocas chuvosa e seca.....	<b>43</b>

### CAPÍTULO 2

	<b>Páginas</b>
<b>Table 1-</b> Chemical composition of ingredients used in experimental diets.	<b>59</b>
<b>Table 2-</b> Ingredient proportion and chemical compositions of concentrate.....	<b>60</b>
<b>Table 3-</b> Means of rectal temperature (RT) and testicular surface temperatures (TST) of sheep of the Soinga genetic group at different times and shifts in the Brazilian semiarid region.....	<b>61</b>
<b>Table 4-</b> Means of scrotal circumference (SC) (cm), left testis length - CTE (cm), right testis length - CTD (cm) of sheep of the Soinga genetic group at the beginning and end of the rainy and dry season in the Brazilian semiarid region.....	<b>62</b>



<b>Table 5-</b>	Means of swirl (0-5), motility (%), Vigor (0-5), concentration (10 <sup>9</sup> /mL), major defects (DMa), minor defects (DMe) and total sperm defects (%) of sheep in the group genetic Soinga in the beginning and end of the rainy and dry season in the Brazilian semiarid region.....	<b>63</b>
<b>Table 6-</b>	Means of hormones Triiodothyronine - T3 (ng/mL), Thyroxine - T4 (ng/mL), cortisol (ng/mL) and testosterone (pg/mL) of sheep of the genetic group Soinga at the beginning and end of the rainy and dry season in brazilian semiarid.....	<b>64</b>

### CAPÍTULO 3

	<b>Páginas</b>	
<b>Table 1-</b>	Chemical composition of ingredients used in experimental diets..	<b>81</b>
<b>Table 2-</b>	Ingredient proportion and chemical compositions of concentrate.....	<b>82</b>
<b>Table 3-</b>	Kinetic parameters (CASA) of post-thawed spermatozoa from sheep of the Soinga genetic group at the beginning and end of two distinct seasons in a semiarid region.....	<b>83</b>
<b>Table 4-</b>	Plasma membrane integrity (iMP), mitochondrial membrane potential (PMM), and acrosomal membrane integrity (iAC) of post-thawed sheep spermatozoa of the Soinga genetic group at the beginning and end of two distinct seasons in a semiarid region.....	<b>84</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALH	Amplitude de Deslocamento Lateral da Cabeça
ANOVA	Análise de Variância
BCF	Frequência do Batimento de Flagelo
Bat/min	Batimento por Minuto
CASA	Sistema computadorizado de avaliação espermática
CBRA	Colégio Brasileiro de Reprodução Animal
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CONCEA	Conselho Nacional de Controle de Experimento Animal
CSTR	Centro de Saúde e Tecnologia Rural
CTE	Comprimento do Testículo Esquerdo
CTD	Comprimento do Testículo Direito
CV	Coefficiente de Variação
DBP	Filtros de Excitação Diâmetro Biparietal
DCF	Diacetato de Carboxifluoresceína
DMA	Defeitos Maiores
DMe	Defeitos Menores
FDA	Fibra de Detergente Ácido
FDN	Fibra de Detergente Neutro
FR	Frequência Respiratória
FC	Frequência Cardíaca
iCA	Integridade de Acrossoma
iMP	Integridade de Membrana Plasmática
ITGU	Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade
GGT	Y-glutamyl Transferase
LIN	Linearidade
MA	Máximo
ME	Médio
MI	Mínimo
MM	Matéria Mineral
Mov/min	Movimento por Minuto
MS	Matéria Seca

MP	Motilidade Progressiva
MT	Motilidade Total
PB	Proteína Bruta
PE	Perímetro Escrotal
PI	Iodeto de Propídeo
PMM	Potencial da Membrana Mitocondrial
P1	Colo
P2	Proximal do Testículo
P3	Medial do Testículo
P4	Cauda do Epidídimo
RIA	Radioimunoensai
SAEG	Sistema para Análises Estatísticas
SAS	Statistical Analysis System
STR	Retilinealidade
TA	Temperatura Ambiente
TGN	Temperatura de Globo Negro
TR	Temperatura Retal
TS	Temperatura Superficial
TSTE	Temperatura Superficial Testiculares
TPO	Temperatura do Ponto de Orvalho
T3	Triiodotironina
T4	Tiroxina
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
UR	Umidade Relativa
VAP	Velocidade de Trajeto
VCL	Velocidade Curvilínea
VSL	Velocidade Progressiva
WOB	Índice de Oscilação

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Percentual
<	Menor que
>	Maior que
≤	Menor ou igual que
±	Mais ou menos
-	Menos
°C	Grau Célsius
Cm	Centímetro
g/dL	Gramas por decilitro
H	Hora
Kg	Quilograma
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
mg/dL	Miligramas por decilitro
mg/kg	Miligramas por quilograma
μg/kg	Microgramas por quilograma
mg/kg/h	Miligramas por quilograma por hora
μg/kg/h	Microgramas por quilograma por hora
Min	Minutos
mL	Mililitro
Mm	Milímetros
mmol/L	Milimol por litro
ng/mL	Nanogramas por mililitro
pg/mL	Picogramas por mililitro
S	Segundos

## INTRODUÇÃO GERAL

A ovinocultura é uma prática bastante difundida no Brasil, a criação de ovinos está ligada, principalmente, ao seu poder de adaptação a diferentes climas, alimentação e manejos. Segundo dados do IBGE (2019), o rebanho ovino cresceu 4,1% em comparação ao ano de 2018, totalizando 19,7 milhões de animais e o Nordeste detém 68,5% do total do plantel da espécie ovina.

A maior parte do consumo da carne ovina no país se dá através de importação de países pertencentes ao MERCOSUL, o que acarreta a desvalorização da produção nacional (NUNES, 2017). Os obstáculos na produção animal vêm de uma série de fatores, dentre eles o clima, fator genético, manejo, nutrição e reprodução.

Para os animais de produção, a adaptabilidade é um dos principais fatores para um bom desenvolvimento corpóreo e reprodutivo. Para Oliver (2000) a avaliação de uma determinada espécie ou grupo genético não pode ser baseada apenas no desempenho nutricional, mas também associada à sua adaptabilidade, eficácia reprodutiva e porcentagem de sobrevivência.

A reprodução eficiente dos rebanhos deve ser o objetivo em todos os sistemas de criação, uma vez que o sucesso econômico acontece de sua multiplicação adequada. Existem duas maneiras para se considerar a resposta reprodutiva dos animais eficaz: aspectos unicamente quantitativos, isto é, ampliação numérica dos rebanhos e uma excelente resposta produtiva do rebanho (BICUDO, 2006; ARAÚJO, 2013). Deste modo, em qualquer sistema de produção, é essencial uma avaliação da fertilidade de machos e fêmeas, a escolha de um reprodutor que possui sêmen de qualidade e com características zootécnicas e genéticas desejáveis, o que significa melhoramento no rebanho e assim rápido retorno financeiro (SILVA, 2014).

Dentro dos critérios utilizados para pesquisar indicadores confiáveis do potencial reprodutivo dos animais estão: o comportamento sexual, os parâmetros do sêmen, defeitos morfológicos e análise computadorizada do sêmen (SOUZA et al., 2012). A biotecnologia apresenta grande importância na reprodução animal, com técnicas de criopreservação de sêmen, mostrando resultados benéficos em programas de melhoramento animal, e assim, melhor rendimento do rebanho (WATSON, 2000).

As técnicas de criopreservação do sêmen visam o armazenamento e viabilização de seu uso futuro, pretendendo, dessa forma, estimular o metabolismo espermático e manutenção de suas características por um período de tempo prologando (CELEGHINI, 2005). Esse processo, além de proporcionar sua utilização por um tempo indeterminado (congelado), diminui riscos

e custos com compra e transportes de reprodutores, favorecendo, ainda, uma rápida difusão do material genético para locais distantes (CASTELO; FROTA; SILVA, 2008).

De acordo com Siqueira et al. (2001), nenhum sistema de criação certifica a eficiência produtiva e reprodutiva nas diversas regiões, por isso, deve-se sempre ponderar fatores como as condições climáticas, localização, manejo, disponibilidade de alimentos e a raça a ser utilizada.

Segundo Monteiro et al. (2014), o macho é o principal responsável na seleção do melhoramento genético de um rebanho. Além disso, com a utilização de diferentes raças, dentre elas nativas, torna-se possível ampliar a produção ovina em diferentes ambientes, podendo variar do confinamento ao pasto, em grande ou pequena escala, maior ou menor tecnificação e com produção destinada ao mercado consumidor ou ao consumo familiar, com a finalidade de se obter carne, leite, lã e/ou pele (NASCIMENTO JÚNIOR; CAIERÃO; MORI, 2014).

As características adaptativas dos ovinos possibilitam sua exploração em diversos sistemas de criação, variando dos mais extensivos aos mais intensivos, com tudo, podem ocorrer variações no desempenho produtivo e reprodutivo, tanto positivo como negativo (OTTO DE SÁ et al., 2007).

O ovino Soinga é conhecido como a raça do semiárido, originado do cruzamento entre Bergamacia, originária da Itália, Morada Nova Branca, selecionada no Nordeste do Brasil, e Somali Brasileira, da África do Sul. Sendo considerado bastante resistente às condições da região semiárida, assim como rústico, precoce, pesado e prolífero (MEDEIROS et al., 2019).

Conforme descrito por Capril virtual (2014), em 1988, José Paz de Melo (médico veterinário), deu início ao desenvolvimento deste grupo genético. A ideia principal era organizar o mercado, que naquela época não havia ovinos de qualidade, os animais eram pequenos e a produção de carne era baixa. Depois de anos de pesquisas, o resultado foi à criação de animais rústicos (resistente às regiões áridas), que podem ser facilmente adaptadas a outros climas e de carne marmorizada e saborosa (CAPRILVIRTUAL, 2014).

A Soinga já é considerada por criadores como uma raça nobre, devido à sua carne marmorizada, o que significa que a gordura entremeada nas fibras da carne pode ser vista no corte. Além disso, também é considerada por especialistas como uma carne de excelente sabor. “O sabor da carne e a resistência do animal são o carro chefe do Soinga, mas tem outras características muito boas como autossuficiência de leite, a mortalidade reduzida, é um animal muito prolífero, precoce e tem habilidades maternas muito boas”, explica José Salustino (CAPRILVIRTUAL, 2014).

De acordo com o presidente da Associação Brasileira de Criadores Soinga (ABCSOINGA), Inácio José Salustino, a associação estima que no Rio Grande do Norte já existam cerca de 10 mil cabeças de ovinos Soinga distribuídos principalmente entre os municípios: Mossoró, Santa Cruz e Caicó. Além desses criadores, já existem outros em estados como Paraíba, Pernambuco, Bahia, Maranhão, Piauí e Ceará (CAPRIL VIRTUAL, 2014).

Segundo Ferreira (2017) nenhum estudo sob condições experimentais foi realizado até o presente momento para avaliar e validar as características produtivas, adaptativas e reprodutivas do grupo genético Soinga. Observa-se, assim, a necessidade de estudos referentes às características adaptativas e reprodutivas do grupo genético Soinga em diferentes épocas do ano, para seleção de reprodutores mais férteis e adaptados, considerando que este grupo é bastante promissor para a região semiárida.

O clima da região semiárida é um dos principais fatores agravantes para a produção animal, por este motivo, conhecer o potencial genético e adaptativo das raças é extremamente importante para a sustentabilidade econômica e produtiva do sistema de criação. Assim, pesquisadores procuram identificar a melhor raça para produção na região semiárida.

Segundo a Associação de Criadores da raça Soinga, estes animais apresentam ótima adaptabilidade, precocidade produtiva e reprodutiva, alcançando a sua maturidade sexual e peso ao abate aos seis meses de idade, porém, são apenas relatos de produtores, e não há nenhuma publicação científica que confirme tais informações. Dessa forma, necessita-se de pesquisas para comprovar a adaptabilidade produtiva e reprodutiva deste grupo genético. Diante disto, o objetivo da tese é o de avaliar as características adaptativas e reprodutivas do grupo genético Soinga em épocas chuvosa e seca.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. F. Índices reprodutivos do rebanho de ovinos Morada Nova, da estação experimental bacia escola de São João do Cariri – PB. UFPB, Areia, 2013. Trabalho de conclusão de Curso (Monografia) da Universidade Federal da Paraíba. p.25, 2013.

BICUDO, S, D. Bases para Elevação da Eficiência Reprodutiva dos Rebanhos Ovinos. UNESP, Botucatu – SP. In: Anais do VII Simpósio Paulista de Ovinocultura. 2006.

CASTELO, T. S.; FROTA, T. R.; SILVA, A. R.; Considerações sobre acriopreservação do sêmen de caprinos. Acta Veterinária Brasileira, v.2, n.3, p.67-75, 2008.

CAPRIL VIRTUAL, Raça de ovinos soinga é reconhecida oficialmente na festa do boi. RIO GRANDE DO NORTE, 10 OUT. 2014. Disponível em: <http://www.caprilvirtual.com.br/noticias3p.php?recordID=6757>. Acesso em: 06 out. 2017.

CELEGHINI, E. C. C. Efeitos da criopreservação do sêmen bovino sobre as membranas plasmáticas, acrossomal e mitocondrial e estrutura da cromatina dos espermatozoides utilizando sondas fluorescentes. USP, São Paulo, Tese de Doutorado - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, p. 185, 2005.

FERREIRA, J. C. S. Características de carcaça de ovinos Soinga e mestiços alimentados com palma forrageira miúda e orelha de elefante mexicana. UFRPE, Recife, 2017. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 58, 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) 2019: crescimento de todas as atividades englobadas na pesquisa em relação a 2018. SIDRA, 2019. p.1-9. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.ct.ppm2019.22out2020.vf.pdf> Acesso em: 23 abril. 2021.

MEDEIROS, F. F.; NASCIMENTO, F. S.; MASCARENHAS, N. M. H.; BATISTA, L. F.; SILVA, M. A.; LEOPOLDINO NETO, A.; SILVA, M. R.; PIRES, J. P. S.; BARROS, D. K. S.; SILVA, P. V.; SILVA, L. F.; FELIPE, B. M.; SOUZA, B. B. Soinga: uma nova raça para produzir no semiárido. In: As regiões semiáridas e suas especificidades 3, Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Regiões Semiáridas e suas Especificidades; v. 3) 2019.

MONTEIRO, A. W. U.; LIMA, I. C. S.; ANDRADE, I. R. A.; MARTINS, G. A.; ARAÚJO, A. A.; DIAS, A. C. S.; ESTEVAM, F. N. L.; AGUIAR, G. V.; CAMPOS, A. C. N. Biometria testículo-epididimária e a reserva espermática epididimária de ovinos sem padrão racial definido. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v.8, n.1, p. 81-98, 2014.

NASCIMENTO JÚNIOR, A.; CAIERÃO, E.; MORI, C. Cultivar release. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.14, n.3, p.207–208, 2014.

NUNES, R. O. Teste de desempenho em ovinos da raça Ile de France em Santa Catarina. UFSC, Florianópolis, 2017. Monografia. Trabalho de conclusão de Curso (Monografia) da Universidade Federal de Santa Catarina, p.41, 2017.

OLIVIER, J. J. Breeding plans for Dorper sheep and Boer gotas in South Africa. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1,



2000, João Pessoa. Anais... João Pessoa: EMEPA, p. 213-230, 2000.

OTTO DE SÁ, C.; SÁ, J. L.; MUNIZ, E. N.; COSTA, C. X. Aspectos técnicos e econômicos da terminação de cordeiros a pasto e em confinamento. In: Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte, João Pessoa. Anais... João Pessoa: SEBRAE – PB: EMEPA – PB, 2007.

