



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**ANSELMO ALVES LUSTOSA**

**EFEITO DA SUPERALIMENTAÇÃO E SUPLEMENTAÇÃO SOBRE A  
CAPACIDADE REPRODUTIVA DE CARNEIROS *DORPER***

**Teresina  
2021**

**ANSELMO ALVES LUSTOSA**

**EFEITO DA SUPERALIMENTAÇÃO E SUPLEMENTAÇÃO SOBRE A  
CAPACIDADE REPRODUTIVA DE CARNEIROS *DORPER***

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí-UFPI como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

**Área de Concentração:** Sanidade e Reprodução Animal.

**Orientador:** Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa.

**Teresina  
2021**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Universidade Federal do Piauí**  
**Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias**  
**Serviço de Processos Técnicos**

L972e Lustosa, Anselmo Alves.

Efeito da superalimentação e suplementação sobre a capacidade reprodutiva de carneiros Dorper / Anselmo Alves Lustosa. -- 2021.  
109 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Teresina, 2021.

“Orientador: Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa.”

1. Nutrição animal. 2. Reprodução animal. 3. Ovinos – Alimentação e rações – Dorper. I. Costa, Amilton Paulo Raposo.  
II. Título.

CDD 636.308 5

**Bibliotecária: Thais Vieira de Sousa Trindade - CRB3/1282**

**ANSELMO ALVES LUSTOSA**

**EFEITO DA SUPERALIMENTAÇÃO E SUPLEMENTAÇÃO SOBRE A  
CAPACIDADE REPRODUTIVA DE CARNEIROS DORPER**

**Área de Concentração:** Sanidade e Reprodução Animal.

**Linha de Pesquisa:** Morfofisiologia, Fisiopatologia, Biotécnicas de Reprodução e Fisiopatologia do Estresse.

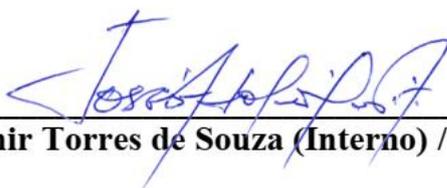
**Orientador:** Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa.

**Aprovado em 21 de setembro de 2021.**

**BANCA EXAMINADORA**



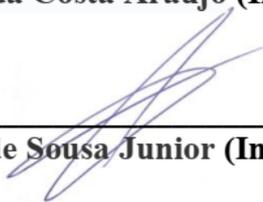
**Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa (Presidente) / DMV/CCA/UFPI**



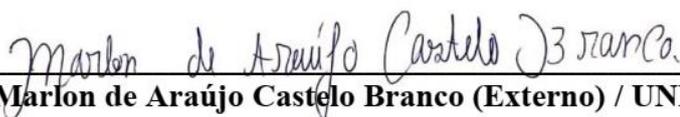
**Prof. Dr. José Adalmir Torres de Souza (Interno) / DCCV/CCA/UFPI**



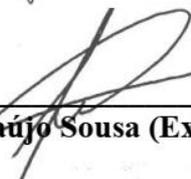
**Prof. Dr. Daniel Louçana da Costa Araújo (Interno) / DZO/CCA/UFPI**



**Prof. Dr. Antônio de Sousa Junior (Interno) / CTT/UFPI**



**Prof. Dr. Marlon de Araújo Castelo Branco (Externo) / UNINASSAU**



**Prof. Dr. Francisco das Chagas Araújo Sousa (Examinador Externo) / UESPI**

Dedico este trabalho à minha mãe  
**Maria José**, à minha esposa **Nayla** e  
ao meu amado filho **João Pedro**,  
fontes infinitas de amor e inspiração.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Criador, pelo dom da vida e proteção constante à saúde física e mental.

À Universidade Federal do Piauí por ser o meu segundo lar, instituição que abriga meu trabalho e formação profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias pelo apoio essencial recebido ao longo dessa formação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Amilton Raposo pela orientação cortês, atenta e resolutiva.

Em especial ao Prof. Dr. Antônio de Sousa Jr pela imensa contribuição teórica e prática em todas as etapas da pesquisa.

Aos professores que fizeram importantes contribuições em algumas etapas da pesquisa: Ana Lis Barrada Mineiro; Arnaud Azevedo Alves; Daniel Louçana da Costa Araújo; Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo; Janaína de Fátima Saraiva Cardoso; José Adalmir Torres; Michel Muálem de Moraes Alves; José Lindenberg Sarmiento; Maria Christina Sanches Muratori; Maria Elizabete de Oliveira; Nayla Andrade Barboza; Silvana Maria Medeiros.

À toda equipe de coleta e análise de dados que contribuiu tecnicamente de maneira fundamental para a obtenção e análise dos resultados desta pesquisa: Amanda Priscila Maia Souza; Ana Milena César Lima; Andrezza Braga Soares da Silva; Dalvan Fortaleza Alencar; Edgar Alves Araujo Junior; Eveny Silva de Melo; Filipe Bispo Lima; Francisco da Chagas Cardoso Júnior; Ingrid de Moraes Araújo; Jefferson Hallisson Lustosa da Silva; João Farias de Sousa Júnior; Marcos Celestino de Sousa Filho; Marcos Samuel Lopes da Silva; Marlene Sipaúba de Oliveira; Misael das Virgens Santana; Muriel Alves Carvalho; Sérgio Paulo Lima Guerra; Renan Paraguassu de Sá Rodrigues; Roniele Araújo de Sousa; Sérgio Henrique Costa Júnior; Maria Michele Araújo de Souza; Nayara Kelen Miranda dos Santos; Nataly de Jesus de França Lima; Rafael Gomes Abreu Bacelar; Yago Gabriel da Silva Barbosa.

Aos funcionários de todos os setores e instituições mencionados pela contribuição constante e essencial ao bom funcionamento da UFPI.

Ao proprietário do Sítio São Félix, Senhor Isaías Félix do Nascimento que gentilmente cedeu o sítio e equipe de tratadores à realização da pesquisa. A estes também meus sinceros agradecimentos.

*Clink clink clink clink ...  
Tubos de ensaio tagarelando  
ao longo da linha de produção cromada.  
Brilhando sob fluorescência falsa  
cantarolando em harmonia  
com os motores magnéticos  
de esteiras transportadores, centrífugas e eixos.  
Bolhas biológicas de gametas,  
frascos de biologia vil,  
uma tempestade de espermatozoides e óvulos,  
ordenadamente confinado a um útero de pirex.  
Organizado, higienizado, harmonizado.  
Fertilização fordista.  
Todos iguais sob a Ford.  
Ou pelo menos até seu destino e fortuna  
são forçados e fixados em quarenta metros.  
Não a natureza (abominável),  
não nutrir (nojento),  
não o que você sabe,  
não quem você conhece,  
mas a sua viabilidade celular.  
Destino por DNA.*

(baseado no livro de Aldous Huxley "Admirável Mundo Novo")

LUSTOSA, A. A. **EFEITO DA SUPERALIMENTAÇÃO E SUPLEMENTAÇÃO SOBRE A CAPACIDADE REPRODUTIVA DE CARNEIROS DORPER.** 2021. 109f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2021.

### RESUMO

A raça *Dorper* é apontada na literatura como um genótipo novo e que possui altas taxas de crescimento, grande musculosidade, facilidade de acúmulo de gordura corporal e excelente adaptabilidade ao clima tropical. Historicamente, essas características agregam muito valor comercial aos animais de produção e por isso a raça foi disseminada rapidamente entre os criadores de elite. Nesse contexto, o manejo nutricional direcionado à engorda excessiva das matrizes e reprodutores da raça *Dorper* é prática comum em período prévio à comercialização em exposições, leilões e eventos de premiação de criadores, embora este tipo de prática possa comprometer a sanidade e bem-estar animal. Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da superalimentação e suplementação sobre a capacidade reprodutiva de carneiros da raça *Dorper* Puros de Origem (PO) em regime intensivo de manejo, analisando parâmetros relacionados às: condições bioclimáticas, manejo nutricional e sanitário, parâmetros morfofisiológicos, qualidade seminal, libido e capacidade de serviço, e sanidade. O experimento se iniciou com 30 animais que passaram por um período de 90 dias para adaptação ao regime intensivo de manejo e treinamento para coleta de sêmen e demais variáveis do estudo. Em seguida, os animais foram submetidos a um período de 116 dias de alimentação com duas dietas distintas. Nessa etapa, 22 carneiros foram divididos em 02 grupos de 11 animais: o grupo I recebeu uma Dieta de Manutenção (DM) e o grupo II uma Dieta de Superalimentação e Suplementação (DSS) composta por elevados níveis de energia, proteína e suplementação com polivitamínicos. Ao final da pesquisa se observou que os animais alimentados com a dieta de manutenção no período de 90 dias, em regime intensivo de manejo, tiveram ganhos significativos de peso, tamanho de carcaça, perímetro escrotal, volume testicular e acúmulo de gordura corporal. Por outro lado, verificou-se um nível considerável de adoecimento dos animais, com observação de casos de acidose ruminal que levou dois animais ao óbito. Nesse período, a qualidade seminal não evoluiu com o avanço da maturidade sexual como era esperado. No período de 116 dias observou-se que as dietas não diferiram significativamente na morfofisiologia dos grupos, promovendo elevado escore corporal e padrão estético típico da ovinocultura de elite. As duas dietas associadas ao manejo intensivo prolongado resultaram em acúmulo excessivo de gordura corporal, especialmente escrotal, que sob as condições climáticas limítrofes observadas, podem ter promovido incremento da temperatura testicular, comprometendo a espermatogênese e desencadeado os seis casos de degeneração testicular ocorridos durante da pesquisa. Em relação a qualidade seminal, observou-se que a cor, aspecto, o volume e os defeitos espermáticos não foram afetados pelas dietas. Já o vigor, movimento massal e motilidade progressiva ficaram abaixo dos padrões de normalidade para os dois grupos experimentais. Os carneiros que receberam dieta de superalimentação e suplementação apresentaram maior comprometimento da sanidade e pior desempenho da libido e capacidade de serviço. Os resultados da pesquisa permitiram sugerir que carneiros jovens da raça *Dorper* submetidos a dietas com elevados níveis de concentrado em manejo intensivo possuem excelente ganho de peso, de escore e estética corporal, entretanto, a prática é potencialmente danosa a sanidade e capacidade reprodutiva.

**Palavras chave:** Ovinos *Dorper*, nutrição animal, reprodução animal, sanidade.

LUSTOSA, A. A. **EFFECT OF OVER FOOD AND SUPPLEMENTATION ON THE REPRODUCTIVE CAPACITY OF DORPER RAMS** 2021. 109f. Thesis (PhD in Animal Science) – Postgraduate Program in Animal Science, Federal University of Piauí, Teresina, 2021.

### **ABSTRACT**

Dorper breed is identified in the literature as a new genotype that has high growth rates, great muscle, easy accumulation of body fat and excellent adaptability to the tropical climate. Historically, these characteristics added a lot of commercial value to farm animals and allowed the animals to be quickly disseminated among elite breeders. In this context, nutritional management aimed at excessive fattening of Dorper breeders is a common practice prior to marketing at exhibitions, auctions, and breeder award events, although this type of practice may compromise animal health and welfare. This study aims to evaluate the effect of overfeeding and supplementation on the reproductive capacity of Dorper Purebred (PO) rams under intensive management, analyzing parameters related to bioclimatic conditions, nutritional and sanitary management, morphophysiological parameters, seminal quality, libido and serviceability, and sanity. The experiment began with 30 animals that underwent a period of 90 days to adapt to the intensive management and training regime for semen collection and other variables. Afterwards, the animals were submitted to a period of 116 days of feeding with two different diets. At this stage, 22 rams were divided into 02 groups of 11 animals: group I received a Maintenance Diet (MD) and group II a Super feeding and Supplementation Diet (SSD) consisting of high levels of energy, protein, and supplementation with multivitamins. At the end of the research, it was observed that the animals fed the maintenance diet for a period of 90 days, under intensive management regime, had significant gains in weight, carcass size, scrotal circumference, testicular volume, and accumulation of body fat. On the other hand, there was a considerable level of illness in the animals, with observation of cases of ruminal acidosis that led to death in two animals. During this period, seminal quality does not evolve with advancing sexual maturity as expected. During the 116 days, it was observed that the diets did not differ significantly in the morphophysiology of the groups, promoting a high body score and typical aesthetic standard of elite sheep farming. The two diets associated with prolonged intensive management resulted in excessive accumulation of body fat, especially scrotal, which under the observed borderline climatic conditions may have promoted an increase in testicular temperature, compromising spermatogenesis and triggering the six cases of testicular degeneration that were observed during the experiments. Regarding seminal quality, it was observed that color, appearance, volume, and sperm defects were not affected by the diets. On the other hand, vigor, mass movement and progressive motility were below the normal range for the two experimental groups. Rams that received a super feeding and supplementation diet showed greater health impairment and worse performance in libido and service capacity. The results of the study allowed to suggest that young Dorper rams submitted to diets with high levels of concentrate in intensive management have excellent weight gain, score and body aesthetics. However, the practice is potentially harmful to the health and reproductive capacity.