SILVA, T. A. S. N. Proteínas do plasma seminal e sua influência sobre a criopreservação espermática em ovinos. Brasília: FAMV, Universidade de Brasília, 2014. Tese (Doutorado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, p.102, 2014.

SIQUEIRA, E. R.; SIMOES, C. D.; FERNANDES, S. Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. Morfometria da carcaça, pesos dos cortes, composição tecidual e componente não constituinte da carcaça. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n. 4, p. 844-848, 2001.

SOUZA, C. E. A.; REGO, J. P. A.; LOBO, C. H.; OLIVEIRA, J. T. A.; NOGUEIRA, F. S.; DOMONT, G. B.; MOURA, A. A. Análise proteômica dos fluídos do trato reprodutivo de ramos Santa Inês, adaptados de forma tropical. Journal of Proteomics, v.75, n.14, p.4436-4456, 2012.

WATSON, P.F. The causes of reduced fertility with cryopreserved semen. Animal Reproduction Science, v.60-61, p.481-492, 2000..

**CAPÍTULO I:****Perfil adaptativo de ovinos do grupo genético Soinga avaliado através das variáveis fisiológicas e bioquímicas**

Trabalho a ser submetido à Revista  
Tropical animal Health and Production  
(ISSN: 0049-4747), Qualis A3.

**Perfil adaptativo de ovinos do grupo genético Soinga avaliado através das variáveis fisiológicas e bioquímicas\***

Luanna Figueirêdo Batista<sup>1\*</sup>, Bonifácio Benício de Souza<sup>1</sup>, Valdir Moraes de Almeida<sup>1</sup>, Antônio Fernando de Melo Vaz<sup>1</sup>, Maycon Rodrigues da Silva<sup>1</sup>, Juliana Paula Felipe de Oliveira<sup>1</sup>, Gabriel de Queiroz Rodrigues<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal, Universidade Federal de Campina Grande, 58708110, Patos, Paraíba, Brazil.

\* Autor correspondente: E-mail: luanna\_151@hotmail.com

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate the adaptive profile of the Soinga genetic group through physiological and biochemical variables. Eight male sheep, not castrated, from the Soinga genetic group were used. The experiment was carried out at two times of the year, rainy (May and June) and dry (September and October) in 2019. Climatological data were recorded, as well as respiratory rate, heart rate, rectal temperature, surface temperature and the metabolic parameters. The dry season and the afternoon shift influenced ( $p < 0.05$ ) the averages of respiratory rate, rectal temperature and surface temperature, being higher when compared to the rainy season and the morning shift. There was a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) in the means of glucose and urea between the seasons, and there was no significant effect of cholesterol, albumin, total protein, sodium, potassium and calcium between the seasons. Sheep of the Soinga genetic group were able to maintain homeothermy in semi-arid climatic conditions at different times of the year (rainy and dry). Although there were changes in the parameters of the biochemical profile, most of these parameters remained within the standards recommended for the species, confirming the physiological adaptability of this genetic group to the conditions of the Brazilian semiarid region.

**Keywords:** Physiological responses, blood metabolites, adaptability.

## 1 INTRODUÇÃO

Os produtores de animais ruminantes buscam melhorar a eficiência produtiva optando por adquirir animais mais tolerantes ao ambiente, ao sistema de criação e à alimentação de fontes mais econômicas, sendo este o motivo principal para utilização de raças localmente adaptadas, por apresentarem alta capacidade adaptativa (Barros et al. 2011).

Os ovinos do grupo genético Soinga se destacam dentro a espécie, por apresentar capacidade de conviver no clima semiárido do Nordeste brasileiro e o mesmo apresenta bons índices de produtividade, dentre eles, o ganho de peso e uma carne de excelente qualidade (Cavalcante 2018).

O Soinga é conhecido como a raça do semiárido, a referida raça é originada do cruzamento entre Bergamacia, originária da Itália, Morada Nova Branca, selecionada no Nordeste do Brasil, e Somalis Brasileira, da África do Sul. Sendo considerado bastante resistente às condições da região semiárida por ser rústico, precoce, pesado e prolífero (Medeiros et al. 2019).

Para tornar o processo produtivo eficiente, faz-se necessário a realização de pesquisas para determinar a susceptibilidade dos animais às condições climáticas em queos animais serão submetidos, visto que esses fatores são essenciais e promovem a melhora e adequação às práticas de manejo e adequar às práticas de manejo do sistema de produção (Torres et al. 2017; Polli et al. 2020).

A ocorrência de falhas no processo adaptativo em função de alterações homeostáticas é indicada por respostas fisiológicas, como mudanças na temperatura corporal, metabolismo e hormônios termogênicos, sendo a avaliação dos parâmetros fisiológicos bastante relevantes, principalmente para os que são criados em ambientes quentes, como o semiárido brasileiro (Costa et al. 2015; Costa et al. 2018). Além das variáveis fisiológicas, os indicadores homeostáticos relacionados a bioquímica sanguínea são importantes dentro do contexto da adaptação ao ambiente (Helal et al. 2010).

Poucas são as informações sobre a sazonalidade nas respostas fisiológicas e bioquímicas do grupo genético Soinga. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o perfil adaptativo do grupo genético Soinga através das variáveis fisiológicas e bioquímicas.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Comitê de ética**

O presente estudo foi submetido à avaliação pela Comissão de Ética e Pesquisa (CEUA) do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos - PB e aprovado com o número de protocolo n°068/2019, seguindo as orientações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008) e demais subseqüentes resoluções regulamentares.

### **2.2 Local**

O experimento foi realizado em duas épocas do ano, chuvosa (maio e junho) e seca (setembro e outubro) na Fazenda Soledade, localizada no município de Ielmo Marinho, Rio Grande do Norte, Brasil (5° 48' 40" Sul, 35° 33' 10" Oeste, 100 m de altitude), caracterizado por apresentar clima tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média 31,4 °C e mínima de 21,5 °C e umidade relativa média de 73% (Climate-data.org 2022). A precipitação pluvial média na época chuvosa é de 244 mm e na época seca de 12 mm.

### **2.2 Animais e manejo**

Foram utilizados oito ovinos, machos, não castrados, do grupo genético Soinga, com idade média entre 1 a 2 anos, com peso médio na época chuvosa de 42 kg e na época seca de 41kg. Todos os animais foram submetidos a exame clínico geral seguido do exame andrológico.

Os animais foram mantidos no sistema de criação da fazenda (sistema semi-intensivo). Na época chuvosa se alimentavam no pasto e recebiam suplementação no cocho, na época seca, recebiam tanto a silagem como a suplementação no cocho. As dietas experimentais estão descritas nas Tabelas 1 e 2. A água foi fornecida *ad libitum*.

### **2.3 Variáveis ambientais**

Durante o período experimental, foram registrados os dados climatológicos nas épocas chuvosa e seca, por meio de um datalogger tipo HOBO, com cabo externo acoplado ao globo negro, o datalogger foi programado, através de seu software, para registrar os dados a cada hora, durante 24 horas e durante todos os dias de experimento, foram utilizados para análise estatística os horários no turno da manhã das 08h às 09 horas e no turno da tarde, das 15 às 16 horas. Os equipamentos foram instalados em local de sol e sombra no ambiente experimental, a uma altura semelhante à dos animais. Com os dados ambientais foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) utilizando-se da fórmula:  $ITGU = TGN + 0,36 \times Tpo + 41,5$ , descrita por Buffington et al. (1981), onde Tgn é a temperatura do globo negro e Tpo é a temperatura do ponto de orvalho.

#### **2.4 Variáveis fisiológicas**

As variáveis fisiológicas foram aferidas quinzenalmente com duas medidas diárias: às 8 e às 15 horas, foram aferidos a frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura superficial (TS), segundo metodologia de Dantas et al. (2019).

#### **2.5 Avaliação dos parâmetros metabólicos**

Para avaliação das variáveis metabólicas, foram realizadas coletas de amostras de sangue de todos os animais, no início e final da época chuvosa e seca, no turno da manhã, foram colhidos 4 ml de sangue por punção da veia jugular, mediante a utilização de seringa descartável de 5 ml. Foram avaliados os níveis séricos de colesterol (mg/dL), glicose (mg/dL), ureia (mg/dL), proteínas totais (g/dL), albumina (g/dL), sódio (mmol/L), potássio (mmol/L) e cálcio (mmol/L).

O sangue foi acondicionado em tubos plásticos, para avaliação da glicose, os tubos continham fluoreto de sódio. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas (centrifuge model 90-1, Coleman Equipamentos para Laboratório Comp. E Imp. Ltda, Brasil) a 3000 rotações por minuto em 15 minutos e o plasma colocado em microtubos tipo ependorf identificados e armazenados em freezer a -20 °C. As análises foram mensuradas em analisador Bioquímico Automático (Cobas c111 Analyzer, Roche Diagnostics®) usando ensaios

enzimáticos ou colorimétricos de kits específicos, no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário, Campus de Patos-PB.

## **2.6 Análise estatística**

Os dados das variáveis ambientais e fisiológicos foram submetidos à análise de variância, por meio do programa estatístico SAEG 9.1 e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott e ao nível de significância de 5% de probabilidade e os dados dos parâmetros bioquímicos pelo teste Post Hoc ao nível de significância de 5% de probabilidade.

## **3 RESULTADOS**

A época seca foi caracterizada por temperatura ambiente (TA), temperatura do globo negro (TGN) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) mais altas e umidade relativa do ar (UR) mais baixa (Tabela 3). A TA nas duas épocas, apresentou-se acima da zona de conforto térmico. A UR na época seca ficou abaixo da zona de conforto térmico (Tabela 3). A TGN se apresentou equivalente a TA ao longo do dia, no entanto, com valores superiores, devido à influência do calor incorporado ao mesmo, captado pelo globo negro, a média foi superior na época seca, assim como da TA (Tabela 3). Os valores de ITGU obtidos nesse trabalho indicaram uma situação de desconforto térmico (Tabela 3).

Dentre os horários avaliados, no período da tarde, no horário das 15 horas, foi registrada as maiores médias de TA, TGN e ITGU e menor média para UR, e no horário das 8 horas, foi registrado os menores valores para TA, TGN e ITGU e maior média para UR (Tabela 4).

Apesar da diferença da TA nos horários da manhã e tarde, a média das maiores temperaturas não excederam a temperatura crítica (Tabela 4). Nos horários estudados, todas as médias da UR permaneceram dentro da zona de conforto (Tabela 4). As médias da TGN permaneceram dentro do intervalo considerado como regular (Tabela 4).

Dentre os fatores estudados, a época seca e o turno tarde influenciaram ( $P < 0,05$ ) as médias da FR, TR e TS, sendo superiores, quando comparado com a época chuvosa e o turno da manhã (Tabela 5). A FC não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) nas épocas nem nos turnos, no entanto, as médias, tanto nas épocas quanto nos turnos, permaneceram acima dos valores de referência (Tabela 5).

Constatou-se diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) nas médias de glicose e ureia entre as épocas, e não houve efeito significativo dos metabolitos: colesterol, albumina, proteína total, sódio, potássio e cálcio entre as épocas (Tabela 6). Embora tenha havido efeito significativo para os níveis de glicose circulante, a mesma está dentro dos valores de referência para a espécie (Tabela 6).

Os níveis de colesterol, sódio e cálcio ficaram abaixo do limite de referência nas duas épocas (Tabela 6). O nível de albumina na época seca apresentou-se levemente menor que o padrão para a espécie.

#### **4 DISCUSSÃO**

De acordo com Baêta e Souza (1997), a zona de conforto térmico para ovinos varia entre 25 °C a 30 °C, no entanto, a TA ficou abaixo da temperatura crítica de tolerância ao calor para a espécie, que é acima de 34 °C (Baêta; Souza 1997) (Tabela 3).

Na região tropical do Brasil, durante a maior parte do ano, a temperatura ambiente é alta, que pode limitar a produção animal, uma vez que, os animais homeotérmicos quando permanecem em um ambiente termoneutro, os custos fisiológicos são mínimos e a produtividade é máxima, este mecanismo é eficaz quando as condições ambientes estão dentro de certos limites (Silva et al. 2010; Façanha et al. 2013).

Pequeno et al. (2017) relataram que as condições climáticas do semiárido podem comprometer a produção animal, devido principalmente, às elevadas temperaturas, que acontecem ao longo do ano. Resultados semelhantes foram encontrados nos estudos de Borges et al. (2018) e Nascimento (2019).

Segundo Baêta e Souza (1997) a UR adequada para ovinos deve estar entre 50% a 80% (Tabela 3). De acordo com Barros Júnior et al. (2017), a umidade relativa do ar tem impacto significativo no balanço calórico em um ambiente quente, onde a perda de calor pela evaporação é essencial para a manutenção da temperatura corporal.

De acordo com Motta (2001) a TGN entre 27 °C e 34 °C é considerada como regular e acima de 35 °C, considerado como crítica (Tabela 3). Apesar da diferença estatística entre as épocas avaliadas, a variável TGN, está classificada como temperatura regular para os animais segundo Motta (2001).

De acordo com Souza (2010) ainda não existe uma tabela que indique os valores ideais do ITGU para ovinos e caprinos. O mesmo afirmou que o valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para ovinos (Tabela 3). Para Cezar et al. (2004) em



condições de clima semiárido, o ITGU de 82,4 define situação de perigo térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços.

Costa et al. (2015) avaliaram as respostas fisiológicas de ovelhas Morada Nova das variedades vermelha e branca às condições termoestressantes do semiárido brasileiro, os valores de ITGU encontrado na época seca foi de 84,5 e chuvosa de 82,1. No estudo de Ribeiro et al. (2017) o valor de ITGU diferiu estatisticamente entre as estações, com maior valor na estação seca.

No trabalho de Silva (2018), foi avaliada a adaptação de ovelhas morada nova ao ambiente semiárido, as médias da TA foram todas acima de 30 °C, durante todo o período experimental (Tabela 4).

No momento em que a TA chega a um ponto crítico de desconforto, a UR é fundamental para os mecanismos evaporativos de dissipação de calor, se a mesma estiver elevada, acontece inibição da evaporação através da pele e do trato respiratório, fazendo com que ocorra um aumento às condições estressantes ao animal (Ferro et al. 2010). Na medida em que a UR e a TA ultrapassam a zona de confortotérmico, há um aumento da sensibilidade dos ovinos ao estresse térmico, essa situação prejudica a dissipação do calor, aumentando a temperatura corporal (Borges et al. 2018).

As médias do ITGU ficaram abaixo de 83 que de acordo com Souza (2010) pode indicar uma condição de estresse para a espécie (Tabela 4).

Os valores considerados como adequados para a FC na espécie ovina são de 70 bat/min a 80 bat/min (Tabela 5) (Queiroz et al. 2015). A FC pode ser influenciada por diversos fatores: espécie, raça, individualidade, idade, tamanho, peso, temperamento, trabalho muscular, alimentação, condições fisiológicas, grau de excitação do animal e elementos climáticos (Silva Gondim 1971; Dukes e Swenson 1996; Sousa Júnior et al. 2008).

Conforme Silanikove (2000) a FR pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência de 40-60, 60-80, 80-120 mov/min caracteriza um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes, respectivamente; e acima 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo (Tabela 5). Leite et al. (2018) avaliaram o perfil adaptativo de ovelhas Morada Nova durante a estação chuvosa e seca, observaram que durante a estação seca ocorreu maior frequência respiratória.

O aumento da FR pode ser explicado devido ao aumento da temperatura ambiente nesses períodos, resultando em uma diminuição do gradiente térmico entre o animal e o meio, ocorrendo uma menor eficiência na dissipação de calor pela forma sensível quando comparada a forma insensível (Dantas et al. 2019).

Conforme Cunningham (2004) a TR dos ovinos pode variar de 38,5 °C a 39,9 °C (Tabela 5). Ainda segundo o mesmo autor, algumas condições podem provocar variações na temperatura corporal, entre os quais: período do dia, estação do ano, exercício, idade, sexo e ingestão e digestão de alimentos. Dantas et al. (2019) observaram variação na temperatura retal de três grupos genéticos de ovinos, onde no período da manhã a temperatura retal foi menor quando comparada ao período da tarde.

Segundo Leite et al. (2016) a temperatura superficial do corpo depende, sobretudo, das condições ambientais (temperatura ambiente, umidade relativa do ar e ventilação) e das condições fisiológicas (como vascularização e evaporação pelo suor). Nascimento (2019) avaliando a adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico constatou que a temperatura superficial da raça Santa Inês ultrapassou do genótipo Soinga.

No estudo de Costa et al. (2015), foi observado que os níveis de colesterol foram superiores no período chuvoso. Esse fato está relacionado com um maior consumo de volumoso de melhor qualidade associado a ração, o que melhora o escore corporal, favorecendo para um melhor equilíbrio energético e proteico. Nos animais do presente estudo, o escore corporal médio foi de 2,5 e a dieta não foi rica em carboidrato ou gordura com alto teor de energia, o que pode ter induzido o baixo nível de colesterol (Tabela 6).

Assim como no presente estudo, Soysal et al. (2011) também não observaram diferenças significativas ou valores elevados para o colesterol em ovinos das raças Merino e Kivircik, tanto em sistema de criação convencional quanto em sistema de criação orgânico.

Segundo Cardoso (2018), a albumina pode variar por vários fatores como a adaptação fisiológica e genética (Tabela 6). Para Gomide et al. (2004) a análise do perfil bioquímico, depende de vários fatores, dentre eles, raça, idade, estado fisiológico, estresse, dieta, manejo, clima e estado fisiológico.

Rabassa et al. (2009) avaliaram o perfil metabólico de ovinos Corriedale mantidas em pasto nativo na região Sul do Brasil sobre efeitos da época do ano e do escore corporal, encontraram valores plasmáticos de glicose, colesterol, triacilglicerol e ureia superiores (quando havia maior disponibilidade de alimento) e albumina apresentou comportamento inverso. Suntorn et al. (2009) também relataram em seus estudos redução na albumina em cabras durante o verão.

Al-Eissa et al. (2012), encontraram a concentração de albumina mais baixa durante o verão. Abdelatif et al. (2009) concluíram que mudanças sazonais no ambiente térmico e fatores nutricionais influenciaram os índices eritrócitos e albumina sérica em caprinos.

O valor do nível da ureia da época seca ficou abaixo do intervalo de referência, o que pode ser explicado pelo fato de que, assim como a ureia, a albumina também ficou abaixo nesse período, o que pode estar associado a um baixo consumo da relação energia/proteína da dieta (Tabela 6).

Os níveis sanguíneos, tanto da albumina quanto da ureia, são indicadores do metabolismo proteico em ruminantes, no qual, a ureia demonstra o estado proteico em curto prazo nos níveis proteicos da dieta e a albumina em longo prazo (Payne e Payne, 1987). A concentração de ureia plasmática está de modo direto, relacionada com os níveis proteicos da ração e da relação energia/proteína da dieta (Wittwer et al. 1993).

Ferreira et al. (2009), ao avaliarem os parâmetros bioquímicos de bovinos submetidos ao estresse calórico no verão e inverno, observaram que o estresse calórico agudo afetou os níveis de proteínas totais, albumina, creatinina, ureia,  $\gamma$ -glutamil transferase (GGT) e aspartato aminotransferase (AST), íons sódio, íons potássio e íons cloretos, com aumento de todas essas variáveis no período da tarde. Houve também efeito da estação, que resultou em valores mais elevados no verão, exceto para a concentração de potássio e de cloretos. Fato esse não observado no presente estudo, demonstrando que os animais não apresentaram estresse térmico agudo.

São vários os fatores que podem influenciar os níveis de sódio, dentre eles, a idade, os níveis de potássio e cloreto, o estresse, a lactação, a prenhez, o crescimento e alterações no equilíbrio hidroeletrolítico e osmótico (Henry, 1995; Barioni, 1999).

Os parâmetros bioquímicos modificam-se dentro da mesma espécie em virtude de fatores como a idade, o estado fisiológico, a raça, o nível de produção, o manejo e especialmente o estresse climático (Ribeiro et al. 2016). A diminuição dos níveis de sódio no presente estudo pode estar associado ao fator nutricional, do qual, ao estresse térmico, visto que, foram poucas as alterações sobre esses metabólicos, e em especial ao sódio, no qual, não houve aumento dessa variável entre as épocas (Tabela 6).

Estes resultados diferem dos obtidos por Al-Haidary et al. (2012), que relataram um aumento significativo no soro nas concentrações de proteína total, globulina, glicose, sódio e cloreto em ovelhas sob condições quentes de verão.

González e Scheffer (2002) relataram que os níveis de cálcio podem diminuir pela deficiência de vitamina D, doenças intestinais e renais, deficiências dietéticas ou gestação e lactação. A diminuição do nível de albumina causa redução do valor de cálcio na corrente sanguínea (Challa et al. 1989). Os animais apresentaram uma redução nos níveis de albumina e os mesmos podem ter influenciado os níveis de cálcio, em função da alimentação (Tabela 6).

Denek et al. (2006), estudaram o efeito da carga de calor na utilização de nutrientes e nos parâmetros do sangue de cordeiros Awassi, alimentados com diferentes níveis e tipos de forragens e observaram que as concentrações de cálcio no soro foram afetadas pelo tipo e nível da forragem, mas não pela carga de calor.

## **5 CONCLUSÃO**

Os ovinos do grupo genético Soinga foram capazes de manter a homeotermia em condições climáticas do semiárido nas diferentes épocas do ano (chuvosa e seca). Apesar de terem ocorrido alterações nos parâmetros do perfil bioquímico, a maior parte desses parâmetros permaneceu dentro dos padrões preconizados para a espécie, confirmando a adaptabilidade fisiológica desse grupo genético às condições do semiárido brasileiro.

## **AGRADECIMENTOS**

A Fazenda Soledade por ceder os animais para realização do experimento, assim como também das instalações e de todos os funcionários envolvidos.

## **REFERÊNCIAS**

- Abdelatif, A.M., Ibrahim, M.Y., Hassan, Y.Y., 2009. Seasonal variation in erythrocytic and leukocytic indices and serum proteins of female Nubian goats. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 4(3), 168-174.
- Al-Eissa, M.S., Alkahtani, S., Al-Farraj, S.A., Alarifi, S.A., Al-Dahmash, B., Al-Yahya, H., 2012. Seasonal variation effects on the composition of blood in Nubian ibex (*Capra Nubian*) in Saudi Arabia. *African Journal of Biotechnology*, 11(5), 1283- 1286.
- AL-Haidary, A.A., Aljumaah, R.S., Alshaikh, M.A., Abdoun, K.A., Samara, E.M, Okab, A.B., Alfuraiji, M.M., 2012. Thermoregulatory and physiological responses of Najdi sheep exposed to environmental heat load prevailing in Saudi Arabia. *Pakistan Veterinary Journal*, 32(4), 515-519.
- Baêta, F.C., Souza, C.F., 2010. *Ambiência em edificações rurais - Conforto animal*. 2.ed. Viçosa: UFV, 269p.
- Barioni, G., 1999. Influência dos fatores etários e sexuais nos valores séricos de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio em bovinos Nelore (*Bos indicus*, Linnaeus, 1758), criados na região de Botucatu, Estado de São Paulo (Dissertação de mestrado não publicado, Universidade Estadual Paulista).

Barros, E.A., Ribeiro, M.N., Almeida, M.J.O., Araújo, A.M., 2011. Estrutura populacional e variabilidade genética da raça caprina Marota. *Archivos de Zootecnia*, 60(231), 543–552.

Barros Junior, C.P., Sousa Júnior, S.C., Campelo, J.E.G., Azevedo, D.M.M.R., Carvalho, G.M.C., Sousa, P.H.A.A., 2017. Avaliação de parâmetros fisiológicos em diferentes raças de caprinos na Região Nordeste brasileira. - *Revista electrónica de Veterinária*, 19(1), 1-11.

Borges, L.S., Torres, T.S., Sena, L.S., Machado, L.P.M., Silva, L.A., Silva, M.R., Aquino, F.C., Rocha, F.S.B., Oliveira, M.R.A., Sousa Júnior, A., 2020. Características termorreguladoras de ovinos da raça Dorper criados em condições climáticas de Meio-Norte do Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 6(9), 66805-66813.

Buffington, D.E., Collasso-Arocho, A., Canton, G.H., Pitt, D., 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, 24(3), 711-714.

Cardoso, E.A., 2018. Características adaptativas de caprinos nativos em ambiente termoneutro e de estresse consumindo água salina. (Tese de doutorado não publicada, Universidade Federal de Campina Grande).

Challa, J., Braithwaite, G.D., Dhanoa, M.S. 1989. Phosphorus homeostasis in growing calves. *Journal of Agricultural Science*, 112, 217-226.

Cavalcante, A.L. Soinga: Brasil conta com nova raça na criação de ovinos (ovelha e carneiro). In: *Animal business Brasil*. 2018. <https://animalbusiness.com.br/colunas/ciencia-tecnologia/soinga-brasil-conta-com-nova-raca-na-criacao-de-ovinos-ovelha-e-carneiro/>. Acessado em 16 de março de 2021.

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

Climate-data.org. Ielmo Marinho clima (Brasil). In: Climate-data.org. 2021. [https://pt.climate-data.org/\\_america-do-sul/brasil/rio-grande-do-norte/ielmo-marinho-42746/#climate-graph](https://pt.climate-data.org/_america-do-sul/brasil/rio-grande-do-norte/ielmo-marinho-42746/#climate-graph). Acessado em 16 de março de 2021.

Costa, W.P., Façanha, D.A.E., Leite, J.H.G.M., Silva, R.C.B., Souza, C.H., Chaves, D.F., Vasconcelos, A.M., Benito, A.M.V., Pimenta-Filho, E.C., 2015. Thermoregulatory responses and blood parameters of locally adapted ewes under natural weather conditions of Brazilian semiarid region. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(6), 4589- 4600.

Costa, W.P., Pimenta Filho, E.C., Gurge, J.H., Leite, M., Silva, W.S.T., Silva, W.E., Lima, F.H.S., Peixoto Júnior, G.N.A., Façanha, D.A.E., 2018. Coat characteristics and physiological responses of locally adapted ewes in semiarid region of Brazil. *Ciências Agrárias*, 39(3), 1281-1294.

Cunningham, J.G., 1999. *Tratado de fisiologia veterinária*. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 454p.

Dantas, N.L.B., Souza, B.B., Silva, M.R., Silva, G.A., Pires, J.P.S., Batista, L.F., Souza, M.F., Furtado, D.A., 2019. Effect of the environment and diet on the physiological variables of sheep in the Brazilian semiarid region. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(2), 971-980.

Denek, N., Can, A., Tufenk, S., Yazgan, K., Ipek, H., Iriadam, M. 2006. The effect of heat load on nutrient utilization and blood parameters of Awassi ram lambs fed different types and levels of forages. *Small Ruminant Research*, 63(1-2), 156-161.

Dukes, H.H., Swenson, H.J., 1996. *Fisiologia dos animais domésticos*. 11ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 856p.

Façanha, D.A.E., Chaves, D.F., Morais, J.H.G., Vasconcelos, A.M.; Costa, W.P.; Guilhermino, M.M.T., 2013. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14(1), 91-103.

Ferreira, F., Campos, W.E., Carvalho, A.U., Pires, M.F.A., Martinez, M.L., Silva, M.V.G.B., Verneque, R.S., Silva, P.F., 2009. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 61(4), 769-776.

Ferro, F.R.A., Cavalcanti Neto, C.C., Toledo Filho, M.R., Ferri, S.T.S., Montaldo, Y.C, 2010. Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. *Revista Verde*, 5(5), 01- 25.

Gomide, C.A., Zanetti, M.A., Penteado, M.V.C., Carrer, C.R.O., Del Claro, G.R., Netto, A.S., 2004. Influência da diferença cátion aniônica da dieta sobre o balanço, fósforo e magnésio em ovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 56(3), 363-369.

González, F.H.D., Scheffer, J.F.S., 2002. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica metabólica e nutricional. Avaliação metabólica nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite e urina). In: Congresso Nacional de Medicina Veterinária, 2002, (Gramado-RS, Brasil. Anais), 5-17.

Helal, A., Hashem, A.L.S., Abdel-Fattah, M.S., El-Shaer, H.M., 2010. Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 7(1), 60-69.

Henry, P.R., 1995. Sodium and chlorine bioavailability. In: Amnerman, C.B., Baker, D.H., Lewis, A.J. *Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals, vitamins*. San Diego : Academic, 337-348.

Leite, J.H.G.M., Asensio, L.A.B., Silva, W.S.T., Silva, W.E., Chaves, D.F., Facó, O., Costa, W.P., Façanha, D.A.E., 2018. Locally adapted brazilian sheep: a model of adaptation to semiarid region. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(5), 2261-2272.

Leite, P.G., Furtado, D.A.; Marques, J.I., Sobrinho, T.G., Matos Junior, J.J.L., 2016. Respostas fisiológicas como indicadores de estresse térmico e salino em ovinos da raça Morada Nova. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2016, (Foz do Iguaçu- Brasil; Anais), 1-4.

Medeiros, F.F., Nascimento, F.S., Mascarenhas, N.M.H., Batista, L.F., Silva, M.A., Leopoldino Neto, A., Silva, M.R., Pires, J.P.S., Barros, D.K.S., Silva, P.V., Silva, L.F., Felipe, B.M., Souza, B.B., 2019. Soinga: uma nova raça para produzir no semiárido. In: As regiões semiáridas e suas especificidades 3, (Organizador Alan Mario Zuffo. – PontaGrossa (PR): Atena Editora), 202-205.

Motta, F.S., 2001. Climatologia zootécnica. Edição do autor. Pelotas, 104p.

Nascimento, F.S., 2019. Adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico. (Dissertação de mestrado não publicada, Universidade Federal de Campina Grande).

Payne, J.M., Payne, S., 1987. The metabolic profile test. New York: Oxford University Press, p.179.

Pequeno, I.D., Turco, S.H.N., Silva, T.G.F., Facó, O., 2017. Dairy production of ‘Saanen’ goats based on meteorological variables and future climate scenarios. *Engenharia Agrícola*, 37(2), 226-235.

Polli, V.A., Costa, P.T., Restle, J., Bonadiman, R., Vaz, R.Z., 2020. Thermal stress and the productive performance of sheep: a review. *Revista Medicina Veterinária (UFRPE)*, 14(1), 38-47.

Rabassa, V.R., Tabeleão, V.C., Schneider, A., Menezes, L.M., Schossler, E., Severo, N., Schwegler, E., Goulart, M.A., Del Pino, F.A.B., Nogueira, C.E.W., Corrêa, M.N., 2009. Avaliação metabólica de ovelhas de cria mantidas em campo nativo durante o período de outono/inverno. *Revista Brasileira de Agrociência*, 15(1-4), 125-128.

Ribeiro, N.L.; Costa, R.G.; Pimenta Filho, E.C.; Ribeiro, M.N.; Crovetti, A. Saraiva, E.P,Bozzi, R., 2016. Adaptive profile of Garfagnina goat breed assessed through physiological, haematological, biochemical and hormonal parameters. *Small Ruminant Research*, 144, 236–241.

Ribeiro, N.L., Costa, R.G., Pimenta Filho, E.C., Ribeiro, M.N., Bozzi, R., 2017. Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles of goats in the Brazilian semi-arid region. *Italian Journal of Animal Science*, 17(2), 454-461.