**Keywords:** Dorper rams, animal nutrition, animal breeding, sanity.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I:

**FIGURA 1:** Acúmulo de gordura escrotal em carneiro *Dorper* ao final do experimento, que apresentava também astenozoospermia.....35

### CAPÍTULO II:

**FIGURA 1:** Accumulation of hypodermic fat in a ram from the SSS group that evolved with a drastic decrease in seminal quality throughout the experiment.....55

**FIGURA 2:** Ram from the SSD group with typical testicular degeneration.....57

**FIGURA 3:** Posterior view thermography with temperature gradients between the anus and the upper, middle, and lower parts of the scrotum.....61

### CAPÍTULO III:

**Figure 1:** Percentage results of the libido and serving capacity tests of the MD and SSD groups at the experiment outset.....98

**Figure 2:** Percentage results of the test of libido and serving capacity of the MD and SSD groups at the end of the experiment.....99

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I:

<b>TABELA 1:</b> ITU, Frequência Respiratória, Frequência Cardíaca e Temperatura Retal no início e final do experimento.....	29
<b>TABELA 2:</b> Morfometria corporal verificada no início e ao final do experimento.....	31
<b>TABELA 3:</b> ECC, conformação corporal, peso no início e ao final do experimento.....	32
<b>TABELA 4:</b> Aspectos quantitativos referentes a qualidade seminal no início e ao final do experimento.....	33

### CAPÍTULO II:

<b>TABELA 1:</b> BSC, weight, daily weight gain, scrotal circumference and testicular volume throughout the experimental period based on the DM and DSS Diets.....	50
<b>TABELA 2:</b> Quantitative aspects of semen at the beginning and at the end of the experiment, as a function of SSD and MD diets.....	53
<b>TABELA 3:</b> THI, rectal temperature (RT), thermographic temperatures of the anus, upper scrotum (US), middle scrotum (MS) and lower scrotum (LS), temperature differences between the anus and the upper, middle, and lower parts of the scrotum, performed in the shade for the collections at the outset and at the end of the experiment, according to the MD and SSD diets.....	59
<b>TABELA 4:</b> Lipid content in the proximate composition of the testes according to diet, occurrence of testicular degeneration and seminal quality throughout the experiment.....	63

### CAPÍTULO III:

<b>Table 1:</b> Weight, BSC and scrotal circumference at the outset and at the end of the experiment according to the MD and SSD diets.....	97
<b>Table 2:</b> Time elapsed in seconds from the libido and serving capacity test at the outset and end of the experiment according to the MD and SSD Diet.....	100
<b>Table 3:</b> Respiratory Rate, Heart Rate and Rectal Temperature before and after the libido test and performance for collections performed at the beginning and at the end of the experiment, according to the DM and DSS diets.....	101

## SUMÁRIO

<b>1- INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2- REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1- Efeito da dieta sobre a capacidade reprodutiva de carneiros.....	16
2.2- Estudos brasileiros sobre a capacidade reprodutiva de carneiros.....	18
2.3- Ovinos <i>Dorper</i> .....	20
2.4- Ultrassonografia do aparelho reprodutor e órgãos anexos .....	20
2.5- Termografia de tecidos biológicos.....	21
<b>3- OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
3.1- Objetivo Geral.....	23
3.2- Objetivos Específicos.....	23
<b>4- ESTRUTURA DA TESE .....</b>	<b>24</b>
<b>5- CAPÍTULO I: Desempenho produtivo e qualidade seminal de carneiros <i>Dorper</i></b>	
<b>em intensivo de manejo.....</b>	<b>25</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>26</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>26</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>27</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>27</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>29</b>
<b>Conclusão.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>
<b>6- CAPÍTULO II: Effect of over food and supplementation on the reproductive capacity</b>	
<b>of dorper rams .....</b>	<b>41</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>42</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>43</b>
<b>Materials and method.....</b>	<b>44</b>
<b>Results and Discussion.....</b>	<b>49</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>65</b>

References.....	66
<b>7- CAPÍTULO III: Libido and serving capacity of Dorper ram under intensive management.....</b>	<b>74</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>75</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>76</b>
<b>Materials and method.....</b>	<b>78</b>
<b>Results.....</b>	<b>82</b>
<b>Discussion.....</b>	<b>85</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>89</b>
<b>References.....</b>	<b>90</b>
<b>8- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>102</b>
<b>REFERÊNCIAS GERAIS.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>108</b>

## 1-INTRODUÇÃO

A ovinocultura tem sido contemplada pelo desenvolvimento tecnológico das últimas décadas, permitindo a transição de uma cultura de subsistência que fornecia suporte proteico às populações locais para a disseminação de tecnologias de manejo e seleção de animais de elevado padrão genético. Assim, o surgimento da chamada ovinocultura de animais de elite agregou a esta atividade um elevado valor econômico com a seleção genealógica que diferencia animais pelo registro dos seus ascendentes (CÂMARA, SILVA, GUERRA, 2015).

Nesse contexto, o manejo nutricional pode comprometer o desempenho reprodutivo de ovinos, através de diversos mecanismos fisiológicos. Segundo Lima *et al.* (2009) a função reprodutiva é umas das primeiras a sofrer com as situações de desequilíbrios nutricionais. Os diferentes nutrientes influenciam a capacidade reprodutiva em função dos seus efeitos sobre o eixo hipotalâmico-pituitário controlando a atividade gonadal, atuando sobre o crescimento testicular e produção espermática, conseqüentemente, alteram a qualidade do sêmen e índices de fertilidade (SIQUEIRA FILHO, 2007).

Na ovinocultura de elite, o manejo nutricional de animais de alto padrão genético geralmente é influenciado pela necessidade de agregar valor de mercado durante a comercialização de matrizes em exposições, leilões e eventos de premiação de criadores. Assim, a superalimentação de carneiros é prática comum, uma vez que o elevado escore de carcaça valoriza comercialmente esses animais, embora esse processo possa comprometer a sanidade e bem-estar animal. Em um estudo realizado por Bester e colaboradores (2004) na África do Sul verificou-se que a qualidade seminal de carneiros da raça *Dorper* superalimentados (gordos) com dietas de alta quantidade de energia apresentaram valores absolutos mais baixos para a qualidade do sêmen (fresco e pós-descongelado).

Alguns autores correlacionam a adiposidade decorrente da superalimentação à diminuição da qualidade seminal, sendo que a efetividade do plexo pampiniforme em promover termorregulação testicular pode ser alterada em animais com tendência a deposição de gordura ao redor do funículo espermático, demonstrando um incremento na temperatura testicular (NUNES, 2005; KASTELIC, 2014; CUNHA *et al.* 2015).

O manejo nutricional inadequado pode promover alterações quantitativas e qualitativas dos componentes teciduais, celulares ou de organelas celulares implicando em alterações fisiológicas para que o organismo sofra adaptação e evolução. Por outro lado, a não adaptação dos animais resulta em patologias diversas, o que torna necessário uma avaliação quantitativa

e qualitativa destes componentes para que estes processos sejam bem entendidos (ROBERTO *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2010).

Neste contexto, a escolha de bons reprodutores é um fator primordial para incremento da produtividade e da rentabilidade de rebanhos, de modo que os machos devem ser selecionados com base na sua sanidade, eficiência reprodutiva e capacidade de adaptação (MELO *et al.*, 2013).

O manejo tecnológico de ovinos de alto padrão genético, embora elitizado e de alto custo, quando conduzido de forma adequada, representa um caminho essencial à melhoria genética e produtividade dos rebanhos. Esta melhoria pode ser benéfica inclusive entre os pequenos produtores através da inseminação artificial com sêmen congelado que é mais acessível (MAIA *et al.*, 2015).

Muitos estudos têm sido realizados mundialmente em rebanhos ovinos para o conhecimento dos determinantes da adaptação, melhoria de produtividade, manejo nutricional e capacidade reprodutiva. Destacam-se os seguintes trabalhos: Zamiri e Khodaei (2005) estudaram a atividade tireoidiana sazonal e características reprodutivas de carneiros da raça cabeça gorda no Irã; Chella, Kunene e Lehloenya (2017) avaliaram a qualidade do sêmen de carneiros Zulu em várias idades e durante diferentes estações na África do Sul; O estudo de Miloud e Karima (2016) avaliou o efeito da suplementação dietética em três raças distintas de carneiros na Argélia; Bester e colaboradores (2004) verificaram a qualidade seminal de carneiros da raça *Dorper* superalimentados (gordos) com dietas de alta quantidade de energia na África do Sul.

Entre os estudos brasileiros sobre a influência de fatores de estresse e determinantes da capacidade reprodutiva de carneiros cabe destacar: Maia, Medeiros e Lima (2011) estudaram a qualidade seminal de carneiros na região nordeste, buscando estabelecer relação entre sazonalidade e aspectos nutricionais; Frazão Sobrinho *et al.* (2014) pesquisaram sobre as características do sêmen de carneiros *Dorper*, Santa Inês e sem padrão racial definido, pré e pós-congelação, nos períodos chuvoso e seco; Maia *et al.* (2015) avaliaram as características seminais e aspectos morfológicos dos testículos de carneiros das raças *Dorper*, Santa Inês e mestiços em condições de clima tropical; Santos *et al.* (2015) avaliaram a influência da estação do ano sobre a estrutura testicular de 10 ovinos sem padrão racial no Sul do Piauí; Lisboa Neto (2017) comparou as características seminais de carneiros da raça Santa Inês e mestiços desta raça com a *Dorper*, submetidos a estresse térmico induzido por insulação escrotal, demonstrando diferenças entre as raças no processo de retorno da atividade espermática normal,

pós insulação, e verificou que os mestiços se recuperaram mais rapidamente aos parâmetros normais quando comparados aos animais da raça Santa Inês.

A análise da literatura permite verificar que inúmeros fatores podem influenciar a capacidade reprodutiva de carneiros frente às diversas condições climáticas típicas do território brasileiro, bem como em relação às diferentes condições de manejo nutricional. Desta forma, estudos a respeito da influência da dieta sobre a capacidade reprodutiva de ovinos pode apontar estratégias mais adequadas de manejo, permitindo potencializar a capacidade produtiva dos rebanhos locais.

Neste contexto, esta pesquisa foi motivada pela observação de que o fenômeno de valorização de carneiros *Dorper* PO com elevado escore de carcaça veio acompanhado da queixa de criadores locais sobre a ocorrência de perda de qualidade seminal e degeneração testicular em parcela significativa de animais. Desta forma, este estudo buscou correlacionar o manejo nutricional com alterações da morfofisiologia e da qualidade seminal de carneiros *Dorper* PO em um ambiente controlado.

Os achados desta pesquisa se encontram em consonância com as evidências científicas de outros estudos que apontam que o manejo nutricional direcionado à engorda excessiva de ovinos pode comprometer: a morfofisiologia do aparelho reprodutor (SIQUEIRA FILHO, 2007; FOURIE *et al.*, 2004); a qualidade seminal e diminuição de libido (BESTER *et al.*, 2004; MAIA, MEDEIROS, LIMA, 2011); estar associada ao surgimento de doenças crônicas e degenerativas como artropatias (SILVA, 2016), alterações hormonais, cálculos renais/vesicais (SOUSA *et al.*, 2011); estresse térmico (McMANUS *et al.*; 2015, Kahwage, 2015). Desta forma, as evidências científicas decorrentes desse estudo poderão evitar o sofrimento desnecessário de futuras gerações de ovinos, com impacto direto na saúde, bem-estar e sobrevida dos animais, além da evidente economia com excesso de alimentos e suplementos.

Espera-se que esse estudo possa trazer contribuições importantes ao manejo de rebanhos ovinos na busca de melhorias e no sustento dessa importante atividade econômica regional. A importância da temática é evidente diante da relevância social e econômica que a ovinocultura possui no Nordeste, uma vez que a atividade responde pela renda de milhares de produtores.

## 2- REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1- Efeito da dieta sobre a capacidade reprodutiva de carneiros.

A influência da dieta no desempenho reprodutivo de carneiros é um aspecto que envolve muitos mecanismos fisiológicos e pode se relacionar com muitos fatores. Os desequilíbrios nutricionais sejam por excesso de alimentação ou por carência nutricional, tendem a influenciar o hipotalâmico-pituitário controlando a atividade gonadal, atuando sobre o crescimento testicular e produção espermática, promovendo alterações da morfologia do aparelho reprodutor e interferindo diretamente no processo de espermatogênese (SIQUEIRA FILHO, 2007; LIMA et al.,2009).