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

Silva, E.M.N., Souza, B.B., Sousa, O.B., Silva, G.A., Freitas, M.M.S., 2010. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. *Revista Caatinga*, 23(2), 142-148.

Silva, R.G., Gondim, A.G., 1971. Comparação entre as raças Sindi e Jersey e seus mestiços, relativamente a tolerância ao calor na região Amazônica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 6, 37-44. Silva, W.E., 2018. Características morfofisiológicas, termorreguladoras e sanguíneas de ovelhas da raça Morada Nova em ambiente semiárido, (Tese de doutorado não publicada, Universidade Federal Rural do Semiárido).

Souza B.B. Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil. In: FarmPoint-ovinos e caprinos-radares técnicos – bem-estar e comportamento animal. 2010. [http://www.cstr.ufcg.edu.br/bioclimatologia/artigos\\_tecnicos/indice\\_conforto\\_termico\\_ovinos\\_caprinos.pdf](http://www.cstr.ufcg.edu.br/bioclimatologia/artigos_tecnicos/indice_conforto_termico_ovinos_caprinos.pdf). Acesso em: 21 jan. 2021.

Sousa Júnior, S.C., Morais, D.A.E.F., Vasconcelos, A.M., Nery, K.M., Morais, J.H.G., Guilhermino, M. M., 2008. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em Região Semiárida. *Revista Científica de Produção Animal*, 10(2), 127-137.

SoysaL, D., Cibik, R.; Aydin, C.; AK, I., 2011. Comparison of conventional and organic management conditions on growth performance, carcass characteristics and haematological parameters in Karacabey Merino and Kivircik breeds. *Tropical Animal Health Production*, 43(4), 817-823.

Suntorn, W., Thongluan, M., Charoen, S.A., 2009. Study on feed management, feed nutritive values and blood metabolites of pony horses in different seasons in northern Thailand. In: *International Conference on the role of Universities in Hands On Education Rajamangala*, 2009, (University of Technology Lanna, Chiang-Mai, Thailand) 23-29.

Torres, T.S, Silva, L.O., Borges, L.S., Sena, L.S., Moreira, A.L., Machado, L.P.M., Cardoso, J.P.B., Sousa Junior, A., 2017. Behavioral and thermoregulatory characteristics of Dorper sheep. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 5(3), 85-90.

Wittwer, F., Reyes, J.M., Opitz, H., Contreras, P.A., Bohmdwald, H., 1993. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. *Archivo Medico Veterinario*, 25(2), 165-172.



**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes da dieta experimental.

Ingredientes	Composição química (g/kg na MS)				
<i>Época Chuvosa</i>					
<b>Concentrado</b>	<b>MS</b>	<b>MM</b>	<b>PB</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>
Milho, grão moído	953,8	18,3	74	306,5	177
Soja, farelo	912,50	68,00	444,80	291,60	233,30
<b>Volumoso</b>					
Capim massai	504,90	91,50	74,60	767,00	337,40
<i>Época Seca</i>					
<b>Concentrado</b>					
Milho, grão moído	908,40	24,20	82,57	295,13	40,87
Soja, farelo	912,50	68,00	444,80	291,60	233,30
<b>Volumoso</b>					
Sorgo, silagem	305,40	60,90	40,80	637,90	341,40

MS= Matéria seca, MM= Matéria mineral, PB= Proteína Bruta, FDN= Fibra de Detergente Neutro, FDA= Fibra de Detergente Ácido.

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição química do concentrado.

Proporção dos ingredientes (g/kg na MS)					
Milho, grão moído	682				
Soja, farelo	275				
Sal mineral	43				
Composição química (g/kg na MS)					
	<b>MS</b>	<b>MM</b>	<b>PB</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>
<i>Época chuvosa</i>	944,4	74,2	172,8	289,2	184,9
<i>Época seca</i>	913,4	78,2	178,6	281,4	92

MS= Matéria seca, MM= Matéria mineral, PB= Proteína Bruta, FDN= Fibra de Detergente Neutro, FDA= Fibra de Detergente Ácido.

**Tabela 3.** Médias dos dados meteorológicos: Temperatura Ambiente (TA °C), Umidade Relativa (UR%), Temperatura de Globo Negro (TGN), Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) em função das épocas seca e chuvosa.

Época	TA °C	UR %	TGN	ITGU
Chuvosa	31.85b	67.28a	31.20b	81.62b
Seca	33.51a	49.36b	33.75a	83.01a
CV%	8.14	20.77	7.58	2.98

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scot-Knott ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 4.** Médias dos dados meteorológicos: Temperatura Ambiente (TA °C), Umidade Relativa (UR%), Temperatura de Globo Negro (TGN), Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) em função dos horários.

Horários	TA °C	UR%	TGN	ITGU
8	29.21d	73.17a	29.26d	79.32d
9	31.2b	65.96b	30.98c	81.14b
15	32.58a	55.83d	32.72a	82.28a
16	30.61c	60.73c	31.65b	81.1c
CV%	8.14	20.77	7.58	2.98

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scot-Knott ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 5.** Médias dos parâmetros fisiológicos: fisiológicos: frequência cardíaca (FC) frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura superficial média (TS) em função das épocas chuvosa e seca e dos turnos manhã e tarde.

Parâmetros	Época		Turno		CV (%)
	Chuvoso	Seca	Manhã	Tarde	
FC bat/min	94.6a	90.8a	93.1a	92.4a	19.1
FR mov/min	42.2b	53.2a	44.3a	51.1a	29.0
TR (°C)	39.1a	39.1a	38.9b	39.4a	0.68
TS (°C)	35.2b	37.0a	35.9b	36.3a	1.30

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

**Tabela 6.** Médias dos parâmetros metabólicos: colesterol, glicose, albumina (ALB), proteína total (PT), ureia, sódio (Na), potássio (K) e cálcio (Ca) em função das épocas chuvosa e seca.

Metabólitos	Época		Intervalo de referência*
	Chuvosa	Seca	
Colesterol (mmol/L)	1,12±0,25 <sup>a</sup>	1,00±0,16a	1,35 – 1,97
Glicose (mmol/L)	3,40±0,49 <sup>a</sup>	2,99±0,37b	2,78 – 4,44
Albumina (g/dL)	2,45±0,28 <sup>a</sup>	2,24±0,19a	2,4 - 3,0
Ureia (mmol/L)	2,97±0,60 <sup>a</sup>	1,37±0,30b	2,85 – 7,13
Proteínas Totais (g/dL)	6,83±0,38 <sup>a</sup>	6,41±0,67a	6 - 7,9
Sódio (mmol/L)	136,5±3,56 <sup>a</sup>	138,5±9,27a	139 – 152
Potássio (mmol/L)	4,31±0,33 <sup>a</sup>	4,62±0,25a	3,9 - 5,4
Cálcio (mmol/L)	2,34±0,11 <sup>a</sup>	2,00±0,19a	2,87 – 3,19

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste Post Hoc ( $P < 0,05$ ). \*Kaneko et al. (2008).

**CAPÍTULO II:**  
**Avaliação hormonal e de parâmetros espermáticos de sêmen fresco de ovinos do grupo genético Soinga em distintos períodos no semiárido brasileiro**

Trabalho a ser submetido à Revista Small Ruminant Research (ISSN: 0921-4488) Qualis A3.

**Hormonal evaluation and sperm parameters of fresh semen from rams of the Soinga genetic group in different periods in the Brazilian semiarid region**

Luanna Figueiredo Batista<sup>a\*</sup>, Bonifácio Benício de Souza<sup>a</sup>, Valdir Moraes de Almeida<sup>a</sup>, Renato Mesquita Peixoto<sup>b</sup>, Antônio Fernando de Melo Vaz<sup>a</sup>, Murilo Duarte de Oliveira<sup>a</sup>, Nágela Maria Henrique Mascarenhas<sup>c</sup>, Juliana Paula Felipe de Oliveira<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Doctoral Program in Animal Science and Health, Department of Veterinary Medicine, Federal University of Campina Grande (UFCG), Avenida Universitária, s/n - Santa Cecília, Patos - PB, 58708-110, Brazil.

<sup>b</sup> Department of Veterinary Medicine, Centro Universitário Vale do Salgado, Av. Monsenhor Frota, 609 - Centro, Icó - CE, 63430-000, Brazil.

<sup>c</sup> Doctoral Program in Agricultural Engineering, Department of Agricultural Engineering, Federal University of Campina Grande (UFCG), R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande - PB, 58428-830, Brazil.

<sup>d</sup> Department of Animal Science, Federal University of Sergipe, Nossa Senhora da Glória, SE, 49680-000, Brazil

\*Corresponding author: luannafb1@gmail.com

**Conflict of interest**

The authors declare no known conflict of interest.



**ABSTRACT**

The objective was to evaluate the hormonal levels and sperm parameters of fresh semen from sheep of the genetic group Soinga in the rainy and dry seasons in the Brazilian semiarid region. Eight sexually mature Soinga rams with a good fertility history were used. Average live weight  $42 \pm 5$  kg and age between one  $\pm$  two years, submitted to a semi-intensive production system with water ad libitum. The experiment was carried out in two seasons, rainy (May and June) and dry (September and October). Data on environmental variables, air temperature, relative humidity, were recorded using a datalogger. Rectal temperature and testicular surface temperature, for the two periods evaluated, and the physiological variables were measured fortnightly, in the morning and afternoon shifts. Scrotal circumference was measured at the beginning and end of the wet and dry seasons. Blood and semen samples were also collected at the beginning and end of both evaluated seasons. The hormones measured were: total triiodothyronine, total thyroxine, testosterone and cortisol. The afternoon period influenced ( $P < 0.05$ ) the rectal temperature averages, being higher when compared to the morning shift, and between the seasons (rainy and dry) there were no significant differences ( $P < 0.05$ ). Among the hormones evaluated, testosterone increased in the dry season ( $P < 0.05$ ). Scrotal circumference, right testis length and left testis length did not differ ( $P > 0.05$ ), regardless of season or shift. Among the seminal parameters, only minor defects showed a significant difference ( $P < 0.05$ ) between the seasons, the beginning of the dry season was higher than the beginning of the rainy season. It is concluded that the rams of the Soinga genetic group did not show great hormonal variations during the two seasons, with the exception of testosterone in the dry period. However, the seminal quality remained within the normal range for the species throughout the evaluated periods, considered satisfactory for reproductive activity.

**Keywords:** Sperm evaluation; hormones; small ruminants; seasonality.

## 1 INTRODUCTION

The productive and reproductive efficiency in a production system is directly linked to the genetic quality of the animals that make up the herd. Thus, accurately estimating the fertile potential of rams determines the success of the enterprise, as the sires are notorious for their greater potential to produce offspring (Hitit et al., 2021). In this way, the performance of an andrological examination is indispensable in the evaluation of the clinical and reproductive conditions of a sire, as it is a method where seminal quality, libido, scrotal circumference and sperm pathologies can be evaluated (CBRA, 2013).

The use of methods like these become increasingly valid with the intensification of aggressive and stressful situations to animals arising from climate change. Thus, it is necessary to identify the genotypes with greater resilience (Pantoja et al., 2017). Critical climate change has focused on the warmest areas of the world, such as the semi-arid climate, which covers a considerably large area (De et al., 2017).

This scenario represents a challenge even for species that are naturally considered adaptable to this climate, such as sheep. In this species, factors such as season, genetics, breed, place of exploitation, hormonal influence, diet and climatic variations interfere in the expression of the genetic potential of the animals, with a reduction in productive and reproductive parameters (Barkawi et al., 2006; Rocha et al., 2018).

Additionally, heat stress is a limiting factor in arid and semi-arid regions (Hansen, 2004), and can alter hormone levels, and impair reproductive performance. This occurs because as sex hormones are restricted, there is a reduction in libido and impairment of their fertile capacity, by negatively affecting the main seminal characteristics (Brown et al., 1994; Silva et al., 2015; Naqvi et al., 2012).

The Soinga genetic group was developed by crossing the Bergamacia, Morada Nova Branca and Somalis Brasileira breeds and is considered very resistant to the conditions of the semi-arid, rustic, precocious and prolific region. In addition, the presence of marbled meat and the ability to use 20% more pasture than other breeds and/or genetic groups have contributed to the spread of these animals in the northeastern semi-arid region (Medeiros et al., 2019).

In this context, and due to the limited knowledge about this genetic group, it is essential to obtain information, mainly regarding the hormonal and reproductive profile of these animals, in order to prove the qualities already described and to optimize their production. Therefore,

the objective was to evaluate the hormonal levels and sperm parameters of fresh semen of sheep of the genetic group Soinga in the rainy and dry season in the Brazilian semiarid region.

## 2 MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Ethical considerations

This study was carried out in accordance with the recommendations in the Guide for the National Council for the Control of Animal Experimentation and all procedures were approved by the Committee on the Ethics of Animal Experiments of the Federal University of Campina Grande (Permit Number: 68-2019).

### 2.2 Location, animals and experimental design

The experiment was carried out in two seasons, rainy (May and June) and dry (September and October) at Fazenda Soledade, Rio Grande do Norte, Brazil (5° 48' 40" South, 35° 33' 10" West, 100 m altitude), characterized by having an Aw climate, according to the Köppen classification, with an average temperature of 31.4 °C and a minimum of 21.5 °C and an average relative humidity of 73% (Climate-data .org 2022). The average rainfall in the rainy season is 244 mm and in the dry season 12 mm.

Eight male, non-castrated Soinga sheep, average body weight  $42 \pm 5$  kg and aged between 1 and 2 years, were used in a semi-intensive production system with water ad libitum. The diet offered to the animals was different in the two seasons (Table 1), being offered in the rainy season as forage of Massai grass (*Panicum maximum cv. Massai*) and in the dry season the forage offered was sorghum silage (*Sorghum bicolor*). The concentrate offered had the same composition in both seasons (Table 2), as recommended by the NRC (2007).

The experimental animals were grouped in a completely randomized design, with two treatments (period of the year) and eight replications (animals), and previously submitted to general clinical examination and andrological examination. During the examination and measurements of the physiological variables, the animals remained fasting and without access to water.

For the two periods evaluated, the physiological variables were measured throughout the experimental period, fortnightly, in the morning and afternoon shifts, between 8:00 am and 8:30 am in the morning shift and between 3:00 pm and 3:30 pm in the afternoon shift.

## 2.3 Data collect

### 2.3.1 Environmental variables

Data on environmental variables, air temperature (AT °C) and relative humidity (RH %), were recorded using a HOBO U12-012 ONSET Comp® data logger, with an external channel and an internal channel coupled to a black globe placed at a height of 1.5 meters from the ground (similar to the height of the animals' back) in the collection environment. Data were collected and stored daily every hour throughout the experimental period.

### 2.3.2 Physiological variables

Rectal temperature (RT) was recorded by introducing a digital veterinary clinical thermometer into the animal's rectum with the bulb close to the rectal mucosa until the reading stabilized.

Testicular surface temperature (TST) was obtained through the arithmetic mean of different regions of the scrotum of the animal, obtained through an infrared thermographic camera (Fluke Ti 25). Subsequently, the thermograms were analyzed using the Smartview software version 4.1, through which the average body surface temperature of the animals was obtained, considering an emissivity of 0.98.

Lines were drawn in different regions of the scrotum: neck (P1); proximal (P2); testis medial (P3) and epididymal cauda (P4) and assigned the maximum (MA), average (ME) and minimum (MI) values of each delimited area.

### 2.3.3 Dosage of triiodothyronine (T3), thyroxine (T4), testosterone and cortisol hormones

To evaluate hormonal variables, after previous antisepsis, blood samples were collected from all animals, at the beginning and end of the rainy and dry season, in the morning (between 7:30 am and 8:00 am), by puncture of the jugular vein, using of 20 ml disposable syringe. The hormones total triiodothyronine (T3), total thyroxine (T4), testosterone and cortisol were evaluated.

The blood was placed in 5ml plastic tubes. Subsequently, the samples were centrifuged at 1107 G. After obtaining the blood serum, the aliquots were transferred to 1.5 mL microtubes previously identified with the number of each animal. Subsequently, the samples were placed in their own packaging and kept frozen at a temperature of -20° C until the moment of their analysis.

The measurement of total testosterone was performed by commercial quantitative radioimmunoassay (RAI) in the 1470 Wizard Wallac Meditecno equipment. Cortisol, T3 and

T4 measurements were performed by commercial quantitative chemiluminescent immunoassay in the Access Beckman Coulter® equipment.

#### 2.3.4 Andrological assessment

The scrotal perimeter was measured at the beginning and end of the rainy and dry season with the aid of a tape measure, measured in centimeters, in the median position of the scrotum, involving the two gonads and the scrotum. Testicular consistency was also evaluated by palpation, according to the criteria proposed by the Brazilian College of Animal Reproduction (CBRA, 2013).

#### 2.3.5 Semen collection

The collections were carried out at the beginning and end of the rainy and dry season, in the morning, with an automatic electroejaculator device (autojac v3, neovet, Uberaba, MG-Brasil) coupled to a 25 mm rectal transducer, with two longitudinal electrodes.

Initially, the digital removal of the feces present in the rectal ampulla was performed, followed by the introduction of the probe with electrodes, previously lubricated, through the anus of the animal. A maximum limit of 10 intermittent shock waves was stipulated to obtain the ejaculate of each individual.

#### 2.3.6 Evaluation of sperm characteristics

The semen was evaluated for mass movement (swirling), progressive motility, sperm vigor, concentration and morphology of sperm cells according to the criteria recommended by the Brazilian College of Animal Reproduction - CBRA (2013). After being collected, the ejaculate was measured in the collection tube itself. The semen was kept at 37 °C in a water bath and immediately evaluated for mass movement characteristics (swirling) on a pre-heated slide.

To evaluate the progressive motility and vigor of sperm cells, the analysis was performed on a slide, under a coverslip, under optical microscopy at 10X magnification. Cell mass movement was classified on a scale ranging from 0 (absent movement) to five (maximum). Progressive motility was determined as a function of the proportion of cells with progressive movement. A coverslip previously heated to 37 °C was placed over the semen drop, and at 40X magnification, in the best of the evaluated fields (%). Sperm vigor was estimated concomitantly with the assessment of progressive motility, and the result was given by estimating the strength of individual progressive movement of the mobile ejaculate cells and its classification was on a scale from 0 (absent) to 5 (maximum).

For sperm concentration, an aliquot of 10 $\mu$ L of semen diluted in 4 mL of buffered saline formalin was used. Cell counts were performed in a Neubauer hematic chamber, under optical microscopy at 40X magnification.

To assess sperm morphology, semen samples were diluted in 2 mL of buffered saline formalin solution and kept in a refrigerator at 5 °C. At the time of analysis, an aliquot of 7 $\mu$ L of the sample with formalin was placed between the slide and the coverslip and the wet preparation was observed in phase contrast microscopy under 1000X magnification and using immersion oil, where 200 spermatozoa were counted per sample analyzed.

For the morphological classification of the cells, the contour, structure, positioning and integrity of the following sperm regions were considered: head, acrosome, midpiece and tail. When present, structures with duplication, cells with teratological forms, in addition to cells less common in the ejaculate (red blood cells, leukocytes, epithelial desquamation cells, giant cells and immature cells of the germ line) were also noted and the result was expressed in percentage and agreement with the criteria recommended by the CBRA (2013) in animals suitable for reproduction or not.

#### 2.4 Statistical analyses

Data from physiological parameters were submitted to analysis of variance using the SAS 9.1 statistical program and the means were compared using the Tukey test at 5% significance. In the evaluation of data regarding the dosage of hormones, analyzes were performed between different groups (dry and rainy) through two-way ANOVA followed by post hoc Bonferroni test in GraphPrism® (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA).

### 3 RESULTS

Regardless of the shift (morning = 30.20 °C, afternoon = 32.94 °C) or season (rainy = 31.85 °C; dry = 33.51 °C), the average ambient temperature remained above the recommended thermal comfort zone for sheep. The relative humidity of the air (morning = 69.56%, afternoon = 58.28%; rainy season = 67.28, dry season = 49.36%), in general, remained within the range considered normal.

Among the factors studied, the afternoon period influenced ( $P < 0.05$ ) the RT averages (Table 3), being higher when compared to the morning shift. There was no significant difference between the rainy and dry seasons ( $P < 0.05$ ).

Testicular surface temperatures (TST) were between 2 to 6 °C below body temperature (Table 3). Among the regions studied, P1 and P2 differed ( $P < 0.05$ ) between seasons and shifts,

with the dry season and the afternoon shift showing superiority in relation to the rainy season and the morning shift (Table 3). Points P3 and P4 differed ( $P < 0.05$ ) in the season factor, being higher in the dry season.

Scrotal circumference, right testis length and left testis length did not differ ( $P > 0.05$ ) (Table 4). Among the seminal parameters (Table 5), only DMe showed a significant difference ( $P < 0.05$ ). The beginning of the dry season was higher than the beginning of the rainy season. There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) in the means of vortex, motility, vigor and sperm concentration, Dma and total defects.

Although no significant difference was observed ( $P > 0.05$ ), the motility means were slightly below the reference value for the species at the end of the rainy season, beginning and end of the dry season. However, the values of total defects did not exceed the desirable seminal standards for the species. Among hormones (Table 6), only testosterone differed ( $P < 0.05$ ) between seasons. The levels were higher in the dry season, compared to the beginning and end of the rainy season.

#### **4 DISCUSSION**

When evaluating the environmental parameters, it was observed that the TA affected the homeostasis of the animals. This parameter, for this species, must be between 20 and 30 °C, with relative humidity between 50 and 70% (Eustáquio Filho et al., 2011). Sheep kept in stressful environments, with high AT and low RH, increase their endogenous and superficial heating, causing behavioral, metabolic, physiological and reproductive dysfunctions, compromising the maintenance of homeostasis (Darcan and Silanikove, 2018; Sejian et al., 2019). This causes an increase in physiological variables, with the potential to compromise the performance and reproduction of animals (Furtado et al., 2020; Marccone et al., 2021). However, RH values found in the present study (50 to 70%) favored heat exchange by evaporation, a fact that helped the animals to minimize stress and its effects (Façanha et al., 2020; Eustáquio Filho et al., 2011).

Rectal temperature is one of the critical physiological indices to identify thermotolerance in sheep (Fonseca et al., 2019; Furtado et al., 2020). In this research, even under stressful environmental conditions, this parameter remained in compliance for the species (38.5 and 39.7 °C) (Shilja et al., 2016), and similar to existing reports in the literature (Dantas et al. 2019; Oliveira et al., 2013). This demonstrates the adaptability of these animals to the climatic

conditions of the Brazilian semiarid region, as a result of the pressure of natural selection to which they were subjected during their formation (Fonseca et al., 2019; Furtado et al., 2020).

The environment did not interfere with the testicular thermoregulation process of the experimental animals, as the surface temperature of the testes remained below the range considered ideal 2 to 6 °C (Klein, 2014) for the occurrence of adequate sperm production. This situation indicates that heat dissipation in this area occurred effectively, and that as the skin of the scrotum moved away from the spermatic cord towards the tails of the epididymis, it led to a reduction in local temperature, as the ventral areas of the scrotum are cooler. in relation to the more dorsal areas (Kastelic et al., 1996). This corroborated the findings of Vieira Neto et al. (2021) who found that the surface temperature of the testes of small ruminants decreased as they moved away from the spermatic cord.

Studies in sheep show that scrotal circumference has an influence between breeds (genotype), age, body weight, management and nutritional factor (Monteiro et al., 2014; Cevik et al., 2017). However, in this research such factors did not influence the SC of the animals, whose values described are within the standards for the age group of the species, according to CBRA (2013). Benmoula et al. (2017) also did not observe a significant difference between seasons in terms of scrotal circumference in rams in the same age range. However, it is known that outside the breeding season, smaller testicular measures 0.5 to 1.5 cm smaller are common (Pugh, 2005).

Motility at certain times was below the recommended by CBRA (2013). The influence of several factors on this variable makes it difficult to determine the exact cause, as both endogenous factors (age, sperm maturation, energy stock - ATP and active agents) and exogenous factors (biophysical and physiological factors, suspending fluids and stimulus-inhibition) interfere with motility (Hafez and Hafez, 2004). But hairless sheep, with proper management, well adapted to climatic conditions, suffer little influence of the time of year on the quality of the semen and the changes that may occur in the seasons are within the limits for a good quality semen. Therefore, it does not compromise the animal's ability to fertilize (Maia et al., 2011).

According to Colas (1981) and Rege et al. (2000) the semen pathology is the best indicator of the effect of the time of year, especially in situations of high temperatures, as it is directly linked to the fertility test, but in this study significant sperm alterations were not observed. A similar result was reported by Monreal et al. (2012) who also did not observe



significant changes in the percentage of abnormal sperm over a year in native rams in Mato Grosso do Sul.

As for hormone dosage, testosterone was found to be higher in the dry period, regardless of the shift, corroborating other findings in the literature (Gastel et al. 1995; Santiago-Moreno et al. 2005; Milczewski et al. 2015, Martínez-Madrid et al., 2021). According to McDonald and Pineda (1989) testosterone levels may vary between times and individuals, depending on several factors such as secretion rate, release, metabolic clearance, age, frequency and sampling conditions. In addition, testosterone levels may increase with advancing age of animals as a result of gonadal stimulation and differentiation of testicular cells (Porto et al., 2009).

According to Gonzáles and Silva (2017), the values of T3 and T4 are within the reference range for the species, but there was no distinction of this hormone, regardless of the season. According to the same authors, one of the most relevant activities of the thyroid gland is its control over O<sub>2</sub> consumption and heat generation.

Martínez-Madrid et al. (2021) evaluated the concentration of T4 and observed that there was an increase in thyroxine levels coinciding with a decrease in plasma testosterone levels in goats. This was observed in the present study. The same authors also observed that plasma thyroxine levels in sheep showed a significant increase in December ( $64.8 \pm 0.9$  ng/mL). It is noteworthy that the hormone levels varied between the two seasons, which revealed the combined action of meteorological factors and physiological parameters of the animals.

According to McDonald and Pineda (1989), cortisol levels for small ruminants range from 8–19 mg/mL. Only the average of the beginning of the rainy season was slightly above this range. This fact may be associated with the animals' adaptation to the research (blood collection), which may have caused this change, since circulating cortisol levels change easily.

It should be noted that cortisol is a biomarker of physiological function in response to stress, including thermal stress, and its level can vary by several factors (temperature or humidity, management and diseases) (Nejad et al., 2014). However, the environmental conditions in this research did not result in stress to the point that cortisol levels showed a significant difference, showing that the animals are adapted to the conditions of the study.

Kruger et al. (2016) when evaluating the effect of environmental factors and husbandry practices on stress in goats showed that the mean cortisol concentration did not differ significantly from the basal concentration. Furthermore, exposure to temperatures above 30 °C in direct sunlight for three hours did not elicit a stress response in goats in this trial, as well as in this research.

## 5 CONCLUSION

Sheep of the Soinga genetic group did not show high hormonal variations during the two seasons, except for testosterone, which was high in the dry season. However, seminal quality remained within the normal range for the species throughout the evaluated periods, considered satisfactory for reproductive activity.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to Fazenda Soledade for providing the animals for the experiment, as well as the facilities and all the employees involved.

## REFERENCES

- Belkadi, S., Safsaf, B., Heleili, N., Tlidjane, M., Belkacem, L., Oucheriah, Y., 2017. Seasonal influence on sperm parameters, scrotal measurements, and serum testosterone in Ouled Djellal breed rams in Algeria. *Vet World*. 10, 1486-1492. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.1486-1492>.
- Benmoula, A., Badi, A., El Fadili, M., EL Khalil, K., Allai, L., El Hilali, A., & El Amiri, B., 2017. Effect of season on scrotal circumference, semen characteristics, seminal plasma composition and spermatozoa motility during liquid storage in INRA180 rams. *Anim. Reprod, Sci*. 180, 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.02.008>
- Brown, B.W., Mattner, P.E, Carroll, P.A, Holland, E.J, Paull, D.R., Hoskinson, R.M., Rigby, R.D., 1994. Immunization of sheep against GnRH early in life: Effects on reproductive function and hormones in rams. *J. Reprod. Fertil*, 101,15-21. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.1010015>.
- Cevik, M., Yilmazer, C., Kocyigit, A., 2017. Comparison of sexual performance and testicular characteristics of melatonin treated Kivircik and Charollais rams during the non-breeding season. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 69, 278-284. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8937>.
- Climate-data.org. 2022. Ielmo Marinho clima (Brasil). <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-norte/ielmo-marinho-42746/>; (Acessado em 30 de junho de 2022).
- Colas, G., 1980. Seasonal variations of semen quality in adult Ile-de-France rams. I. Study of cell morphology and massal motility of sperm. *Reprod., Nut. Develop*. 20,1789-1799.
- Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 2013. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal (3a ed.) Belo Horizonte, MG: CBRA.
- Dantas, N.L.B., Souza, B.B., Silva, M.R., Silva, G.A., Pires, J.P.S., Batista, L.F., Souza, M.F., Furtado, D.A., 2019. Effect of the environment and diet on the physiological variables of

sheep in the Brazilian semiarid region. *Semina: Ciênc. Agrár.* 40, 971-980.  
<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n2p971>.

Darcan, N.K., Silanikove, N., 2018. The advantages of goats for future adaptation to climate change: A conceptual overview. *Small. Rum. Res.* 163, 34-38.  
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.04.013>

De, K., Kumar, D., Balaganur, K., Saxena, V.K., Thirumurugan, P., Naqvi, S.M.K., 2017. Effect of thermal exposure on physiological adaptability and seminal attributes of rams under a semi-arid environment. *J. Thermal Bio.* 65, 113–118.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.02.020>

Eustáquio Filho, A., Teodoro, S.M., Chaves, M.A., Santos, P.E.F., Silva, M.W.R., Murta, R.M., Carvalho, G.G.P., Souza, L.E.B. 2011. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. *Rev. Bras. Zootec.* 40, 1807-1814.  
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000800026>.

Façanha, D.A.E., Ferreira, J., Silveira, R.M.F, Nunes, T.L., Oliveira, M.G., Sousa, J.E., Paula, V.V., 2020. Are locally adapted goats able to recover homeothermy, acid-base and electrolyte equilibrium in a semi-arid region? *J. Therm. Biol.* 90, 1-8.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102593>.

Fonsêca, V.F.C., Maia, A.S.C., Saraiva, E.P., Costa, C.C.M., Silva, R.G., Abdoun, K.A., Al-Haidary, A.A., Samara, E.M., Fuller, A., 2019. Bio-thermal responses and heat balance of a hair coat sheep breed raised under an equatorial semi-arid environment. *J. Therm. Biol.* 84, 83-91. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.05.024>.

Furtado, D.A., Carvalho Júnior, S.B., Lopes Neto, J.P., Souza, B.B., Dantas, N.L.B., 2020. Adaptability of sheep to three salinity levels in different environments. *Semina Ciênc. Agrár.* 41, 283-292. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n1p283>.

Gastel, T., Bielli, A., Pérez, R., Lopez, A., Castrille, A., Tagle, R., Franco, J., Labordes, D., Forsberg, M., Rodriguez-Martinez, H., 1995. Seasonal variations in testicular morphology in Uruguayan Corriedale rams. *Anim. Reprod. Sci.* v. 40, 59-75. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(95\)01402-L](https://doi.org/10.1016/0378-4320(95)01402-L).