Alguns estudos tem verificado o efeito de diferentes aspectos nutricionais sobre a capacidade reprodutiva de carneiros, sendo possível destacar trabalhos como o de Tufarelli *et al.* (2011) que avaliaram o efeito dos níveis de alimentação sobre as mudanças de peso corporal e os parâmetros do sêmen em 24 carneiros adultos da Sardenha criados em condições intensas em uma área semi-árida do sul da Itália. Estes autores observaram que o volume e a concentração de sêmen foram influenciados positivamente pelo nível de alimentação para o grupo de animais superalimentados, enquanto que não foram observadas diferenças na viabilidade espermática e na circunferência escrotal dos carneiros. Neste estudo, concluiu-se que o nível alimentar com maior suplementação de concentrado resultou em aumento do peso corporal, ingestão alimentar, produção de esperma e qualidade do sêmen.

Em sentido oposto, Fourie *et al.* (2004) investigaram a influência de dois regimes de alimentação sobre certas características reprodutivas de 32 carneiros *Dorper*, divididos em dois grupos homogêneos: 01-criados de forma intensiva e com maior oferta de suplementação alimentar; 02- criados de forma extensiva sem suplementação alimentar. Os autores concluíram que o manejo nutricional teve influência na circunferência escrotal, no peso escrotal, na gordura escrotal, no peso dos testículos e no volume. Os carneiros criados de forma intensiva apresentaram valores morfométricos significativamente maiores, com depósitos de gordura consideráveis no escroto (particularmente no pescoço escrotal). Com relação às características seminais, o grupo criado extensivamente apresentou valores de qualidade seminal superiores. Assim, o estudo sugere que a superalimentação de jovens carneiros da raça *Dorper* poderia prejudicar sua fertilidade.

Miloud e Karima (2016) avaliaram o efeito de um suplemento dietético na qualidade seminal em um grupo de carneiros utilizados para inseminação artificial na Argélia. Foram

utilizados 10 carneiros raça árabe *Ouled Djellal*. A análise da qualidade e quantidade de esperma foi realizada para coleta normal e intensiva, sendo possível observar que os carneiros que receberam uma suplementação alimentar com maior qualidade nutricional apresentaram o volume e a concentração espermática melhores. Os autores concluem sugerindo que a suplementação poderia melhorar significativamente as características quantitativas do sêmen em carneiros *Ouled Djellal* e que a coleta de sêmen pode ser feita diariamente sem que a quantidade de esperma seja afetada.

Com resultados parcialmente diversos Bester e colaboradores (2004) verificaram que é comum na África do Sul alimentar com dietas de alta quantidade de energia carneiros de exposição e leilão, pois os carneiros condicionados (gordos) geralmente obtêm melhores preços. Assim, esses autores avaliaram a qualidade seminal de 24 carneiros da raça *Dorper* superalimentados (gordos) antes e após a criopreservação, com a administração de protocolos distintos de oferta de alimentos. Ao final do experimento os pesquisadores verificaram que os carneiros superalimentados apresentassem valores absolutos mais baixos para a qualidade do sêmen (sêmen fresco e pós-descongelado), porém essas diferenças não eram significativas estatisticamente.

O estudo conduzido por Cunha *et al.* (2012) na Paraíba avaliou a qualidade do sêmen e hematócritos de carneiros da raça Santa Inês, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. Foram utilizados 20 carneiros distribuídos em quatro dietas e alimentados com 0, 20, 30 e 40% do caroço de algodão integral. Os animais que receberam maiores percentuais de caroço de algodão na dieta tenderam a apresentar o sêmen de coloração esverdeada, com aspecto variando de cremoso fino a aquoso. Nas características microscópicas a motilidade espermática progressiva decresceu linearmente com aumento do nível de ingesta de caroço de algodão integral, enquanto o vigor mostrou comportamento quadrático. Os defeitos totais tiveram efeito linear crescente em relação aos valores de referência descritos na literatura. Ao final do estudo os autores concluíram que o caroço de algodão não influenciou os níveis de hematócritos, porém afetou a motilidade progressiva e o vigor dos espermatozoides, não devendo ser usado em dietas de animais destinados à reprodução.

A relação entre dieta e a capacidade reprodutiva é amplamente abordada na literatura e aponta para a necessidade de ajuste dos diferentes níveis de nutrientes e energia na dieta, conforme os objetivos de manejo. Assim, é essencial o desenvolvimento de pesquisas que possam estabelecer a relação entre adiposidade, capacidade reprodutiva e bem-estar animal, pois há indícios suficientes para crê que o manejo nutricional de animais para comercialização

com elevado escore de carcaça em exposições e leilões pode comprometer a sanidade desses animais.

## **2.2- Estudos brasileiros sobre a capacidade reprodutiva de carneiros.**

A literatura consultada revela uma limitação de estudos brasileiros em relação à determinação de fatores relacionados à capacidade reprodutiva de carneiros, com destaque para estudos como o de Milczewski (2008) que avaliou as modificações reprodutivas sazonais em 15 ovinos no Paraná, observando modificações significativas da circunferência escrotal, concentrações de testosterona, volume e concentração espermática entre inverno e verão. Esta autora verificou a estação do ano é determinante na qualidade seminal, com piora significativa no inverno.

Maia *et al.* (2015) avaliaram o efeito das raças nos parâmetros seminais e testiculares de 17 carneiros de três raças distintas (05 Santa Inês, 05 *Dorper* e 07 mestiços  $\frac{3}{4}$  *Dorper* +  $\frac{1}{4}$  Santa Inês) na região de Macaíba-RN. Os autores observaram diferença significativa entre as raças para perímetro escrotal, temperatura retal e algumas das características seminais. O volume do ejaculado foi maior na raça *Dorper* comparado à Santa Inês e mestiços. A motilidade espermática foi significativamente maior nos carneiros Santa Inês e Mestiços em relação ao *Dorper*. O total de espermatozoides anormais, a porcentagem de defeitos maiores e a temperatura retal média foram mais elevados na *Dorper* quando comparado às outras duas raças. Os autores sugerem que os carneiros da raça Santa Inês e Mestiços apresentam melhor desempenho reprodutivo sob as condições em que o estudo foi conduzido, possivelmente por estarem mais bem adaptados às condições ambientais da região.

No mesmo sentido, um estudo conduzido no Piauí por Frazão Sobrinho *et al.* (2014) analisou as características do sêmen de carneiros das raças *Dorper*, Santa Inês e sem padrão racial definido, pré e pós-congelação, nos períodos chuvoso e seco no Piauí. Observou-se que o vigor espermático, motilidade total, motilidade progressiva, velocidade em linha reta e defeitos maiores não diferiram entre os períodos chuvoso e seco, porém volume, turbilhonamento, linearidade, retilinearidade e frequência de batimentos de cauda foram mais baixos no período seco. Com relação à concentração espermática e defeitos totais, os valores foram mais baixos no período chuvoso. Valores de integridade do acrossoma e da membrana plasmática, bem como o potencial de membrana mitocondrial, foram mais baixos no período seco. Os autores concluíram que o período chuvoso e seco influenciam na qualidade espermática de ovinos criados na região Meio-Norte do Brasil e que esses animais têm uma

qualidade espermática superior no período chuvoso, quando, portanto, deve ocorrer a criopreservação. Por fim, observaram que, em relação à qualidade espermática, o melhor grupo de carneiros foi o Santa Inês.

Outro estudo piauiense conduzido por Santos *et al.* (2015) na cidade de Bom Jesus avaliou a influência da estação do ano sobre a estrutura testicular de 10 ovinos sem padrão racial definido. O processamento histológico das estruturas testiculares revelou todos os valores pesquisados sofreram influência da estação do ano. A quantificação das células germinativas e de Sertoli mostrou que todos os valores foram maiores no período chuvoso quando comparados ao período seco. Os autores concluíram que a estação do ano interferiu na estrutura testicular, uma vez que a proporção volumétrica dos componentes testiculares apresentou diferença significativa com valores mais acentuados no período chuvoso.

Importante destacar o trabalho de Maia, Medeiros e Lima (2011) que fizeram uma revisão sobre publicações relacionadas à influência de fatores climáticos e nutricionais na atividade reprodutiva de ovinos machos de diferentes raças na região Nordeste do Brasil. Os autores concluíram que o manejo adequado de carneiros das raças deslanadas permitem a produção sêmen de boa qualidade durante todo o ano, sendo que as alterações que possam ocorrer entre a época seca e a chuvosa normalmente ficam dentro dos limites para um sêmen de boa qualidade, não comprometendo a capacidade fecundante. O estudo acrescenta que se deve dar atenção especial à nutrição dos reprodutores, recomendando que os animais devem ser mantidos com um escore de condição corporal moderado (3,0) para assegurar ao máximo sua eficiência reprodutiva, uma vez que tanto a subnutrição quanto o excesso de energia na dieta têm efeitos deletérios sobre a qualidade do sêmen.

Em artigo publicado por Araújo *et al.* (2017) relatam que o tamanho testicular em cada raça de ovino detém um limite presumido, determinado pela herança genética, no entanto, o fator nutricional exerce influência sobre o desenvolvimento do órgão. Além de influenciar o desenvolvimento gonadal, sendo que no período pré-puberal em ruminantes, uma má condição nutricional afeta o crescimento testicular e suprime o desenvolvimento do sistema endócrino. Do mesmo modo, uma má nutrição materna também pode acarretar em redução de secreção de hormônios reprodutivos e retardo a puberdade nos cordeiros.

Um apanhado geral de todos os estudos nacionais e internacionais consultados para este projeto permite sugerir que o manejo de carneiros de alto desempenho para fins de melhoria genética requer uma análise criteriosa das condições ambientais e dos perfis genéticos de raças para que seja possível estabelecer condições de aclimação, adaptação e manejo, conforme a estação do ano. Assim, será possível determinar a melhor forma de manejar o rebanho e o

melhor período do ano para se coletar sêmen, promover protocolos de monta natural e selecionar os melhores reprodutores.

### **2.3- Ovinos *Dorper*.**

A origem dos ovinos da raça *Dorper* ocorreu na África do Sul por volta da terceira década do século passado, resultado do cruzamento de duas raças nativas do continente africano, sendo a raça *Dorset* e *Blackheaded Persian* (oriunda da raça Somalis). O objetivo era a formação de raças mestiças mais adaptadas às extensas regiões semiáridas da África do Sul. Assim, o cruzamento entre a ovelha *Blackheaded Persian* com carneiros chifrudos *Dorset* resultou em cordeiros *Dorper* Brancos (*White Dorper*), por sua vez, o cruzamento de carneiros *Blackheaded Persian* com ovelhas *Dorset* resultou em animais de cabeça preta (*Dorper*) (CARNEIRO et al., 2010; ARCO, 2007).

A diferença de cor é simplesmente uma preferência de cada criador, sendo que tanto na África do Sul, quanto em diversos países do mundo a raça vem sendo amplamente difundida com preferência pelo *Dorper* de cabeça negra. A alta fertilidade da raça, aliada ao bom comprimento corporal, excelente capacidade de adaptação, robustez e elevada taxa de crescimento, tem feito da raça uma escolha de primeira linha entre criadores de ovinos a nível global (PAIVA, 2005; CARNEIRO et al., 2010).

A introdução de animais de raças exóticas no Brasil busca a melhoria de produtividade dos rebanhos. A raça *Dorper* se enquadra nesse contexto como raça especializada para carne e busca promover o melhoramento genético dos rebanhos, considerando sua origem em regiões semiáridas da África do Sul, supondo-se a facilidade de adaptação ao clima brasileiro. Lima *et al* (2015) ressaltam que apesar da ampla distribuição da raça no território brasileiro, ainda existe pouca informação sobre a fertilidade e o desempenho reprodutivo destes animais sob as condições de clima e manejo do Nordeste do Brasil.

Como se observa nos estudos anteriores, muitos aspectos relativos à nutrição, aclimação, adaptação e capacidade reprodutiva da raça *Dorper* no Nordeste brasileiro ainda carece de estudos.

### **2.4- Ultrassonografia do aparelho reprodutor e órgãos anexos.**

A ultrassonografia dos órgãos reprodutores de carneiros tem sido utilizada de maneira complementar ao exame clínico geral do animal, assim como ao exame clínico dos órgãos

reprodutores e do exame do sêmen (OLIVEIRA, SILVA, 2013). Camela (2015) ressalta que as glândulas anexas são muitas vezes negligenciadas no exame andrológico ou na maioria das vezes avaliadas de forma indireta pelo exame do fluido seminal, devido à dificuldade da palpação retal. Assim, a ultrassonografia, trouxe a possibilidade de investigação de textura dos tecidos de órgãos e anexos do aparelho reprodutor, além de permitir avaliar fluxo sanguíneo desses órgãos. Oliveira, Dias e Feliciano (2013) entendem que a ultrassonografia é a ferramenta diagnóstica apontada como mais adequada para a investigação dos órgãos pélvicos do sistema reprodutor em pequenos ruminantes.