González, D., Silva, S.C., 2017. *Introdução à bioquímica clínica veterinária*. 3. ed. rev. e ampl.– Porto Alegre: Editora da UFRGS. pp.438.

Hafez, E.S.E., Hafez, B., 2004. *Reprodução Animal*. 7ª ed. Manole, Barueri, pp.369-379.  
Hitit, M., Ozbek, M., Ayaz-Guner, S., Guner, H., Oztug, M., Bodu, M., Kirbasf, M., Bulbul, B., Bucak, M.N., Ataman, M.B., Memili, E., Kaya, A., 2021. Proteomic fertility markers in ram sperm. *Anim. Reprod. Sci.* 235, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106882>.

Kastelic J.P., Cook R.B. & Coulter G.H. 1996. Contribution of scrotum and testes to scrotal and testicular thermoregulation in bulls and rams. *J. Reprod, Fertil.* 108, 81-85.  
<https://doi.org/10.1530/jrf.0.1080081>.

Klein B.G. 2014. Fisiologia reprodutiva do macho. In: Klein B.G (Eds),

Cunningham tratado de fisiologia veterinária. 5ª ed. Elsevier, Rio de Janeiro. pp.451-459.

Kruger, L.P., Nedambale, T.L., Scholtz, M.M., Webb, E.C., 2016. The effect of environmental factors and husbandry practices on stress in goats. *Small Rum. Res.* 141, 1–4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.06>.

Maia, M.S., Medeiros, I.M., Lima, C.A.C., 2011. Características reprodutivas de carneiros no Nordeste do Brasil: parâmetros seminais. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 35, 175-179.

Marcone, G., Kaart, T., Piirsalu, P., Arney, D.R., 2021. Panting scores as a measure of heat stress evaluation in sheep with access and with no access to shade. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 240, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105350>.

Martínez-Madrid, B., Castaño, C., Ureña, L. P., Flix, E., Velázquez, R., López-Sebastián, A., Ungerfeld, R., Arrebola, F.A., Santiago-Moreno, J., 2021. Seasonal changes in testosterone and thyroxine concentrations in Mediterranean rams and bucks and their relationship with sperm cryoresistance. *Livest. Sci.* 249,104513. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104513>.

McDonald, L.E., Pineda, M.H., 1989. *Veterinary endocrinology and reproduction*. 4.ed. Philadelphia: Lea e Febiger. pp. 1-571.

Medeiros, F.F., Nascimento, F.S., Mascarenhas, N.M.H., Batista, L.F., Silva, M.A., Leopoldino Neto, A., Silva, M.R., Pires, J.P.S., Barros, D.K.S., Silva, P.V., Silva, L.F., Felipe, B.M., Souza, B.B., 2019. Soinga: uma nova raça para produzir no semiárido. In: *As regiões semiáridas e suas especificidades*, Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena, editora. pp. 202-205.

Milczewski, V., Chahad-Ehlers, S., Spercoski, K. M., Morais, R. N., & Thomaz Soccol, V., 2015. Quantifying the effect of seasonality on testicular function of Suffolk ram in lower latitude. *Small Rum. Res.* 124, 68–75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.12.012>.

Monreal, A.C.D., Anjos, D.S., Souza, A.S., Souza, M.I.L., 2012. Morfologia espermática de carneiros nativos. *Arq. Ciênc. Vet. Zool.* 15, 19-23.

Monteiro, A.W.U., Lima, I.C.S., Andrade, I.R.A., Martins, G.A., Araújo, A.A., Dias, A.C.S., Estevam, F.N.L., Aguiar, G.V., Campos, A.C.N., 2014. Biometria testículo-epididimária e a reserva espermática epididimária de ovinos sem padrão racial definido. *Rev. Bras. Hig. Sanid. Anim.* 8, 81-98. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20140006>.

Naqvi, S.M.K., Kumar, D., Paul, R.Kr., Sejian, V., 2012. Environmental stresses and livestock reproduction. In: V. Sejian et al. (eds.), *Environmental stress and amelioration in livestock production*. pp. 97-128.

National Research Council (NRC), 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants – Sheep, Goat, Cervids, and New World Camelids*. Washington: University press.

Nejad, J.G., Lohakare, J. D., Son, J. K., Kwon, E. G., West, J. W., Sung, K. I., 2013. Wool cortisol is a better indicator of stress than blood cortisol in ewes exposed to heat stress and water restriction. *Anim.* 8, 128–132. <http://dx.doi.org/doi:10.1017/s1751731113001870>.

Oliveira F.A., Turco S.H.N., Borges I. Clemente C.A.A., Nascimento T.V.C. & Loiola Filho J.B. 2013. Parâmetros fisiológicos de ovinos Santa Inês submetidos a sombreamento com tela de polipropileno. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.* 17, 1014-1019. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000900015>.

Pantoja, M.H.A., Esteves, S.N., Jacinto, M.A.C., Pezzopane, J.R.M., Paz, C.C.P., Silva, J.A.R.D., Lourenço Junior, J.B., Brandão, F.Z., Moura, A.B.B., Romanello, N., Botta, D., Garcia, A.R., 2017. Thermoregulation of male sheep of indigenous or exotic breeds in a tropical environment. *J. Therm. Biol.* 69, 302-310. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.09.002>.

Pugh, D.G., 2005. *Clínica de ovinos e caprinos*. 1.Ed. São Paulo: Roca Ltda. pp.145-181.

Porto, M.O., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., Detmann, E., Sales, M.F.L., Couto, V.R.M., 2009. Fontes de energia em suplementos múltiplos para bezerros Nelore em creepfeeding: desempenho produtivo, consumo e digestibilidade dos nutrientes. *Rev. Bras. Zoot.* 38, 1329-1339. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000700024>.

Rege, J.E.O., Toe, F., Mukasa-Mugerwa, E., Tembely, S., Anindo, D., Baker, R.L., Lahlou-Kassi, A., 2000. Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep. II. Genetic parameters of semen characteristics and their relationships with testicular measurements in ram lambs. *Small Rum. Res.* 37, 73-187. [https://doi.org/10.1016/s0921-4488\(00\)00140-1](https://doi.org/10.1016/s0921-4488(00)00140-1).

Rocha, E.F., Dias, R.F.F., Souza, J.G. de, Santos, J.R.S., Silva, G.A., Roberto, J.V.B., Menezes, D.J.A., 2018. Scrotum bipartite in sheep as a parameter indicative of adaptation to semi-arid climates: A thermographic and reproductive study. *Theriogenology.* 121, 91–96. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.07.029>.

Santiago-Moreno, J., Gomez-Brunet, A., Gonzalez-Bulnes, A., Toledano-Dyáz, A., Malpoux, B., Lopez-Sebastian, A., 2005. Differences in reproductive pattern between wild and domestic rams are not associated with interspecific annual variations in plasma prolactin and melatonin concentrations. *Domestic Anim. Endoc.* 28, 416-429. <http://dx.doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.02.002>.

Sejian, V., Bagath, M., Krishnan, G., Rashamol, V.P., Pragna, P., Devaraj, C., Bhatta, R., 2019. Genes for resilience to heat stress in small ruminants: A Review. *Small. Rumin. Res.* 173, 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.02.009>

Silva, G.A., Souza, B.B., Silva, E.M.N., 2015. Adaptabilidade de ovinos e estratégias para amenizar os efeitos do clima em regiões tropicais. *J. Anim. Behav. Biomet.* 3, 20-27. <http://dx.doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v4n2p50-54>.

Vieira Neto, M.F., Brito, B.F., Sousa, M.S., Salles, M.G.F., Viana Neto, A.M., Nunes, J.F., Freitas, V.J.F., Araújo, A.A. 2021. Testicular thermography and seminal quality in bucks submitted to intermittent scrotal insulation in a tropical climate. *Semina: Ciênc. Agrár.* 42, 721-734. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n2p721>.

**Table 1.** Chemical composition of ingredients used in experimental diets

Ingredients	Chemical composition (g/kg DM)				
<b>Rainy season</b>					
<b>Concentrate</b>	<b>DM</b>	<b>Ash</b>	<b>CP</b>	<b>NDF</b>	<b>ADF</b>
Ground corn	953	18,3	74.0	306	177
Soybean meal	912	68.0	444	291	233
<b>Roughage</b>					
Massai grass	504	91.5	74.6	767	337
<b>Dry season</b>					
<b>Concentrate</b>					
Ground corn	908	24.2	82.5	295	40.8
Soybean meal	912	68.0	444	291	233
<b>Roughage</b>					
Sorghum silage	305	60.9	40.8	637	341

DM= Dry matter, CP= Crude protein, NDF= Neutral detergent fiber, ADF= Acid detergent fiber.

**Table 2.** Ingredient proportion and chemical compositions of concentrate

Ingredient proportion (g/kg DM)					
Ground corn	682				
Soybean meal	275				
Mineral mixture	43,0				
Chemical composition (g/kg DM)					
	<b>DM</b>	<b>Ash</b>	<b>CP</b>	<b>NDF</b>	<b>ADF</b>
Rainy season	944	74.2	172	289	184
Dry season	913	78.2	178	281	92,0

DM= Dry matter, CP= Crude protein, NDF= Neutral detergent fiber, ADF= Acid detergent fiber.

**Table 3.** Means of rectal temperature (RT) and testicular surface temperatures (TST) of sheep of the Soinga genetic group at different times and shifts in the Brazilian semiarid region.

Item			Season		Shift		CV%
			Rainy	Dry	Morning	Afternoon	
RT °C			39.1a	39.1a	38.9b	34.9a	0.68
	P1	ME	35.5b	36.9a	35.9b	36.5a	1.77
		MA	36.3b	37.5a	36.5b	37.3a	1.69
TST °C	P2	ME	35.0b	36.2a	35.4b	35.9a	1.67
		MA	35.7b	36.8a	36.0b	36.6a	1.74
	P3	ME	34.0b	35.1a	34.5a	34.7a	1.62
		MA	34.7b	35.8a	35.1a	35.4a	1.69
	P4	ME	32.6b	33.9a	33.1a	33.4a	2.24
		MA	33.1b	34.3a	33.5a	33.9a	2.15

Means followed by different letters on the line differ statistically from each other by the Tukey test ( $P < 0.05$ ). P1 = neck region; P2 = proximal region; P3 = medial testis; P4 = tail of the epididymis.



**Table 4.** Means of scrotal circumference (SC) (cm), left testis length - CTE (cm), right testis length - CTD (cm) of sheep of the Soinga genetic group at the beginning and end of the rainy and dry season in the Brazilian semiarid region.

Item	Rainy season		Dry season		SEM
	Early	Late	Early	Late	
SC (cm)	30.87a	31.00a	31,37a	31,50a	0.76
CTE (cm)	11.62a	11.37a	11.50a	11.62a	0.40
CTD (cm)	12.25a	12.25a	12.50a	12.62a	0.26

Means followed by different letters in the line differ statistically from each other by the Tukey test ( $P < 0.05$ ). SEM = standard error of the mean

**Table 5.** Means of swirl (0-5), motility (%), Vigor (0-5), concentration ( $10^9/\text{mL}$ ), major defects (DMa), minor defects (DMe) and total sperm defects (%) of sheep in the group genetic Soinga in the beginning and end of the rainy and dry season in the Brazilian semiarid region.

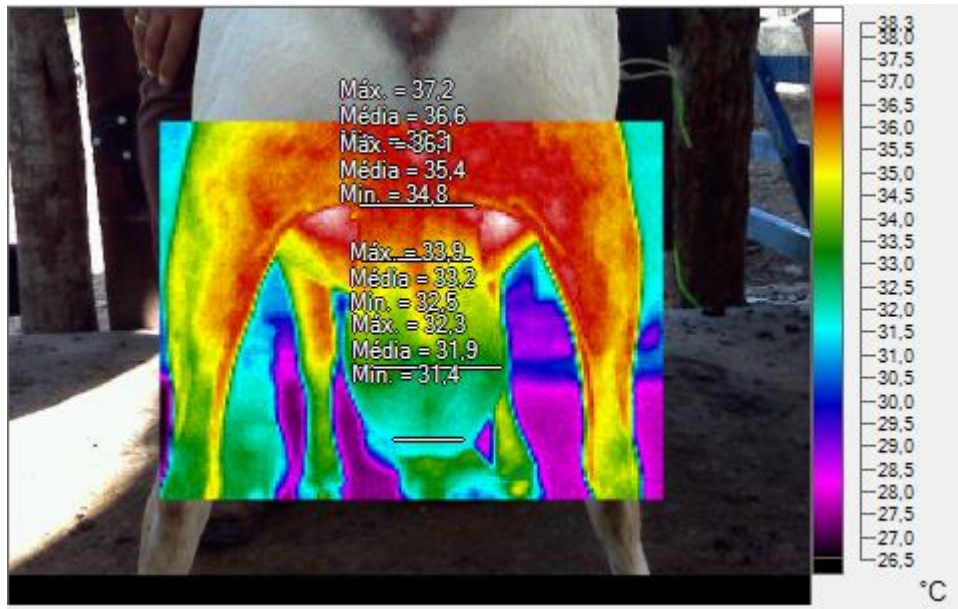
Item	Rainy season		Dry season		EPM
	Early	Late	Early	Late	
Swirl (0-5)	3.75a	3.12a	3.12a	3.75a	0.28
Motility (%)	80.62a	77.50a	76.25a	78.75a	2.94
Vigor (1-5)	4.00a	3.75a	4.12a	3.62a	0.21
Concentration ( $10^9/\text{mL}$ )	239a	239a	220a	252a	38.1
DMa (%)	1.00a	1.83a	0.50a	2.87a	0.61
DMe (%)	0.37b	1.16ab	3.00a	1.12ab	0.60
Total (%)	1.37a	2.33a	3.50a	4.00 a	0.87

Means followed by different letters in the line differ statistically from each other by the Tukey test ( $P < 0.05$ ). SEM = standard error of the mean.

**Table 6.** Means of hormones Triiodothyronine - T3 (ng/mL), Thyroxine - T4 (ng/mL), cortisol (ng/mL) and testosterone (pg/mL) of sheep of the genetic group Soinga at the beginning and end of the rainy and dry season in Brazilian semiarid.

Item	Rainy season		Dry season	
	Early	Late	Early	Late
T3 (ng/mL)	1.38±0.33a	1.37±0.33a	0.49±0.07a	0.47±0.09a
T4 (ng/mL)	59.5±0.92a	45.8±0.81a	25.1±0.62a	25.8±0.40a
Cortisol (ng/mL)	22.8±1.74a	16.7±1.66a	15±0.78a	14.7±0.80a
Testosterone (pg/mL)	6.66±3.224b	6.66±4.894b	8.79±5.68ab	11.06±5.74a

Means followed by different letters in the line differ statistically from each other by the Tukey test ( $P < 0.05$ ).



**Figure 1.** Thermogram demonstrating the location of markers to assess temperature of the ram's testicular surface.

**Highlights**

- Testosterone levels were higher in the dry season.
- Seminal quality showed little variation in the evaluated times.
- Soinga sheep proved to be satisfactory for reproductive activity.

### **CAPÍTULO III:**

**Características do sêmen de ovinos do grupo genético Soinga pós-congelação nos períodos chuvoso e seco no semiárido nordestino brasileiro**

Trabalho a ser submetido à Revista  
Theriogenology (ISSN: 0093-691x),  
Qualis A1.

**Semen characteristics of sheep of the genetic group Soinga after freezing in the rainy  
and dry seasons in the semiarid region of Northeast Brazil**

Luanna Figueirêdo Batista<sup>a\*</sup>, Bonifácio Benício de Souza<sup>a</sup>, Valdir Morais de Almeida<sup>a</sup>,  
Renato Mesquita Peixoto<sup>b</sup>, Carlos Enrique Peña-Alfaro<sup>a</sup>, Antônio Fernando de Melo Vaz<sup>a</sup>,  
Murilo Duarte de Oliveira<sup>a</sup>, Maycon Rodrigues da Silva<sup>a</sup>, Juliana Paula Felipe de Oliveira<sup>c</sup>,  
Nágela Maria Henrique Mascarenhas<sup>d</sup>, Maria Madalena Pessoa Guerra<sup>e</sup>, Lúcia Cristina  
Pereira Arruda<sup>e</sup>, Thalles Cloves Maciel de Moura<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Postgraduate Program in Animal Science and Health, Department of Veterinary Medicine, Federal University of Campina Grande (UFCG), Avenida Universitária, s/n - Santa Cecília, Patos - PB, 58708-110, Brazil.

<sup>b</sup>Department of Veterinary Medicine, Vale do Salgado University Center, Av. Monsenhor Frota, 609 - Centro, Icó - CE, 63430-000, Brazil.

<sup>c</sup>Department of Animal Science, Federal University of Sergipe, Nossa Senhora da Glória, SE, 49680-000, Brazil.

<sup>d</sup>Doctoral Program in Agricultural Engineering, Department of Agricultural Engineering, Federal University of Campina Grande (UFCG), Campina Grande - PB, 58428-830, Brazil.

<sup>e</sup>Department of Veterinary Medicine, Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), Recife-PE, 52171-900, Brazil.

\*Corresponding author: luannafb1@gmail.com

**ABSTRACT**

The objective was to evaluate the semen characteristics of sheep of the genetic group Soinga after freezing in the rainy and dry seasons in the semi-arid region of Northeast Brazil. Eight sexually mature Soinga rams with a good fertility history were used. Average live weight  $42 \pm 5$  kg and age between one  $\pm$  two years, submitted to a semi-intensive production system with water ad libitum. The experiment was carried out in two seasons, rainy (May and June) and dry (September and October). Semen was collected and frozen at the beginning and end of the wet and dry season, totaling four semen collections per animal. Thawed semen was subjected to kinematic evaluation using computer-assisted sperm analysis, mitochondrial membrane potential, plasma membrane integrity, and acrosomal membrane integrity. The Tukey-Kramer test was performed to compare the means. There was a significant difference ( $p < 0.05$ ) only for the variable BCF between the end of the rainy season and the beginning of the dry season and there was no difference ( $p > 0.05$ ) in the other parameters of sperm kinetics (MT, MP, LCV, VSL, VAP, LIN, STR, WOB and ALH) of post-thawed sperm from Soinga rams at different times. Plasma membrane integrity, high mitochondrial membrane potential and acrosomal membrane integrity of Soinga sires at different times did not differ ( $p > 0.05$ ) among post-frozen sperm. Sheep from the Soinga genetic group did not show differences between seasons in post-thaw seminal quality in a tropical environment.

**Keywords:** kinematic parameters, small ruminants, seasonality, fluorescent probes.



## 1 INTRODUCTION

The cryopreservation of ram semen is a valuable tool for the distribution of genetic material, improving the quality of the herd in terms of genetic, zootechnical and economic values [5]. This biotechnology allows significant advances in the preservation and multiplication of several species and use for several studies [14].

To increase male performance, biotechniques involving the cryopreservation of sheep semen have been gaining more and more attention because, in addition to providing an easily accessible genetic bank, they allow the best use of males with favorable productive characteristics.

The productive and reproductive performance can be influenced by some factors, especially in tropical and subtropical conditions, among them, the plasma testosterone concentration, sexual behavior, weight and testicular volume, which can vary throughout the year, and interfere in the parameters of semen quality [2, 3, 25, 29].

Knowing these characteristics, the evaluation of semen quality becomes essential. In the *in vitro* evaluation of seminal quality, it is possible to verify the potential of this or the sire and the results are likely to be used not only in research, but also for artificial insemination programs [14]. Furthermore, fertility may differ between sheep and between ejaculates from the same animal. Modifications of seminal plasma components can be attributed to semen freezing periods (dry or rainy) and to the availability of food that compromise viability and fertility [24].

The evaluation of the quality of a seminal sample through the execution of joint techniques for the different sperm characteristics is the best way to indicate whether this semen has fertilizing potential [7, 26].

The Soinga genetic group is already considered by breeders as a noble breed, with characteristics suitable for breeding in the Brazilian semi-arid region, with emphasis on resistance and precocity. However, research is still needed to prove all the responses described by the producers, for better knowledge and production [18].

Thus, due to the lack of data on this genetic group, as well as characteristics of semen cryopreserved at different times, the objective was to evaluate semen characteristics of sheep of the genetic group Soinga after freezing in the rainy and dry periods in a semi-arid region.

## **2 MATERIAL AND METHODS**

### *2.1 Ethical considerations*

This study was carried out in accordance with the recommendations in the Guide for the National Council for the Control of Animal Experimentation and all procedures were approved by the Committee on the Ethics of Animal Experiments of the Federal University of Campina Grande (Permit Number: 68-2019).

### *2.2 Location, animals and experimental desing*

The experiment was carried out in two seasons, rainy (May and June) and dry (September and October) at Fazenda Soledade, Rio Grande do Norte, Brazil (5° 48' 40" South, 35° 33' 10" West, 100 m altitude), characterized by having an Aw climate, according to the Köppen classification, with an average temperature of 31.4 °C and a minimum of 21.5 °C and an average relative humidity of 73% (Climate-data .org 2022). The average rainfall in the rainy season is 244 mm and in the dry season 12 mm.

Eight male, non-castrated Soinga sheep, average body weight  $42 \pm 5$  kg and aged between 1 and 2 years, were used in a semi-intensive production system with water ad libitum. The diet offered to the animals was different in the two seasons (Table 1), being offered in the rainy season as forage of Massai grass (*Panicum maximum* cv. Massai) and in the dry season the forage offered was sorghum silage (*Sorghum bicolor*). The concentrate offered had the same composition in both seasons (Table 2), as recommended by the NRC (2007).

The experimental animals were grouped in a completely randomized design, with two treatments (period of the year) and eight replications (animals), and previously submitted to general clinical examination and andrological examination.

### *2.3 Collection, evaluation and cryopreservation of semen*

The ejaculate was obtained using an electroejaculator (Autojac®, Neovet®, Uberaba, Brazil) in manual automatic mode. Semen was collected at the beginning and end of the rainy and dry season, totaling four semen collections per animal.

Immediately after collection, ejaculates were evaluated using macroscopic and microscopic analysis under a standard light microscope (10x magnification, Olympus, Japan).

Then, ejaculates with  $\geq 70$  % motility were subjected to evaluation of sperm concentration according to [5].

After evaluation, the semen was diluted in Bovimix® (Nutricell, Campinas, São Paulo, Brazil) to a final concentration of  $200 \times 10^6$  spermatozoa/mL, packed in 0.25 mL straws and frozen in an automated system (TK 3000®, TK Freezing Technology Ltd., Uberaba, Brazil). The cooling curve was adjusted for a temperature reduction from  $-0.25$  °C/min to  $5$  °C, remaining at this temperature for 120 min (stabilization time). Then, the freezing curve was started, with a reduction of  $-20$  °C/min until reaching  $-120$  °C, at which time the straws were immersed and stored in liquid nitrogen ( $-196$  °C) [4].

#### *2.4 Thawing and semen analysis*

At the time of analysis, two samples from each animal were thawed in a water bath ( $37$  °C for 30 s), pooled and incubated at  $37$  °C for 5 min. Then, the samples were diluted (1:3) in Tris buffer (375 mM Tris, 124 mM citric acid, 41.6 mM fructose, pH 6.8) Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) and subjected to evaluation for kinematics using computer-assisted sperm analysis (CASA), mitochondrial membrane potential (MMP), plasma membrane integrity (PMi) and acrosomal membrane integrity (ACi).

To study the kinematic parameters, an aliquot ( $2.5$   $\mu$ L) of semen was placed on a slide and covered with a coverslip ( $18 \times 18$  mm); both were preheated ( $37$  °C) and evaluated under a common optical microscope (100x magnification, Eclipse 50i, Nikon, Japan). Sperm images were captured with a Basler A312FC digital camera (Basler Vision Technologies, Germany).

At least five random fields were chosen, recording at least 500 sperm. The parameters evaluated using the SCA™ software version 5.1 (Microptics, SL, Barcelona, Spain) were: total motility (MT, %), progressive motility (MP, %), linearity (LIN, %), straightness (STR, %), sway index (WOB, %), curvilinear velocity (VCL,  $\mu$ m/s), straight line velocity (VSL,  $\mu$ m/s), average trajectory velocity (VAP,  $\mu$ m/s), lateral displacement of the head (ALH,  $\mu$ m) and crossbeat frequency (BCF, Hz).

Mitochondrial membrane potential (PMM) was assessed, using a lipophilic cationic fluorochrome (JC-1). For each treatment an aliquot ( $10$   $\mu$ L) of the sample was diluted in  $30$   $\mu$ L of Tris buffer, stained with  $5.0$   $\mu$ L JC-1 and incubated for 10 min ( $25$  °C). Two hundred sperm were evaluated using BP 450-490 nm excitation and LP 515 nm emission filters at  $\times 400$  magnification using an epifluorescence microscope (Carl Zeiss, Göttingen, Germany). Sperm

with an orange-stained midpiece were considered to have high PMM, while sperm with a green midpiece were considered to have a low PMM [4].

Plasma membrane integrity (iMP) was assessed by the double staining method [4], using carboxyfluorescein diacetate (DCF) and propidium iodide (PI). For each treatment, an aliquot sample (10  $\mu$ L) was diluted in 30  $\mu$ L of Tris buffer, stained with 5.0  $\mu$ L of DFC and 5.0  $\mu$ L of PI and incubated for 10 min (25 °C). Two hundred sperm were evaluated using excitation filters biparietal diameter (DBP) 485/20 nm and DBP 580–630 nm at 400 $\times$  magnification using an epifluorescence microscope (Carl Zeiss). Sperm stained green were considered intact and those stained red were considered membrane damaged.

For each treatment, an aliquot (10  $\mu$ L) of the sample was used to make a smear, air dried, stained with 30  $\mu$ L FITC-PNA and incubated in a humid chamber at 4 °C for 15 min in the dark. Then the slides were immersed in phosphate buffer saline (PBS) twice and air dried. Immediately before evaluation, 5  $\mu$ l of mounting medium (4.5 ml glycerol, 0.5 ml PBS and 5.0 mg p-phenylenediamine) was placed on the slide and then covered with a coverslip. Two hundred sperm were evaluated using an excitation filter BP 450-490 nm and emission LP 515 nm at 400 $\times$  magnification using an epifluorescence microscope (Carl Zeiss). Spermatozoa in which the acrosome was stained fluorescent green were considered to be intact acrosome. When only the equatorial region of the sperm head was green fluorescent or when fluorescence was absent, the spermatozoa were considered to be damaged acrosome [4].

## 2.5 Statistical analysis

Statistical analyzes were performed using GraphPad prism (version 5.0). Data were tested for normality and variable homogeneity using the Kolmogorov – Smirnov method. Subsequently, data from each experimental group were subjected to analysis of variance (ANOVA) to determine the effects of treatments, with the significance level set at 5%. When significant, the Tukey-Kramer test was performed to compare the means. Results were expressed as mean  $\pm$  standard deviation.

## 3 RESULTS

Among the variables studied, there was a difference ( $p < 0.05$ ) only for the variable BCF between the end of the rainy season and the beginning of the dry season. There was no

difference ( $p > 0.05$ ) for the other kinetic parameters (MT, MP, VCL, VSL, VAP, LIN, STR, WOB and ALH) of post-thawed sperm from Soinga sheep in different seasons (Table 3).

There was no difference ( $p > 0.05$ ) between post-thawed spermatozoa regarding plasma membrane integrity, high mitochondrial membrane potential and acrosomal membrane integrity of Soinga sheep in different seasons (Table 4).

#### 4 DISCUSSION

In the present study, it was shown that the BCF was lower in the dry season and higher in the rainy season. This is potentially related to the reduction in sperm activation levels, due to the decrease in cross-flagellar beating, which occurred due to sperm hyperactivation, a characteristic fact of the sperm capacitation process [34]. Furthermore, BCF in the dry season is already something that occurs in the Brazilian Northeast [13] and the values evidenced in this research are similar to others performed under these same conditions [6, 8].

Although total sperm motility did not differ, it should be noted that at all times after thawing it was greater than 29%. These results were satisfactory, as only 20-30% of the sperm remained biologically intact after the freezing and thawing process [28].

A feature of frozen semen is a decline in motility, vigorous progression is exhibited to a lesser extent, and most have a varying degree of impairment [35]. The damages that cryopreservation can cause in sperm are ultrastructural, biochemical and functional and lead to reduced motility and loss of sperm viability [28].

The drop in total motility may be involved by the cryopreservation stress that the cell is subjected to. During the cryopreservation process, sperm damage may occur, which causes reduced motility and morphological integrity, due to the excessive production of reactive oxygen species [32].

It was noticeable that the averages of the variable total motility studied by the CASA system were reduced after cryopreservation. This fact was reported by some authors when evaluating the cryopreservation of ram semen in powdered coconut water-based extender medium (acp-102c) where they found a reduction in almost all motility variables evaluated in the CASA system in cryopreserved semen [9]. In studies involving the dilution of goat semen with TRIS-egg yolk and TRIS-BSA (0.25%, 0.50% and 1.00%), they also found that after the cryopreservation period there was a loss of total sperm motility in all groups: 31.58%, 47.39%, 52.69% and 45.69%, respectively [27].

However, there are reports that total motility and progressive motility tend to present the same pattern, regardless of the season when using Tris-yolk as a diluent [13]. In comparative evaluations of the freezeability of sheep semen in extender based on TRIS-egg yolk with 0%, 0.5% and 1% of OEP (orvus es paste - Equex), in the TRIS extender, the total and progressive motility were of 34% and 24%, respectively [16].

The parameters VCL, VSL, VAP, LIN, STR, WOB, ALH and BCF were constant in the periods evaluated throughout all collections. This indicates that the animals managed to maintain the same pattern in the rainy and dry seasons.

However, the analysis of the parameters ALH, BCF and LIN have to be observed together, as these values are normally used for the kinetic differentiation of sperm subpopulations with high and low progressivity. Higher and lower LIN values of ALH show high progressivity, unlike subpopulations with non-progressive sperm with a movement pattern similar to hyperactivation, which have low LIN and high ALH [11, 22].

The averages of LIN values at close levels express that there were no major changes between collections. The LIN variable is associated with the linear movement pattern of the sperm cell, so the statistical similarity in this variable indicates that both animals maintained a similar pattern of spermatoc movement at different times of the year [20]. It should be noted that LIN is linked to the efficiency of sperm in migrating in cervical mucus [21].

These results are quite satisfactory, considering that, for a good fertility rate, the sperm membrane must be intact so that fertilization is possible [14]. With these characteristics, it can be said that fertility rates are high, as the presence of integral membranes is a prerequisite for events related to fertilization, sperm capacitation, penetration of the oocyte lining, binding to the zona pellucida and the fusion with the oolemma [31]. Animals with high prevalence of sperm with acrosome defects have reduced fertility [12].

In thawed semen, low fertility is largely correlated with the changes (plasma, acrosomal and mitochondrial) through which the sperm membranes undergo during the freezing and thawing processes [19].

In the evaluation of Tris extender supplemented with *Mauritia flexuosa* oil on the quality of goat semen after cryopreservation, the control group presented means of seminal characteristics of plasmatic membrane, mitochondrial and acrosome integrity, 49.72, 34.28 and 39.25, respectively, [14]. These values were lower than those of the present study, showing that the acrosome was well preserved and that the seasons did not influence the quality of spermatozoa submitted to cryopreservation.