Nesse sentido, alguns estudos relatam o uso de ultrassonografias testiculares como ferramenta de apoio e baixo custo no manejo de carneiros em diferentes contextos, como é o caso de Camela (2015) que realizou um estudo com 45 carneiros em diferentes faixas de maturação sexual buscando estabelecer correlação entre a avaliação testicular, seminal e níveis séricos de testosterona de acordo com a maturidade sexual dos animais. O estudo concluiu que os parâmetros ultrassonográficos dos testículos, das glândulas prostática e bulbouretrais são correlacionáveis positivamente com a testosterona. Sugeriu também que as características seminais apresentam correlação com o volume da glândula prostática e com parâmetros testiculares.

Andrade *et al.* (2012) realizaram um estudo com 18 carneiros machos mestiços de (*Dorper* x Santa Inês) com o objetivo de descrever os achados ultrassonográficos nos testículos e epidídimos de carneiros jovens. Esses autores concluíram o que o exame ultrassonográfico contribui para o monitoramento dos testículos e epidídimos de carneiros, sendo uma ferramenta importante de acompanhamento do desenvolvimento sexual.

Jucá *et al.* (2009) avaliaram 49 carneiros da raça Santa Inês por meio de exames andrológicos e de imagens ultrassonográficas dos testículos e das glândulas sexuais anexas, visando à utilização do ultrassom como recurso diagnóstico para avaliação morfofisiológica de reprodutores. O estudo concluiu que a ultrassonografia é eficiente para visualização e classificação do estroma e mediastino testiculares, assim como das glândulas sexuais anexas de carneiros Santa Inês.

## **2.5 - Termografia de tecidos biológicos.**

A termografia infravermelha é um instrumento de análise não invasiva e não radioativa, amplamente utilizada na medicina humana, sendo capaz de analisar funções fisiológicas relacionadas com o controle da temperatura da pele, através da visualização das mudanças de

temperatura corporal relacionadas à alteração no fluxo sanguíneo. Não é um método que mostra anormalidades anatômicas, porém é capaz de mostrar mudanças fisiológicas, como uma medida que proporciona um mapeamento visual da distribuição da temperatura da pele (CÔRTE, HERNANDEZ, 2016).

Dada a reconhecida necessidade de manutenção dos testículos em temperatura inferior à temperatura corporal, aliada à variedade de mecanismos envolvidos na termorregulação testicular, acredita-se que essa tecnologia possa ser um recurso importante na avaliação das variações de temperatura do escroto frente ao estresse térmico.

Kastelic, Couter e Cook (1997) verificaram que a temperatura média na superfície escrotal no polo proximal, médio e distal de touros foi de 30,4°C, 29,8°C e 28,8°C, gerando assim, um gradiente de temperatura de 1,6°C entre o polo distal e proximal do escroto. Esse gradiente foi de 0,4°C nos tecidos subcutâneos e de -0,1°C no parênquima testicular. Esses gradientes de temperatura são consistentes com a sua vascularização, sendo que, o escroto é vascularizado de cima para baixo, ao passo que o testículo é vascularizado de baixo para cima (Tolentino, 2014). Este tipo de observação reforça o potencial avaliativo do gradiente de temperatura na bolsa escrotal, uma vez que as câmeras infravermelho atuais conseguem captar diferenças de temperatura na casa de 0,1 ° C.

Moreira (2016) aplicou a utilização de termografia para avaliar fertilidade de touros Girolando, concluindo que esta tecnologia pode ser utilizada como ferramenta auxiliar para detecção de animais com maior potencial reprodutivo. Sendo que este mesmo autor verificou que o índice de temperatura e umidade influenciou as temperaturas termográficas do escroto. Desta forma, entende-se que a termografia pode ser um recurso importante na identificação de animais mais adaptados à climas mais secos, pela avaliação do gradiente de temperatura na bolsa escrotal nos momentos de maior estresse térmico.

Pesquisa realizada por MacManus *et al.* (2015) mostrou correlação positiva entre termografias, parâmetros ambientais, temperatura retal e frequência respiratória, sugerindo que a técnica é eficiente para avaliação de conforto do animal. Kahwage (2015) também utilizou a técnica de termografia infravermelha para avaliação de respostas termolíticas e qualidade seminal de carneiros e verificou que a técnica é eficiente para a aferição de termorregulação corpórea e testicular.

A literatura sugere que o escore de carcaça elevado esteja diretamente relacionado à diminuição da qualidade de animais de produção, sobretudo porque o acúmulo de gordura na bolsa escrotal pode sobrecarregar os mecanismos de termorregulação.

### **3- OBJETIVOS**

#### **3.1- Objetivo Geral:**

Avaliar o efeito da superalimentação e suplementação sobre a capacidade reprodutiva de carneiros da raça *Dorper* Puros de Origem (PO) em regime intensivo de manejo.

#### **3.2- Objetivos Específicos:**

- Mensurar continuamente as condições climáticas do ambiente no período de realização da pesquisa;
- Verificar parâmetros fisiológicos relacionados com o bem-estar e manejo dos animais: frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal e temperatura da pele;
- Realizar ultrassonografia do escroto, testículos, artéria testicular dos animais durante as etapas do experimento;
- Realizar termografia corporal dos carneiros em dois períodos de coleta de dados do estudo;
- Avaliar o comportamento sexual dos ovinos nos diferentes períodos de coleta de dados;
- Acompanhar periodicamente a qualidade do sêmen fresco e pós-congelação;
- Analisar as características físico-químicas e histológicas dos testículos dos animais eutanasiados durante o experimento;
- Coletar periodicamente amostras de sangue para acompanhamento de parâmetros bioquímicos e hematológicos relacionados à fertilidade e sanidade dos animais;
- Mensurar parâmetros morfológicos corporais e testiculares dos animais nas diferentes fases da pesquisa;
- Avaliar o efeito das dietas sobre a capacidade reprodutiva dos ovinos *Dorper* PO;

#### **4- ESTRUTURA DA TESE**

Esta tese apresenta uma estrutura formal composta por Introdução, Revisão de literatura e três capítulos organizados da seguinte forma: Capítulo I- contendo o artigo intitulado “Desempenho produtivo e qualidade seminal de carneiros *Dorper* em manejo intensivo”, a ser encaminhado para publicação no periódico *Ciência Animal Brasileira*; Capítulo II- contém o artigo intitulado “Effect of over food and supplementation on the reproductive capacity of dorper rams”, a ser encaminhado para publicação no periódico *Theriogenology*; Capítulo III- que contém o artigo intitulado “Libido and serving capacity of Dorper ram under intensive management”, submetido ao periódico *Reproduction in Domestic Animals*. Os artigos foram estruturados de acordo com as normas técnicas dos periódicos citados.

## 5- CAPÍTULO 1

**Desempenho produtivo e qualidade seminal de carneiros *Dorper* em manejo intensivo**

(De acordo com as instruções da revista *Ciência Animal Brasileira*)

## 1 **Desempenho produtivo e qualidade seminal de carneiros *Dorper* em manejo intensivo**

### 2 3 **Productive performance and seminal quality of Dorper rams under intensive** 4 **management**

5  
6 **Resumo:** O manejo intensivo de ovinos é comum na ovinocultura de corte, entretanto esta  
7 prática vem sendo utilizada de maneira sistemática para a engorda de matrizes e reprodutores  
8 comercializados em eventos de exposição, uma vez que o elevado escore corporal potencializa  
9 o preço de mercado. Esta pesquisa teve por objetivo analisar o desempenho produtivo e a  
10 qualidade seminal de carneiros *Dorper* Puros de Origem (PO) em manejo intensivo. Trata-se  
11 de estudo experimental analítico em que 30 carneiros foram alimentados com uma dieta de  
12 manutenção por um período de 90 dias. Durante a pesquisa foram avaliados periodicamente  
13 parâmetros climáticos, morfossiológicos e seminais. Observou-se que em condições climáticas  
14 acima do limite de conforto térmico houve aumento da frequência respiratória dos animais  
15 acima dos níveis basais que foram suficientes para manutenção da homeotermia. O longo  
16 período experimental promoveu o aumento significativo das variáveis morfológicas, com  
17 considerável aumento da adiposidade corporal. A expectativa de melhoria da qualidade seminal  
18 com o avanço da maturidade sexual não ocorreu, de modo que o movimento massal, a  
19 motilidade progressiva, o vigor e os espermatozoides móveis totais ficaram abaixo das faixas  
20 de normalidade. Sugere-se que regime intensivo de manejo com oferta de concentrado por  
21 período prolongado, mesmo com dieta de manutenção, promove crescimento e padrão estético  
22 almejado para a valorização comercial em carneiros *Dorper*, porém com o acúmulo excessivo  
23 de gordura corporal, especialmente no escroto, sem a evolução esperada para os parâmetros  
24 seminais.

25  
26 **Palavras-chave:** Nutrição animal; Capacidade Reprodutiva; Sêmen; Estresse.

27  
28 **Abstract:** The intensive management of beef sheep is a common practice for obtaining carcass;  
29 however, this practice has been, systematically, used for fattening breeders and trading at  
30 exhibition events, as it boosts the market price. This study aims to analyze the productive  
31 performance and seminal quality of Dorper Puro Origin (PO) rams in intensive management.  
32 This is an analytical experimental study in which 30 Doper ram purebred were fed a  
33 maintenance diet for a period of 90 days. During the research, climatic, morphosiological and  
34 seminal parameters were periodically adopted. Variations in environmental conditions above  
35 the thermal comfort limits resulted in an increase in respiratory rate above baseline levels,  
36 which were sufficient to maintain normal rectal temperature. The long experimental period  
37 promoted a significant increase in almost all morphological variables, such as in body adiposity.  
38 These results were consistent with the weight gain and conformation of fattening animals, even  
39 on maintenance diets. However, it was not observed the improvement in seminal quality with  
40 advancing sexual maturity. In addition, mass movement, progressive motility, vigor, and total  
41 motile sperm were below the normal ranges. It is suggested that intensive management for a  
42 long period, even with maintenance diet, promoted a significant increase in body weight and  
43 carcass score. However, it was observed an excessive accumulation of body fat, especially, in  
44 the scrotum, without the expected evolution for the seminal quantitative parameters. Therefore,  
45 this type of management is not recommended for Dorper PO rams intended for breeding.

46  
47 **Keywords:** Animal nutrition; Reproductive Capacity; Semen; Stress.

48  
49

## 50 **Introdução**

51

52 Os sistemas de produção intensivo aliados a dietas com oferta de concentrados permitem  
53 altas taxas de crescimento e ganho de peso em menor espaço de tempo, sendo uma prática  
54 comum para animais de corte. No entanto, apesar desses benefícios, é necessário avaliar as  
55 possíveis interferências dessa prática sobre a capacidade reprodutiva e o bem-estar dos animais  
56 de produção<sup>(1, 2)</sup>.

57 Este tipo de prática vem sendo sistematicamente adotada por criadores de animais para  
58 reprodução, chamados de criadores de elite. Nesse contexto, a preparação de matrizes e  
59 reprodutores ovinos para apresentação e comercialização em eventos de exposições objetiva  
60 um elevado escore corporal, que valoriza esses animais comercialmente<sup>(3)</sup>.

61 Neste contexto, a raça *Dorper* é uma das preferidas entre os chamados criadores de elite,  
62 em função dos excelentes ganhos de peso, marmoreio da carne, adaptabilidade ao clima tropical  
63 e boa habilidade materna<sup>(4, 5)</sup>.

64 A literatura indica que o manejo intensivo com oferta de concentrados pode  
65 comprometer a sanidade, capacidade reprodutiva e bem-estar dos animais de produção<sup>(2, 3, 6)</sup>.  
66 Assim, é imprescindível o desenvolvimento de pesquisas para a avaliação efeitos desse tipo de  
67 manejo sobre a capacidade reprodutiva dos animais de produção.

68 O objetivo deste estudo foi analisar o desempenho produtivo, a qualidade seminal,  
69 alguns parâmetros fisiológicos de carneiros *Dorper* Puros de Origem (PO) criados em sistema  
70 de manejo intensivo. De modo complementar, fez-se o acompanhamento de parâmetros  
71 climáticos no ambiente de criação.

72

## 73 **Materiais e Métodos**

74

### 75 **Aspectos éticos e legais**

76 O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de  
77 Animais (CEUA/UFPI) em parecer nº 590/19 emitido no dia 09 de setembro de 2019. Durante  
78 todas as fases da pesquisa foram seguidos os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de  
79 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com normas editadas pelo Conselho  
80 Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) por envolver utilização de  
81 animais para fins de científicos.

82

### 83 **Local e animais de estudo**

84 A pesquisa foi realizada entre dezembro de 2020 e março de 2021, em uma fazenda  
85 particular, localizado na zona rural da cidade de Teresina-PI. O local da pesquisa possui altitude  
86 de 72 m, clima tipicamente tropical com temperatura anual média de 27,6 °C e diferença entre  
87 período chuvoso e seco de 301 mm, média anual de 1.349 mm, sendo os meses de março e abril  
88 são os mais chuvosos e os de setembro e outubro os mais quentes e secos<sup>(7)</sup>.

89 Foram utilizados 30 ovinos machos, da raça *Dorper*, adquiridos de criadores de elite,  
90 com média idade de 7,21 meses ( $\pm 2,04$  meses), peso médio de 37,62 kg ( $\pm 8,97$  kg) que  
91 passaram previamente por uma avaliação clínica quanto ao bom estado geral e integridade dos  
92 órgãos reprodutores.

93 Os animais passaram por um período de 20 dias de adaptação para a coleta de diversos  
94 parâmetros morfofisiológicos relacionados ao desempenho produtivo e capacidade reprodutiva,  
95 incluindo a coleta de sêmen. O manejo intensivo ocorreu por um período de 90 dias de modo  
96 contínuo.

97 A construção e dimensionamento da estrutura de acomodação dos animais  
98 acompanhada pelo médico veterinário responsável pelo acompanhamento da pesquisa, sendo  
99 observadas as normas de higiene e manejo sanitário recomendadas para o bem-estar ovino em  
100 manejo intensivo<sup>(1)</sup>.

### 102 **Manejo nutricional, sanitário e coleta de dados meteorológicos**

103 Ao início do experimento os animais foram reavaliados em relação ao estado de saúde,  
104 presença de verminoses nas fezes (método OPG) e estado de vacinação profilática às doenças  
105 típicas da espécie. A dieta oferecida aos animais foi composta por volumoso à base de silagem  
106 de milho e concentrados de milho triturado (57,5%), farelo de trigo (15,5%) e farelo de soja  
107 (27%).

108 Foi realizada a análise química-bromatológica de todos os ingredientes da dieta de  
109 forma que a oferta diária de nutrientes ficou determinada em: 16,1% de Proteína Bruta (PB),  
110 79,1% de Nutrientes Digestivos Totais (NDT). A dieta resultante estava em conformidade com  
111 a NRC 2012<sup>(8)</sup>. para uma dieta de manutenção em quantidade equivalente a 3% do peso vivo  
112 do grupo de animais, ofertada em duas vezes ao dia (07:00h e as 14:00h), com a oferta de água  
113 e sal mineral *ad libitum*. A proporção concentrado/volumoso foi de 52,37/47,63. Semanalmente  
114 os carneiros foram pesados e a quantidade da dieta reajustada.

115 Durante todo o experimento dados meteorológicos (temperatura ambiente, umidade  
116 relativa do ar e temperatura de ponto de orvalho) foram coletados com intervalos de 15 minutos  
117 utilizando um termo-higrometro *Data Logger Klimalogg Pro Wireless 868Mhz Incoterm*<sup>®</sup> fixo  
118 na altura dos animais.

### 120 **Parâmetros morfofisiológicos e parâmetros seminais**

121 As variáveis morfofisiológicas como peso, escore de condição corporal (ECC),  
122 conformação corporal (CC), morfometria corporal (altura anterior, posterior, perímetro  
123 torácico, perímetro escrotal (PE), volume testicular (VT)), frequência cardíaca (FC), frequência  
124 respiratória (FR) e temperatura retal (TR), foram coletados periodicamente durante todo  
125 experimento conforme metodologia proposta na literatura especializada<sup>(9-11)</sup>.

126 Foram realizadas quatro coletas de sêmen, com intervalo de 30 dias, em vagina artificial,  
127 utilizando fêmeas em estro induzido como manequins. Foram avaliados os seguintes  
128 parâmetros: volume, cor, aspecto, vigor, turbilhonamento, motilidade progressiva,  
129 concentração, defeitos maiores, defeitos menores e defeitos totais, conforme metodologia  
130 recomendada pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal<sup>(12)</sup>;

131 Os dados coletados na pesquisa foram analisados no *Software Statistical Packages for the*  
132 *Social Sciences* (SPSS 20.0). A análise quantitativa dos parâmetros pesquisados ao longo do  
133 tempo foi realizada comparando as médias no início e ao final do experimento e utilizando o  
134 teste t de Student pareado. Tais variáveis apresentaram uma distribuição aproximadamente  
135 normal ou gaussiana, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov<sup>(13)</sup>. O critério de significância foi  
136 a associação em nível de 5% ( $p < 0,05$ ).

137 **Resultados e Discussão**

138

139 A análise da idade, peso e ECC dos animais no início do experimento permitiu observar  
 140 um perfil bastante homogêneo, formado por carneiros *Dorper* jovens com média de idade de  
 141 7,21±2,04 meses, peso médio de 37,66±8,60 kg e média de ECC de 3,75±0,26. Esse perfil é  
 142 condizente com os ganhos de carcaça que a raça tem em manejo semi-intensivo com oferta de  
 143 concentrado, conforme manejo prévio feito pelos fornecedores dos animais.

144 A temperatura média do ar durante o experimento foi de 27,34 °C e a Umidade Relativa  
 145 do ar média foi 75,06%. A temperatura do ar confortável para ovinos é apontada por diversos  
 146 autores como sendo entre 20 °C e 30 °C, temperaturas acima de 34 °C são consideradas críticas<sup>(9,</sup>  
 147 <sup>14)</sup>. A umidade relativa do ar é considerada ideal entre 60 e 70% para animais domésticos  
 148 segundo McDowell<sup>(15)</sup>, para Nããs<sup>(16)</sup> o ideal é uma umidade relativa média de 75% para ovinos.  
 149 Desse modo, a média de temperatura do ar durante o experimento esteve dentro, porém próxima  
 150 ao limite superior, da zona de conforto térmico para a espécie, assim como a umidade relativa  
 151 do ar.

152 No entanto, para uma análise de maior precisão do ponto de vista bioclimático, avaliou-se  
 153 o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), cujo valor médio durante o período experimental  
 154 foi de 78,49 no início e 76,16 no final (**Tabela 1**), sendo que o ITU ideal para ovinos deve ser  
 155 igual ou menor que 70,9 sendo classificado como ameno ou brando quando está entre 71 e 78,9,  
 156 crítico em valores entre 79 e 83 e severo em valores acima de 83<sup>(9)</sup>. Assim, os animais tiveram  
 157 que lidar, ao longo da pesquisa, com desconforto térmico brando, notadamente em alguns  
 158 momentos do dia, sobretudo à tarde.

159

160 **Tabela 1:** ITU, Frequência Respiratória, Frequência Cardíaca e Temperatura Retal no início e  
 161 final do experimento.

Variáveis	EXPERIMENTO				
	Início		Final		P-valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
<b>ITU (1-100)</b>	78,49 <sup>a</sup>	3,37	76,16 <sup>a</sup>	0,32	0,160
<b>Frequência Respiratória (rpm)</b>	94,06 <sup>a</sup>	16,53	104,29 <sup>a</sup>	30,10	0,111
<b>Frequência cardíaca (bpm)</b>	100,87 <sup>a</sup>	24,59	110,18 <sup>a</sup>	25,59	0,163
<b>Temperatura retal (°C)</b>	39,41 <sup>b</sup>	0,42	39,85 <sup>a</sup>	0,46	<0,001*

162 **Legenda:** ITU= Índice de Temperatura e Umidade. Letras sem intercessão na mesma linha  
 163 significa que as médias diferem ao longo do tempo através do teste t pareado para amostras  
 164 emparelhadas. \*Significativo aos níveis de 5%.

165 **Fonte:** dados da pesquisa, 2021.

166

167 Para avaliar o impacto dos parâmetros ambientais sobre os parâmetros fisiológicos dos  
 168 animais, foram medidas (**Tabela 1**) a frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e  
 169 temperatura retal (TR). A FR apresentou valores médios de 94,06 rpm (respirações por minuto),

170 no início e 104,29 rpm no final do experimento. A literatura aponta diferentes faixas de  
171 normalidade para a FR basal de ovinos, oscilando entre 12 rpm e 30 rpm<sup>(17, 18)</sup>.

172 Gonçalves<sup>(19)</sup> considera que para ovinos adultos a variação normal apresenta valores  
173 entre 20 rpm e 30 rpm e para cordeiros entre 36 rpm e 48 rpm. Em caso de temperaturas  
174 estressantes, é observado o aumento progressivo das dos movimentos respiratórios, sendo que  
175 as faixas de 40-60, 60-80, 80-120 rpm significam níveis de estresse baixo, médio e severo,  
176 respectivamente, para ruminantes<sup>(20, 21)</sup>, em casos de estresse extremo a FR pode chegar a 300  
177 rpm em ovinos<sup>(22)</sup>. Com isso, as FR observadas, de 94,06 e 104,29 rpm, estão na faixa de  
178 estresse severo.

179 Em relação à Temperatura Retal (TR), observou-se que ao final do experimento  
180 (39,85°C) estava estatisticamente mais elevada que no início (39,41°C) (**Tabela 1**), entretanto,  
181 com ambos os valores dentro dos limites de normalidade da espécie. A temperatura retal (TR  
182 apresenta pequenas variações na faixa de normalidade conforme, os autores consultados,  
183 variando entre 39,0°C a 40,0°C<sup>(14, 23)</sup>. O aumento da FR de ovinos em resposta às oscilações  
184 das variáveis ambientais tem como objetivo principal a manutenção da homeotermia<sup>(24, 25)</sup>.  
185 Portanto, observou-se que a temperatura retal foi mantida dentro da faixa de normalidade às  
186 custas de um grande aumento da frequência respiratória, em relação ao basal da espécie, o que  
187 representa um estresse severo sofrido pelos animais.

188 Observou-se também que o parâmetro ambiental que melhor sinalizou o estresse  
189 térmico foi o ITU. Esse parâmetro, apresentou um índice de desconforto ameno, porém resultou  
190 em resposta severa em termos de FR por ser o meio a forma de perda de calor mais importante  
191 para ovinos. Esse comportamento é resultado da deficiência desses animais em glândulas  
192 sudoríparas termorreguladoras e ao isolamento da pele pela pelagem que dificulta a perda de  
193 calor por condução ou convecção.

194 Por outro lado, a Frequência Cardíaca (FC) nos dois tempos do experimento (100,87  
195 bpm e 110,18 bpm), permaneceu dentro dos padrões de normalidade que são de 70 a 110  
196 batimentos cardíacos por minutos (bpm) segundo Kolb<sup>(26)</sup>, e de 90 bpm a 115 bpm conforme  
197 Feitosa<sup>(23)</sup>. Isso indica que, durante a coleta de dados, os animais não estavam submetidos a  
198 situações que comprometeriam o bem-estar e seriam capazes de aumentar a FC, tais como  
199 medo, dor ou agitação física.

200 Em dois outros estudos distintos realizados em Teresina-PI com ovinos *Dorper*,  
201 observou-se que a TR dos animais se manteve dentro dos limites basais para a espécie em  
202 detrimento do aumento da frequência respiratória, sugerindo que raça requer medidas  
203 adequadas de manejo ambiental para proporcionar maior conforto térmico aos animais,  
204 sobretudo no período vespertino<sup>(27, 28)</sup>.

205 Quanto à morfometria corporal (**Tabela 2**), é possível observar que todos os parâmetros  
206 diferiram de forma significativa ao longo do experimento, denotando que os animais ainda  
207 estavam em fase de crescimento e desenvolvimento da maturidade sexual. Por sua vez, o  
208 perímetro torácico médio foi a medida que mais cresceu entre o início e o final do experimento  
209 (8,83 cm), uma vez que esta medida é influenciada pelo crescimento e ganho de peso.

210

211

212

213

214 **Tabela 2:** Morfometria corporal verificada no início e ao final do experimento.