The assessment of motility is subjective and limited and still does not correspond solely to the ability of male gametes to fertilize. For this reason, it is extremely important to carry out evaluations of the sperm structure, and although the spermatozoa show movement, their membranes may not be intact [17], as cryopreservation may have affected the percentage of spermatozoa with structural and functional membrane integrity [9].

Additionally, there are reports that freezing and thawing procedures generate negative effects on motility, plasma membrane integrity, acrosome integrity and DNA integrity [1]. However, in the present research this did not occur, and the cryopreservation process did not cause major changes in sperm morphology. This fact raises the hypothesis that these differences observed in previous studies are possibly due to the quality of the semen, as well as the different processing methodologies used.

Sperm generally need to contain their membrane components, organelles and haploid genome intact for conception to occur [30]. Therefore, it is worth emphasizing the importance of evaluating the semen by means of fluorescent probes, which help in the study of the fertilizing potential of the ejaculate. They found that the highest pregnancy rates are obtained when samples with intact plasma and acrosomal membranes and high mitochondrial function are used in artificial insemination [23].

## **5 CONCLUSION**

Sheep breeders of the Soinga genetic group did not show differences between seasons in post-thaw seminal quality exploited in a tropical environment.

### **Conflict of interest**

The authors declare no known conflict of interest.

### **Acknowledgments**

The authors thank Fazenda Soledade for offering the animals to carry out the experiment, as well as facilities and all the employees involved.

### **References**

[1] Alçay S, Toker MB, Gokce E, Ustuner B, Onder NT, Sagirkaya H, et al. Successful ram semen cryopreservation with lyophilized egg yolk-based extender. *Cryobio*. 2015;71:329-333. doi: 10.1016/j.cryobiol.2015.08.008.

- [2] Aller JF, Aguilar D, Vera T, Almeida GP, Alberio RH. Seasonal variation in sexual behavior, plasma testosterone and semen characteristics of Argentine Pampinta and Corriedale rams. *Spanish J Agri Res.* 2012;10:345-352. <https://doi.org/10.30539/iraqijvm.v36i2.502>.
- [3] Al-Ghetaa HFK. Effect of environmental high temperature on the reproductive activity of Awassi ram lambs. *Iraqi J Vet Med.* 2012;36:244-253. <https://doi.org/10.5424/sjar/2012102-389-11>.
- [4] Araújo Silva RAJ, Batista AM, Arruda LCP, Souza HM, Nery IHAV, Gomes WA, et al. Concentration of soybean lecithin affects short-term storage success of goat semen related with seminal plasma removal. *Anim Reprod.* 2019;16:895-901. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-ar2019-0012>.
- [5] Arruda LCP, Araújo Silva RAJ, Monteiro MM, Silva RPF, Oliveira AS, Mergulhão FCC, et al. Avaliação in vitro do sêmen congelado de carneiros com diluidor suplementado com miricetina. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2018;70:153-159. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9671>.
- [6] Arruda LCP, Tobal LFM, Carneiro GF, Guerra MMP. Zinc oxide nanoparticles alter the membrane potential of mitochondria from post-thawed ram spermatozoa. *Small Ruminant Res.* 2021;202:1- 4. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106466>.
- [7] Arruda, RP, Silva DF, Affonso FJ, Lemes KM, Jaimes JD, . Celeghini ECC, Alonso MA, Carvalho HF, Oliveira LZ, Nascimento J. Métodos de avaliação da morfologia e função espermática: momento atual e desafios futuros. *Rev Bras Reprod Anim.* 2011;35:45-151.
- [8] Câmara TS, Sousa Júnior A, Barçante FPS, Silva JHL, Sousa MS, Machado AAC, et al. Comparação da qualidade seminal de caprinos das raças Canindé e Alpina Britânica no Nordeste brasileiro. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2019;71: 1260-1268. doi:10.1590/1678-4162-10297.
- [9] Cavalcante JMM, Brasil OO, Salgueiro CCM, Salmito-Vanderley CSB, Nunes JF. Criopreservação do sêmen ovino em meio diluente à base de água de coco em pó (acp-102c). *Ciênc Anim Bras.* 2014;15: 344-353. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v15i327834>.
- [10] Climate-data.org. Ielmo Marinho clima (Brasil). <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-norte/ielmo-marinho-42746/>; 2022. [Acessado em 30 de junho de 2022].
- [11] Dorado, J.; Molina, I.; Muñoz-Serrano, A.; Hidalgo, M. Identification of sperm subpopulations with defined motility characteristics in ejaculates from Florida goats. *Theriogenology.* 2010;74:795-804. doi: 10.1016/j.theriogenology.2010.04.004.



- [12] Emerick LL, Dias JC, Vale Filho VR, Silva MA, Andrade VJ, Leite TG, et al. Avaliação da integridade de membrana em espermatozóide bovino criopreservado para prever o índice de prenhez. *Cien Anim Bras*. 2011;12:536-546. doi:10.5216/cab.v12i3.9739.
- [13] Frazão Sobrinho JM, Castelo Branco MA, Sousa Júnior A, Nascimento IMR, Mota LHCM, Carvalho YNT, et al. Características do sêmen de carneiros Dorper, Santa Inês e sem padrão racial definido, pré e pós-congelação, nos períodos chuvoso e seco. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2014;66:969-976. <https://doi.org/10.1590/1678-6465>.
- [14] Lima DS, Porfírio KP, Silva JHL, Pacheco WBM, Damasceno TCM, Teixeira LSA, et al. Diluente Tris suplementado com óleo de *Mauritia flexuosa* sobre a qualidade do sêmen caprino após a criopreservação. *Rev Bras Ci Vet*. 2020;27:29-33. doi:10.4322/rbcv.2020.006.
- [15] López A, Söderquist, L, Rodriguez-Martinez H. Sperm viability in ram semen diluted and stored in three different extenders. *Acta Vet. Scand*.1999;40:1-9. doi: 10.1186/BF03547036.
- [16] Maia MS, Azevedo HC, Bicudo SD, Sousa DB, Rodello L. Efeito da adição do Equex-STM ao diluente TRIS-gema na motilidade do espermatozoide criopreservado de carneiro. *Acta Sci Vet*. 2005;33:311-311.
- [17] Maziero, RRD, Crespilho AM, Freitas-Dell'aqua, CP, Dell'Aqua Junior A, Papa FO. Análise de sêmen bovino e sua relação com a fertilidade. *Rev Bras Reprod Anim*. 2009;6:5-10.
- [18] Medeiros FF, Nascimento FS, Mascarenhas NMH, Batista LF, Silva MA, Leopoldino Neto A, et al. Soinga: uma nova raça para produzir no semiárido. In: *As regiões semiáridas e suas especificidades*, Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena, editora, 2019, pág. 202-205.
- [19] Medina VH, Vicente WRR, Esper CR, Malheiros, EB. Uso de sondas Fluorescentes para avaliação da integridade da membrana plasmática de espermatozoides ovinos antes e após a criopreservação. *ARS Vet*. 2000;16:204-209.
- [20] Muiño R, Tamargo C, Hidalgo CO, Peña AI. Identification of sperm subpopulations with defined motility characteristics in ejaculates from Holstein bulls: effects of cryopreservation and between-bull variation. *Anim Reprod Sci*. 2008;109:27-39. doi: 10.1016/j.anireprosci.2007.10.007.
- [21] Oliveira BM, Arruda RP, Thomé HE, Maturana Filho M, Oliveira G, Guimarães C, et al. Fertility and uterine hemodynamic in cows after artificial insemination with sêmen assessed by fluorescent probes. *Theriogenology*. 2014;82:767-772. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.06.007>.
- [22] O'meara CM, Hanrahan JP, Donavan A, Fair S, Rizos D, Wade M, et al. Relationship between in vitro fertilisation of ewe oocytes and the fertility of ewes following cervical artificial

insemination with frozen thawed ram semen. *Theriogenology*, 2005;64:1797-1808. doi: 10.1016/j.theriogenology.2005.04.009.

[23] Palacios C, Álvarez S, Martín-Gil J, Abecia JA. Plasma hormonal levels of rams are affected by sexual activity and confinement in a semen collection centre. *ARC J Anim Vet Sci* 2016;2:15-21. doi: 10.1186/BF03547036.

[24] Peris, SI, Morrier A, Dufour M, Bailey JL. Cryopreservation of ram semen facilitates sperm DNA damage: relationship between sperm andrological parameters and the sperm chromatin structure assay. *Journal of Andrology, Lawrence*, v.25, p.224-233, 2004. doi: 10.1002/j.1939-4640.2004.tb02782.x.

[25] Rodrigues, BA, Rodrigues, JL. Efeito da adição de diferentes concentrações de Albumina Sérica Bovina (BSA) ao diluidor à base de Tris sobre a viabilidade in vitro do sêmen canino criopreservado. *Arq Facul Vet UFRGS*. 1998;26:32-49.

[26] Salamon S, Maxwell, WMC. Frozen estorage of ram semen II. Causes of low fertility after cervical insemination and methods of improvement. *Anim Reprod Sci*, 1995;38:1-36. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(94\)01328-J](https://doi.org/10.1016/0378-4320(94)01328-J).

[27] Sarlós P, Egerszegi I, Balogh O, Molnár A, Cseh S, Rátky J. Seasonal changes of scrotal circumference, blood plasma testosterone concentration and semen characteristics in Racka rams. *Small Rumin Res*. 2013;11:90-5. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.11.036>.

[28] Silva PFN, Gadella BM. Detection of damage in mammalian sperm cells. *Theriogenology*. 2006;65:958-978. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.09.010>.

[29] Silva RAJA, Batista AM, Arruda LCP, Souza HM, Nery, IHAV, Gomes WA, Soares, PC. et al. Concentration of soybean lecithin affects short-term storage success of goat semen related with seminal plasma removal. *Anim. Reprod.* 2019;16:895–901. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-ar2019-0012>.

[30] Soares AT, Guerra MMP. Efeitos da criopreservação sobre a viabilidade espermática. *Tecnol Cienc Agrop*, 2009;3:53-63.

[31] Tirelli M, Basini G, Grasselli F, Bianco F, Tamanini C. Cryopreservation of pig granulosa cells: effect of FSH addition to freezing medium. *Domest Anim endocrinol*. 2005;28:17-33. doi: 10.1016/j.domaniend.2004.05.007.

[32] Verstegen J, Iguer-Ouada M, Onclin K. Computer assisted semen analyzers in andrology research and veterinary practice. *Theriogenology*. 2002;57:149-179. doi: 10.1016/s0093-691x(01)00664-1.

[33] Watson, PF. The causes of reduced fertility with cryopreserved semen. *Anim Reprod Sci.* 2000;60;481-492. doi: 10.1016/s0378-4320(00)00099-3.

**Table 1-** Chemical composition of the experimental diet ingredients.

Ingredients	Chemical composition (g/kg in MS)				
<i>Rainy season</i>					
<b>Concentrate</b>	<b>MS</b>	<b>MM</b>	<b>PB</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>
Corn, ground grain	953,8	18,3	74	306,5	177
Soybean bran	912,50	68,00	444,80	291,60	233,30
<b>Voluminous</b>					
Massai grass	504,90	91,50	74,60	767,00	337,40
<i>Dry season</i>					
<b>Concentrate</b>					
Corn, ground grain	908,40	24,20	82,57	295,13	40,87
Soybean bran	912,50	68,00	444,80	291,60	233,30
<b>Voluminous</b>					
Sorghum, silage	305,40	60,90	40,80	637,90	341,40

MS= Dry Matter, MM= Mineral Matter, PB= Crude Protein, FDN= Neutral Detergent Fiber, FDA= Acid Detergent Fiber.

**Table 2-** Proportion of ingredients and chemical composition of the concentrate.

Proportion of ingredients (g/kg in DM)					
Corn, ground grain	682				
Soybean bran	275				
Mineral salt	43				
Chemical composition (g/kg in MS)					
	<b>MS</b>	<b>MM</b>	<b>PB</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>
Rainy season	944,4	74,2	172,8	289,2	184,9
Dry season	913,4	78,2	178,6	281,4	92

MS= Dry Matter, MM= Mineral Matter, PB= Crude Protein, FDN= Neutral Detergent Fiber, FDA= Acid Detergent Fiber.

**Table 3-** Kinetic parameters (CASA) of post-thawed spermatozoa from sheep of the Soinga genetic group at the beginning and end of two distinct seasons in the Brazilian northeastern semi-arid region.

Variables	Rainy		Dry	
	Onset	Finale	Onset	Finale
TM (%)	32,7±18,01a	31,5±17,7a	29,7±16,5a	40,4±11,7a
PM (%)	11,06±8,02a	7,83±7,57a	13,5±9,35a	12,4±4,70a
VCL (µm/s)	70,6±20,1a	74,2±22,04a	70,3±9,35a	78,5±15,07a
VSL (µm/s)	38,8±13,6a	36,8±10,20a	43,2±9,72a	41,6±8,48a
VAP (µm/s)	56,4±20,8a	55,2±19a	56,02±10,80a	59,2±12,01a
LIN (%)	54,1±10,4a	49,8±5,72a	61,6±12,5a	53,7±9,61a
STR (%)	69,1±9,48a	68,2±6,48a	76,6±6,54a	70,6±7,95a
WOB (%)	78,4±11,2a	73,3±6,46a	79,7±11,6a	75,8±9,89a
ALH (µm/s)	2,06±0,68a	2,68±0,33a	2,1±0,82a	2,47±0,40a
BCF (Hz)	8,15±1,72ab	9,88±1,24a	7,52±1,41b	9,12±0,82ab

Different letters on the same line indicate statistical differences ( $p < 0,05$ ). TM: total motility, PM: progressive motility, VCL: curvilinear velocity, VSL: straight speed, VAP: average trajectory speed, LIN: linearity, STR: straightness, ALH: lateral displacement of the head, BCF: frequency of cross beat.

**Tabela 4-** Integrity of plasma membrane (MPi), high potential of mitochondrial membrane (MMP), and acrosomal membrane integrity (ACi) of post-thawed spermatozoa from sheep of the Soinga genetic group at the beginning and end of two distinct seasons in the Brazilian northeastern semiarid region.

Variables	Rainy		Dry	
	Onset	Finale	Onset	Finale
MPi (%)	45,3±18,3a	48,4±15,5a	43,2±12,4a	42,6±10,16a
MMP (%)	44,1±22,03a	61,08±12,9a	51,7±17,06a	52,25±13,16a
ACi (%)	91±7,99a	81,4±18,2a	83,6±19,25a	85,5±17,7a

Different letters on the same line indicate statistical differences ( $p < 0.05$ ).

**Highlights**

- Observation of kinematic parameters and fluorescent probes were performed.
- Evaluation of seminal quality in two freezing seasons in a tropical environment.
- Soinga sheep showed no differences in post-thaw seminal quality.



## **CONCLUSÃO GERAL**

Os ovinos do grupo genético Soinga foram capazes de manter a homeotermia em condições climáticas do semiárido nas diferentes épocas do ano (chuvosa e seca). Apesar de terem ocorrido alterações nos parâmetros do perfil bioquímico, a maior parte desses parâmetros permaneceu dentro dos padrões preconizados para a espécie, confirmando a adaptabilidade fisiológica desse grupo genético às condições do semiárido brasileiro.

Na resposta hormonal, não apresentaram grandes variações durante as duas épocas, exceto em relação a testosterona que se mostrou elevada na estação seca. Todavia, a qualidade seminal permaneceu dentro da normalidade para espécie ao longo dos períodos avaliados, considerada satisfatória para a atividade reprodutiva. Na avaliação do sêmen descongelado, não apresentaram diferenças entre épocas na qualidade seminal pós-descongelamento explorados em ambiente tropical.