Variáveis	EXPERIMENTO				
	Início		Final		P-valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
<b>Comprimento (cm)</b>	68,86 <sup>b</sup>	5,81	72,10 <sup>a</sup>	5,40	0,032*
<b>Perímetro torácico (cm)</b>	76,20 <sup>b</sup>	6,75	85,26 <sup>a</sup>	5,13	<0,001*
<b>Altura anterior (cm)</b>	56,51 <sup>b</sup>	3,54	59,37 <sup>a</sup>	3,23	0,002*
<b>Altura posterior (cm)</b>	57,73 <sup>b</sup>	4,07	61,21 <sup>a</sup>	3,37	<0,001*
<b>Perímetro escrotal (cm)</b>	28,75 <sup>b</sup>	3,10	29,82 <sup>a</sup>	2,83	0,016*
<b>Volume testicular (ml)</b>	622,64 <sup>b</sup>	117,38	750,90 <sup>a</sup>	96,91	<0,001*

215 **Legenda:** Letras sem intercessão na mesma linha significa que as médias diferem ao longo do  
 216 tempo através do teste t pareado para amostras emparelhadas. \*Significativo aos níveis de 5%.  
 217 **Fonte:** dados da pesquisa, 2021.

218

219 Os valores de referência da literatura, para animais adultos mostram que em estudo sobre  
 220 ovinos *Dorper* adultos, em três países da América do Sul, encontrou as médias 79,10 cm, 68  
 221 cm, 69,5 cm e 95,47 cm para comprimento corporal, altura anterior, altura posterior e perímetro  
 222 torácico, respectivamente<sup>(29)</sup>. Um estudo realizado no Estado do Piauí, constatou comprimento  
 223 médio 74,64 cm, altura anterior média de 64,33 cm, média de altura posterior de 63,96 cm e  
 224 perímetro torácico médio de 90,71 cm para carneiros *Dorper* adultos<sup>(30)</sup>. Os valores  
 225 supracitados são superiores aos verificados nesta pesquisa, entretanto há que se considerar que  
 226 neste estudo os carneiros ainda estavam em fase de crescimento.

227 Em relação à morfometria escrotal, foi observado aumento significativo do perímetro  
 228 escrotal e do volume testicular (resultante da soma do volume dos dois testículos), entre o início  
 229 e o final da pesquisa (**Tabela 2**).

230 No caso dos valores médios do PE, (28,75 no início e 29,82 no final do experimento)  
 231 observa-se um aumento significativo dessa medida com a idade, e que os dois resultados estão  
 232 dentro da normalidade a para a raça, segundo a Associação Brasileira de Criadores de  
 233 Ovinos<sup>(31)</sup>, que sugere uma medida mínima de 28 cm de PE para carneiros com 08 meses de  
 234 idade em julgamentos de admissão das exposições oficiais.

235 Moraes e Souza<sup>(10)</sup> ressaltam que carneiros adultos têm em média perímetro escrotal em  
 236 torno de 30 cm, porém fatores como idade, peso corporal, manejo nutricional e genética afetam  
 237 significativamente essa característica. Outros estudos mostram valores diferentes de PE de  
 238 acordo com a raça e idade com média de 32,89 cm para carneiros jovens e 33,21 cm para  
 239 carneiros adultos acima de 18 meses<sup>(32)</sup>. Médias mais elevadas (32,3 cm) foram observadas para  
 240 mestiços de *Dorper* e Santa Inês<sup>(33)</sup>, com idade de 12 a 24 meses e para *Dorper* adultos  
 241 (35,1cm)<sup>(34)</sup>.

242 O maior interesse pelo PE deve-se à possibilidade de se estimar a relação entre o  
 243 tamanho testicular e a função gametogênica e predizer o potencial reprodutivo em ovinos<sup>(35,36)</sup>.  
 244 Nesse sentido, Moraes e Souza<sup>(10)</sup> acrescentam que há uma alta herdabilidade dessa  
 245 característica, mas não há garantia de que um carneiro com testículos grandes produza sêmen  
 246 de excelente qualidade, de modo que a medição do perímetro escrotal é um componente do

247 exame andrológico, mas que não deve ser supervalorizado pelas suas correlações e simplicidade  
248 de medida.

249 Portanto, verifica-se que os animais estavam em processo de desenvolvimento para  
250 atingirem a maturidade sexual, embora já tivessem um PE compatível com sua admissão em  
251 exposições oficiais, no entanto, esse parâmetro não é conclusivo para um diagnóstico da  
252 capacidade reprodutiva dos animais.

253 As diferenças significativas entre os tempos para morfometria testicular e escrotal  
254 reforçam a relação positiva com o ganho de peso corporal. Acredita-se que a precocidade da  
255 puberdade da raça aliada a dietas com oferta de concentrado desde o desmame contribuiu para  
256 a diferença de medidas entre os tempos de experimento, também para valores médios iniciais  
257 elevados em relação à idade.

258 Na **Tabela 3** observa-se que houve um aumento significativo do peso corporal  
259 médio, sem alteração significativa do ECC e da conformação corporal, entre os tempos  
260 estudados na pesquisa. Isso significa que o peso ganho foi bem distribuído proporcionalmente  
261 nos diversos tecidos corporais, de modo não alterar os aspectos conformacionais do corpo dos  
262 animais. Outros autores observaram peso médio de 39 kg aos 7 meses e 73 kg aos 11 meses de  
263 idade para carneiros *Dorper*<sup>(37, 4)</sup>, que são superiores aos encontrados nesta pesquisa.

264

265 **Tabela 3:** ECC, conformação corporal, peso no início e ao final do experimento

Variáveis	EXPERIMENTO				
	Início		Final		P-valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
ECC (1-5)	3,75 <sup>a</sup>	0,26	3,89 <sup>a</sup>	0,26	0,060
Conformação (1-5)	3,78 <sup>a</sup>	0,27	3,90 <sup>a</sup>	0,30	0,122
Peso (Kg)	37,62 <sup>b</sup>	8,97	48,66 <sup>a</sup>	7,62	<0,001*

266 **Legenda:** Letras sem intercessão na mesma linha significa que as médias diferem ao longo do  
267 tempo através do teste t pareado para amostras emparelhadas. \*Significativo aos níveis de 5%.

268 **Fonte:** dados da pesquisa, 2021.

269

270 Em relação ao aumento de peso corporal e o ganho de peso diário, observou-se durante  
271 o período experimental que os carneiros ganharam em média 11,05 kg, o que representa um  
272 ganho de peso médio diário de 122,8 g por animal. Porém, observou-se uma variabilidade muito  
273 grande entre os animais do grupo, uma vez que o ganho mínimo foi de 1,2 kg (13,3 g/dia) e o  
274 máximo de 26,35 kg (296,31 g/dia).

275 O ganho médio diário de peso por animal foi inferior aos ganhos em dietas de engorda  
276 para animais de corte em confinamento relatados em outros estudos, como Thomas<sup>(38)</sup> que  
277 relatou ganho de peso médio de 259 g/dia para cordeiros *Dorper* pós desmame em  
278 confinamento e dieta de engorda.

279 A literatura apresenta bastante variabilidade no ganho de peso diário e do peso médio  
280 de ovinos *Dorper* em função de fatores como o manejo e a idade. Pesquisas realizadas na África  
281 do Sul permitiram verificar que cordeiros *Dorper* pós desmame apresentavam peso de 18,2 a

282 41,3 kg e o ganho de peso diário de 230 g/dia a 270 g/dia em regime intensivo. Por outro lado,  
283 em campo e sem oferta de concentrado, o ganho de peso caiu para a faixa de 81 a 91g/dia<sup>(39,40)</sup>.

284 As elevadas taxas de crescimento de ovinos *Dorper* em regime intensivo são decorrentes  
285 da eficiência na utilização e seleção dos nutrientes, além da ingestão voluntária que é bem alta  
286 na raça. Nesta pesquisa, observa-se que o ganho de peso diário foi superior ao observado a  
287 campo e inferior ao observado no confinamento, em relação a outros estudos com a raça.  
288 Atribui-se a esta grande variabilidade a dificuldade de alguns animais em adaptar-se ao manejo  
289 experimental, com a observação de casos frequentes e recorrentes de acidose do ruminal, que  
290 levou dois carneiros ao óbito ao longo do experimento. Além disso, deve-se considerar as  
291 condições climáticas, já que os animais desta pesquisa apresentaram elevação de frequência  
292 respiratória condizente com estresse pelo calor que pode interferir no rendimento dos animais.

293 Os valores referentes às variáveis quantitativas do sêmen analisado à fresco são  
294 apresentados na **Tabela 4**. Sobre a qualidade do sêmen ovino, o Manual para Exames  
295 Andrológicos do CBRA<sup>(12)</sup> recomenda que o vigor seja igual ou maior a 3, a motilidade  
296 progressiva igual ou maior a 70%, a motilidade massal igual ou maior a 3 e o percentual de  
297 defeitos totais espermáticos menor que 20%.

298

299 **Tabela 4:** Aspectos quantitativos referentes a qualidade seminal no início e ao final do  
300 experimento.

Variáveis	EXPERIMENTO				
	Início		Final		P-valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Volume (mL)	0,96 <sup>a</sup>	0,38	0,91 <sup>a</sup>	0,68	0,777
Movimento Massal (1-5)	2,93 <sup>a</sup>	1,43	2,32 <sup>a</sup>	1,84	0,203
Motilidade Progressiva (%)	69,52 <sup>a</sup>	18,90	56,43 <sup>a</sup>	38,99	0,166
Vigor (1-5)	3,05 <sup>a</sup>	0,97	2,62 <sup>a</sup>	1,80	0,355
Concentração (x10 <sup>9</sup> /ml)	2,49 <sup>a</sup>	1,52	1,93 <sup>a</sup>	1,11	0,355
EMT (x 10 <sup>9</sup> /por ejaculado)	2,70 <sup>a</sup>	1,51	1,73 <sup>a</sup>	1,51	0,312
Defeitos maiores (%)	4,14 <sup>a</sup>	1,51	1,00 <sup>b</sup>	1,30	<0,001*
Defeitos Menores (%)	6,14 <sup>a</sup>	2,38	4,29 <sup>b</sup>	3,69	0,039*
Defeitos totais (%)	10,29 <sup>a</sup>	2,56	5,29 <sup>a</sup>	3,77	0,203

301 **Legenda:** Letras sem intercessão na mesma linha significa que as médias diferem ao longo do  
302 tempo através do teste t pareado para amostras emparelhadas. \*Significativo aos níveis de 5%.

303 **Fonte:** dados da pesquisa, 2021.

304

305 Os valores médios observados para o volume do ejaculado, defeitos maiores, defeitos  
306 menores e defeitos totais em ambos os tempos estão dentro dos padrões de normalidade,  
307 enquanto o vigor estava dentro do padrão de normalidade no início do experimento e ficou

308 abaixo desse índice ao final da pesquisa. De modo positivo, observou-se a diminuição  
309 significativa na média dos defeitos espermáticos maiores e menores.

310 Por outro lado, os valores médios da motilidade progressiva, motilidade massal,  
311 concentração e Espermatozoides Móveis Totais (EMT) foram abaixo dos padrões descritos pelo  
312 CBRA<sup>(12)</sup> durante toda a pesquisa e o vigor, especificamente, ao tempo final. Além disso,  
313 mesmo sem diferença estatística significativa, as médias inferiores no final do experimento para  
314 os parâmetros quantitativos descritos acima são importantes de serem analisados, uma vez que  
315 a evolução fisiológica esperada é a melhoria dos parâmetros quantitativos com a maturação  
316 sexual que ocorre ao longo do tempo e a repetição da metodologia de coleta. Essa evolução foi  
317 observada em pesquisa realizada por Pacheco e Quirino<sup>(41)</sup> com 33 carneiros Santa Inês com  
318 idade média de 7 meses criados em regime intensivo, ao concluir que o aumento da idade  
319 melhorou as significativamente as características seminais, coincidindo com a fase de entrada  
320 na puberdade.

321 Em pesquisa realizada na África do Sul durante sete semanas com 32 carneiros *Dorper*  
322 em com idade média de 14 meses (n=16 dieta de manutenção e regime extensivo; n=16 dieta  
323 de engorda e regime intensivo), os autores observaram parâmetros da qualidade seminal para  
324 os grupos de animais em regime extensivo e intensivo, respectivamente os seguintes valores:  
325 volume do ejaculado 1,1 ml para ambos os grupos, motilidade progressiva 80,5 % e 50,1 %,  
326 motilidade massal 3,3 e 2,3, vigor de 2,6 e 1,6, concentração espermática de  $1,17 \times 10^9/\text{ml}$  e  
327  $0,731 \times 10^9/\text{ml}$  e defeitos espermáticos totais de 12,1 % e 12,2 %<sup>(2)</sup>.

328 Os autores do estudo supracitado concluíram que a sobrealimentação de jovens  
329 carneiros da raça *Dorper* em regime intensivo promoveu acúmulo excessivo de gordura na  
330 região escrotal, que cursou com incremento da temperatura testicular e comprometimento da  
331 espermatogênese. Observa-se, portanto, que os valores referentes à qualidade seminal do grupo  
332 em regime intensivo foram similares aos encontrados nesta pesquisa. Deste modo, o mecanismo  
333 envolvido na piora dos parâmetros seminais é provavelmente parecido, ou seja, o regime  
334 intensivo associado a dietas com elevados níveis de concentrado aumentando a gordura escrotal  
335 e dificultando a termorregulação testicular, conforme observado em animal deste experimento  
336 (**Figura 1**).

337 A elevação da temperatura testicular promove aumento do metabolismo das células  
338 testiculares, que entram em estado de hipóxia, induzindo um desbalanço na quantidade de  
339 espécies reativas ao oxigênio, resultando em estresse oxidativo, consequente, fragmentação de  
340 DNA, e apoptose das células do epitélio germinativo nos tubos seminíferos<sup>(42-44)</sup>.

341



342

343 **Figura 1:** Acúmulo de gordura escrotal em carneiro *Dorper* ao final do experimento, que  
 344 apresentava também astenozoospermia.

345 **Fonte:** dados da pesquisa, 2021.

346

347 Em síntese, observou-se que os animais da raça *Dorper*, em regime intensivo  
 348 prolongado, mesmo com dieta de manutenção<sup>(8)</sup>, apresentaram desempenho produtivo e  
 349 mantiveram o escore corporal compatíveis com a valorização comercial típica da ovinocultura  
 350 de elite, embora tenha ocorrido casos recorrentes de acidose ruminal em alguns animais. O porte  
 351 físico estético resultante deste tipo de manejo, sob condições climáticas típicas do clima  
 352 tropical, resultou em estresse térmico. Em resposta ao estresse por excesso de calor, os carneiros  
 353 elevaram a frequência respiratória para manutenção da temperatura retal dentro da faixa de  
 354 normalidade.

355 Quanto ao efeito sobre o sistema reprodutor, os valores médios observados para o  
 356 volume do ejaculado, defeitos maiores, defeitos menores e defeitos totais em ambos os tempos  
 357 estão dentro dos padrões de normalidade, enquanto o vigor estava dentro do padrão de  
 358 normalidade no início do experimento e ficou abaixo desse índice no final do experimento. De  
 359 modo positivo, observou-se a diminuição significativa na média dos defeitos espermáticos  
 360 maiores e menores.

361 Por outro lado, os valores médios da motilidade progressiva, movimento massal,  
 362 concentração e Espermatozoides Móveis Totais (EMT) estavam abaixo dos padrões descritos  
 363 pelo CBRA<sup>(12)</sup> durante toda a pesquisa e o vigor, especificamente, ao tempo final. Além disso,  
 364 não houve a evolução esperada e a melhoria dos parâmetros quantitativos com a maturação  
 365 sexual que ocorre ao longo do tempo, com a maturação sexual e repetição da metodologia de  
 366 coleta.

367

368 **Conclusão**

369

370 O manejo intensivo com oferta de concentrado por período prolongado para carneiros  
 371 *Dorper*, mesmo com dieta de manutenção, promove aumento significativo do peso, da  
 372 morfometria corporal e mantém o padrão estético almejado pela ovinocultura de elite. Porém,  
 373 essa prática resulta no acúmulo excessivo de gordura corporal, especialmente no escroto, sem  
 374 a evolução esperada para alguns dos parâmetros quantitativos seminais. Portanto, não se  
 375 recomenda este tipo de manejo para carneiros *Dorper* PO destinados à reprodução.

376

377 **Agradecimentos**

378 Nossos sinceros agradecimentos às instituições e colaboradores que foram  
 379 fundamentais ao desenvolvimento desta pesquisa.

380

381 **REFERÊNCIAS**

382

383 1. Filipini B, Dantas A, Montanha AAO. bem-estar e comportamento de ovinos em sistema  
 384 intensivo. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia; 2016. v.13 n.24.  
 385 (<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2016b/agrarias/bem%20estar.pdf>)

386

387 2. Fourie PJ, Schwalbach LM, Naser, FWC; Van Der Westhuizen, C. Scrotal, testicular and  
 388 semen characteristics of young Dorper rams managed under intensive and extensive conditions.  
 389 Small Ruminant Research; 2004 Aug, 54, 1-2, 53–59.  
 390 ([http://www.smallruminantresearch.com/article/S0921-4488\(03\)00353-5/abstract](http://www.smallruminantresearch.com/article/S0921-4488(03)00353-5/abstract))

391

392 3. Bester N, Schwalbach LMJ, Merwe, H.J; Van Der Greyling, J.P.C; Fair, M.D. The influence  
 393 of dietary energy concentrations on scrotal, testicular and semen characteristics of young  
 394 Dorper rams. South Afri. J. Anim. Sci; 2004. 34:53–55.

395

396 4. Rosanova, C.; Silva Sobrinho, A.G.; Gonzaga Neto, S. A raça Dorper e sua caracterização  
 397 produtiva e reprodutiva. Veterinária Notícias, Uberlândia; 2005. v. 11, n. 1, p. 127-135.  
 398 (<http://www.seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/view/18632>)

399

400 5. Carneiro, H. C.; Louvandini, H.; Paiva, S.R.; Macedo, F.; Mernies, B.; McMANUS, C.  
 401 Morphological characterization of sheep breeds in Brazil, Uruguay and Colombia. Small  
 402 Ruminant Research; 2010. v. 94, p. 58-65.  
 403 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448810001926>)

404

405 6. Sousa, A. A. R. et al. Urolitíase obstrutiva em ovino. Acta Scientiae Veterinariae; 2011. 39  
 406 (2), 1-4.  
 407 (<http://www.ufrgs.br/actavet/39-2/PUB%20970.pdf>)

408

409 7. Climate-data.org. Clima Teresina (BRASIL); 2021.  
 410 (<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/piaui/teresina-3935>)

411

412 8. NRC. (2012). Nutrient Requirements of Swine (7th rev. ed.). Washington: Natl. Acad. Press,  
 413 Washington, DC.

414

- 415 9. Baêta, F. C.; Souza, C. F. *Ambiência em edificações rurais - conforto animal*. Viçosa: Editora  
416 da Universidade Federal de Viçosa; 2010. 269p.
- 417
- 418 10. Moraes, J.C.F.; Souza, C.J.H. Uma revisão sobre a execução do exame andrológico nos  
419 carneiros. Bagé: Embrapa Pecuária Sul; 2019. ISSN 1982-5390, 1ª Ed.  
420 ([https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1118855/uma-revisao-sobre-a-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1118855/uma-revisao-sobre-a-execucao-do-exame-andrologico-nos-carneiros)  
421 [execucao-do-exame-andrologico-nos-carneiros](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1118855/uma-revisao-sobre-a-execucao-do-exame-andrologico-nos-carneiros))
- 422
- 423 11. Louvandini, H.; Mcmanus, C.; Martins, R. D.; Lucci, C. M.; Corrêa, P. S. Características  
424 biométricas testiculares em carneiros Santa Inês submetidos a diferentes regimes de  
425 suplementação protéica e tratamentos anti-helmínticos. *Ciência Animal Brasileira*; 2008. [S. l.],  
426 v. 9, n. 3, p. 638–647.  
427 (<https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/4936>)
- 428
- 429 12. CBRA. *Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. Manual para exame andrológico e*  
430 *avaliação de sêmen animal*. CBRA: Belo Horizonte; 2013.
- 431
- 432 13. Pimentel-Gomes, F. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: FEALQ; 2009. 15. ed.
- 433
- 434 14. Sousa Júnior, S.C.; Morais, D.E.F.; Vasconcelos, A.M.; Nery K.M.; Morais, J.H.G.;  
435 Guilhermino, M.M. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em  
436 diferentes épocas do ano em região semiárida. *Revista Científica de Produção Animal*; 2008.  
437 10:127-137.
- 438
- 439 15. McDowell, R.E. *Improvement of livestock production in warm climates*. San Francisco:  
440 W.H. Freeman and company; 1972. 171p.
- 441
- 442 16. Nääs, I.A. *Princípios de conforto térmico na produção animal*. São Paulo: Editora Ícone;  
443 1989. 183p.
- 444
- 445 17. Hales, J. R. S.; Brown, G. D. Net energetic and thermoregulatory efficiency during panting  
446 in the sheep. *Comp. Biochemical Physiology*; 1974. [S.l.], v. 49, p. 413-422.
- 447
- 448 18. Reece, W. O.; Erickson, H. H.; Goff, J. P. et al. *Dukes' physiology of domestic animals*.  
449 John Wiley & Sons; 2015.
- 450
- 451 19. Gonçalves, R.C. Semiologia do Sistema Respiratório. In: FEITOSA F. L. *Semiologia*  
452 *Veterinária*; 2004. p.313 – 331.
- 453
- 454 20. Silanikove, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic  
455 ruminants. *Livestock Production Science*; 2000. [S.l.], v. 67, p. 1- 18.
- 456
- 457 21. Pantoja, J.C.; Barbosa, C.R.; Santos, T.E.A.; Santos, C.G. avaliação do conforto térmico  
458 para ovinos em exposição durante feira agropecuária de Santarém. *Agroecossistemas*; 2017. v.  
459 9, n. 2, p. 316 – 329.  
460 (<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/5108>)
- 461
- 462 22. Cezar, M. F., Souza, B. B., Souza, W. H., et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de  
463 ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido  
464 nordestino. *Ciência Agrotécnica*; 2004. v. 28, n. 3, p. 614-620.

- 465  
466 23. Feitosa, F. L. *Semiologia Veterinária a arte do diagnóstico*. Roca: São Paulo; 2004. p.807.  
467
- 468 24. Eloy, A. M. X. *Estresse na produção animal*. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos.  
469 (Comunicado Técnico 87); 2007. 7p.  
470 (<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/526607?locale=es>)  
471
- 472 25. Luz, C.S.M; Fonseca, W.J.L.; Barros Junior CP et al. Estimativas de características  
473 termorreguladoras de ovinos em período seco e chuvoso criados na região do Vale do  
474 Gurgueia, sul do estado do Piauí. *Acta Veterinaria Brasília*; 2014. 8:19-24.  
475
- 476 26. Kolb, E. *Regulação da temperatura corpórea fisiologia veterinária*. 4 ed. Editora  
477 Guanabara Koogan; 1981. 562 p.  
478
- 479 27. Borges, L.S. et al. Características termorreguladoras de ovinos da raça Dorper criados em  
480 condições climáticas de Meio-Norte do Brasil. *Braz. J. of Develop.*; 2020. Curitiba, v. 6, n. 9,  
481 p. 66805-66813.  
482 ([file:///C:/Users/Usuario/Downloads/16378-42343-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/16378-42343-1-PB%20(1).pdf))  
483
- 484 28. Torres, T. S. et al. Behavioral and thermoregulatory characteristics of Dorper sheep.  
485 *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*; 2017. 5(3), 85-90.  
486 (<https://www.jabbnet.com/article/doi/10.31893/2318-1265jabb.v5n3p85-90>)  
487
- 488 29. Carneiro, H.C.; Louvandini, H.; Paiva, S.R.; Macedo, F.; Mernies, B.; Mcmanus, C.  
489 Morphological characterization of sheep breeds in Brazil, Uruguay and Colombia. *Small*  
490 *Ruminant Research*; 2010. v. 94, p. 58-65.  
491 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448810001926>)  
492
- 493 30. Biagiotti, D. et al., Diferenciação de populações ovinas encontradas no estado do Piauí.  
494 *Arch. Zootec.*; 2015. 64 (245): 5-12.  
495 (<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/368-351-1-PB.pdf>)  
496
- 497 31. Arco. Associação Brasileira de Criadores de Ovinos. Regulamento padrão para  
498 julgamento de ovinos; 2020. Bajé-RS.  
499 (<http://www.arcoovinos.com.br/images/regulamentos/REGULAMENTO%20PADR%C3%83O%20PARA%20JULGAMENTO%20DE%20OVINOS%20atualizado%20em%2030%20de%20novembro%20de%202020.pdf>)  
500  
501  
502
- 503 32. Menegassi, S. R. O. et al. Breeding soundness examination: Understanding the causes of  
504 examination failure in young and mature Rams. *International Journal of Plant and Animal*  
505 *Sciences*; 2014. 2. 2167-437.  
506 (<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Breedingsoundnessexaminationunderstandingthecausesofexaminationfailureinyoungandmaturerams.pdf>)  
507  
508
- 509 33. Machado Junior, A.A.N. *Biometria escroto-testicular de carneiros da raça santa inês e*  
510 *mestiço (Dorper + Santa Inês) submetidos a estresse térmico*. Estudos em Zootecnia e Ciência  
511 *Animal*; 2020. 1Ed. Cap. 2, Atena Editora.  
512 (<https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/31803>)  
513

- 514 34. Maia, M.S.; Silva, J.V.C.; Medeiros, I.M.; Lima, C.A.C; Moura, C.E.B. Características  
515 seminais de carneiros das raças Dorper, Santa Inês e mestiços em condições de clima tropical.  
516 Ciênc. vet. Tróp; 2015. Recife-PE, v. 18, n. 1 p. 20-25 - janeiro/abril.  
517 (file:///F:/Users/Anselmo/Desktop/ArtigoSemen DorperStal.pdf)  
518
- 519 35. Moraes, J. C. F.; Oliveira, N. M. Componentes da avaliação andrológica e seu emprego na  
520 seleção de carneiros Romney Marsh. Revista Brasileira de Reprodução Animal; 1996. v. 20, p.  
521 23-29.  
522
- 523 36. Souza, J. A. T.; Campelo, J. E. G.; Macedo, N. A.; Leal, T. M.; Sousa Júnior, A.; Medeiros,  
524 R. M.; Chaves, R. M. Biometria testicular, características seminais, libido e concentração de  
525 testosterona em ovinos da raça Santa Inês, criados a campo, na microrregião de campo maior,  
526 Piauí. Ciência Veterinária nos Trópicos; 2007. v.10, n.1, p.21- 28.  
527 ([https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/  
528 periodicos/ ciencia-veterinaria-nos-tropicos/10-\(2007\)-  
1/biometria-testicular-caracteristicas-seminais-libido-e-concentracao-de/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/ciencia-veterinaria-nos-tropicos/10-(2007)-1/biometria-testicular-caracteristicas-seminais-libido-e-concentracao-de/))  
529
- 530 37. Sousa, W.H., Leite, P.R.M. Ovinos de corte: A raça Dorper. João Pessoa: EMEPA-PB;  
531 2000. 76p.  
532
- 533 38. Thomas, D. L. Breeds of sheep in the U.S. and their uses in production. 2009.  
534 ([http://www.ansci.wisc.edu/ExtensionNew%20copy/  
535 sheep/wisline\\_09/  
Breeds%20and%20Their%20Uses.pdf](http://www.ansci.wisc.edu/ExtensionNew%20copy/sheep/wisline_09/Breeds%20and%20Their%20Uses.pdf))  
536
- 537 39. Cloete, S.W.P., Villiers, T.T. Production parameters for a commercial Dorper flock on  
538 extensive pastures. S. Afr. J. Anim. Sci., Pretoria; 1987. v. 17, n. 3, p. 121-127.  
539 ([https://www.sasas.co.za/journals/  
540 production-parameters-for-a-commercial-dorper-flock-on-  
extensive-pastures/](https://www.sasas.co.za/journals/production-parameters-for-a-commercial-dorper-flock-on-extensive-pastures/))  
541
- 542 40. Schoeman, S.J., Rensia, W. A comparison between female lambs of the Dorper and two  
543 synthetic composites with respect to feed intake, growth and efficiency. S. Af. Tydskr. Veek;  
544 1993. v. 23, n. 1, p. 4-12.  
545 (<https://journals.co.za/doi/10.10520/EJC-1eb282cea8>)  
546
- 547 41. Pacheco, A.; Quirino C. R. Comportamento sexual em ovinos. Rev. Bras. Reprod. Anim.  
548 Belo Horizonte; 2010. v.34, n.2, p.87-97, abr./jun.  
549 ([http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v34n2/  
550 p87-97.pdf.](http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v34n2/p87-97.pdf))
- 551 42. Setchell, B.P. The Parkes Lecture. Heat and the testis. J Reprod Fertil; 1998.  
552 Nov;114(2):179-94.  
553 ([https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/  
554 10070346/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10070346/))
- 555 43. Hansen, PJ. Effects of heat stress on mammalian reproduction. Philos Trans R Soc Lond B  
556 Biol Sci; 2009. 364(1534):3341-3350.  
557 ([https://www.ncbi.nlm.nih.gov/  
558 pmc/articles/PMC2781849/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2781849/))
- 559 44. Pérez-Crespo, M.; Pintado, B.; Gutiérrez-Adán, A. Scrotal heat stress effects on sperm  
560 viability, sperm DNA integrity, and the offspring sex ratio in mice. Mol Reprod Dev; 2008.  
561 75(1):40-7, Jan.  
562 ([https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/  
17474098](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17474098))

## **6- CAPÍTULO II.**

### **Effect of over food and supplementation on the reproductive capacity of dorper rams**

(De acordo com as instruções da revista Theriogenology)

1     **EFFECT OF OVER FOOD AND SUPPLEMENTATION ON THE REPRODUCTIVE**  
2                                   **CAPACITY OF DORPER RAMS**

3  
4     Anselmo Alves Lustosa<sup>a</sup>, Antônio de Sousa Júnior<sup>b</sup>, Francisco da Chagas Cardoso Júnior<sup>c</sup>,  
5     Renan Paraguassu de Sá Rodrigues<sup>c</sup>, Sérgio Henrique Costa Júnior<sup>c</sup>, Filipe Bispo Lima<sup>d</sup>,  
6     Sérgio Paulo Lima Guerra<sup>a</sup>, Nayara Kelen Miranda dos Santos<sup>c</sup>, Arnaud Azevedo Alves<sup>c</sup>,  
7                    Maria Christina Sanches Muratori<sup>c</sup>, Amilton Paulo Raposo Costa<sup>c</sup>.

8  
9     <sup>a</sup> Departamento de Morfologia-DMOR/UFPI. E-mails: anselmolustosa@yahoo.com.br;  
10    guerrapsergio@gmail.com;

11    <sup>b</sup> Colégio Técnico de Teresina-CTT/UFPI. E-mail: sousajunior@ufpi.edu.br;

12    <sup>c</sup> Centro de Ciências Agrárias -CCA/UFPI. E-mails: juniorcardosovet@hotmail.com;  
13    renanparaguasu@hotmail.com; sergiocosta94@outlook.com; amilfox@uol.com.br;

14    <sup>d</sup> Centro de Tecnologia -CT/UFPI. E-mail: filipebispolima@ufpi.edu.br;

15  
16    **Declarations of interest:** none.

17  
18    **Abstract:** The fattening of rams has become a common practice among the so-called elite rams'  
19    breeders due the attractive market prices of animals with a high body condition score. However,  
20    the literature suggests deleterious effects of intensive management and diets with high levels of  
21    energy on the health and reproductive capacity of Dorper ram. This study aimed to evaluate the  
22    effect of an overfeeding diet and dietary supplementation on weight gain, morphophysiology  
23    of the reproductive system, seminal quality, and health of Dorper Pure Origin rams under  
24    intensive management regime. This is a randomized clinical trial in which two groups of 11  
25    ram received two different diets for a period of 116 days. One group received a maintenance

26 diet in accordance with NRC 2012, and the other group received a fattening diet plus  
27 supplementation, featuring a high-calorie, high-protein diet. Both groups showed significant  
28 weight gains and increased testicular morphometry throughout the experiment. Regarding the  
29 seminal quality, it was observed that color, appearance, volume, and sperm defects were not  
30 affected by the diets. However, vigor, mass movement and progressive motility were below  
31 normal standards for the two experimental groups. The diets promoted excessive accumulation  
32 of scrotal fat, which may have led an increase in testicular temperature and triggered testicular  
33 degeneration. In summary, the offer of high levels of concentrate, even on a maintenance diet,  
34 combined with intensive management, for a prolonged period, promotes weight gain and  
35 increases testicular measurements and the body score. However, this practice causes excessive  
36 accumulation of body fat, especially in the scrotum of young Dorper ram. Finally, the tropical  
37 climate conditions resulted in an increase in testicular temperature, compromise seminal  
38 quality, and trigger testicular degeneration.

39

40 **Keywords:** *Dorper* rams; Animal nutrition; Animal reproduction; Sanity.

41

## 42 1. Introduction

43

44 Over the past 40 years, the reorganization, expansion and adjustments of the Brazilian  
45 ram meat producer and consumer markets have been driving a process of technification of  
46 production with the dissemination of management technologies and selection of animals with  
47 high genetic standards. Historically, the so-called elite animal ram farming emerged and added  
48 a high economic value with the genealogical selection of animals by recording their ancestors  
49 [1].

50 In the 90's, Dorper rams were introduced in Brazil with the aim of improving  
51 productivity and standardization of carcass in regional herds [2]. Originally, from South Africa,  
52 Dorper rams have shown attributes such as great muscle, ease of fat accumulation, meat  
53 marbling and adaptability to tropical climate. Thus, these animals become the favorites among  
54 elite breeders [3]. These attributes, together with the high body score, ensure an aesthetic  
55 morphological pattern that adds excellent market value to these animals [4].

56 Nutritional management aimed at fattening sheep can compromise the  
57 morphophysiology of the reproductive system [5], seminal quality and promote decreased  
58 libido [4, 6]. In addition, it promotes hormonal changes and formation of kidney/bladder stones  
59 [7] and heat stress [8].

60 Interviews conducted with elite regional breeders revealed that semi-intensive or  
61 intensive management associated with maintenance diet provision are carried out regularly  
62 between exposure events. In addition, the breeders reported that, close to the event, they change  
63 the system to an intensive management with overfeeding and dietary supplementation in a prior  
64 period of 30 to 60 days to facilitate the sale of breeders and reproducers. Furthermore, the  
65 breeders were unanimous in pointing out the higher prevalence of eating disorders such as  
66 ruminal acidosis, joint diseases, sudden death, testicular degeneration and decreased seminal  
67 quality of animals under this management system.

68 Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of overfeeding and dietary  
69 supplementation on weight gain, morphophysiology of the reproductive system, seminal  
70 quality, and health of pure Dorper rams under intensive management regime.

71

## 72 **2. Materials e Methods**

73

### 74 **2.1 Ethical and legal aspects**

75           The research was approved by the Ethics Committee on the Use of Animals  
76 (CEUA/UFPI) in Opinion n° 590/19 issued on September 9, 2019 (Annex I). During all phases  
77 of the research, it was followed the precepts of Law n° 11.794, of October 8, 2008, of Decree  
78 n° 6.899, of July 15, 2009, and norms published by the National Council for the Control of  
79 Animal Experimentation (CONCEA).

80

## 81 **2.2 Experiment**

82           This randomized clinical trial was carried out with 30 young Dorper PO rams acquired  
83 from elite breeders who regularly participate in regional show events. All animals were  
84 previously evaluated for general health status and reproductive system integrity. After  
85 acquisition, the animals went through a period of 60 days of training and adaptation to collect  
86 the research parameters.

87           Among the 30 animals that started the research, eight were euthanized after the  
88 adaptation period to obtain the tissues samples used in histological analysis. The control group  
89 was composed of four animals from each experimental group. In addition, the testicle tissues  
90 were collected for histological and physical-chemical analysis, according to a pre-established  
91 and specific methodology [9, 10].

92           The remaining 22 rams, with a mean age of  $10.09 \pm 1.29$  months and mean weight of  
93  $51.15 \pm 5.59$  kg, were randomly divided into two groups, with 11 animals each, that received  
94 two different diets for 116 days.

95           The group I received a maintenance diet (MD) composed of forage corn silage and  
96 ground corn concentrate (57.5%), wheat bran (15.5%), and soybean meal (27%). The previous  
97 physical-chemical and chemical analysis of all ingredients allowed defining the daily supply at  
98 16.1% of Crude Protein (CP) and 79.1% of Total Digestive Nutrients (TDN). The concentrate

99 was based on 3% of the live weight of the animal group, as the NRC (2012) suggests for a  
100 maintenance diet for replacement animals. The concentrate/bulk ratio was 52.37/47.63.

101 The group II received a superfeeding + supplementation diet (SSD) consisting of forage  
102 corn silage and ground corn concentrate (45%), wheat bran (5.5%), soybean meal (49.5%), with  
103 21.97% of Crude Protein (CP) and 79.77% of Total Digestive Nutrients (TDN), characterizing  
104 a high-calorie and high-protein diet. The concentrate/bulk ratio was 52.22/47.78.

105 The daily amounts of the SSD were based on 5% of the total body weight of the group,  
106 and the following supplements were administered, as indicated by the manufacturers: Catosal  
107 B12<sup>®</sup>, 5 mL in a biweekly dose/intramuscularly; Suprafer gel<sup>®</sup> 8 mL/animal/day/orally;  
108 Glicosol Sport<sup>®</sup> 5 mL/animal/day/orally; and Organew<sup>®</sup> 5 g/animal/day mixed in the feed. The  
109 supplements were chosen based on preliminary research on the practice of elite regional  
110 breeders for fattening animals presented at exhibition events.

111 The two diets were offered twice a day, at 07:00 h and 14:00 h. The offer of mineral  
112 water and salt was *ad libitum*. The rams were weighed weekly, and the amount of the diet  
113 readjusted.

114 The experiment was carried out in a concrete floor shed with a metal roof that expands  
115 beyond the boundaries of the four bays. The veterinarian was responsible for the inspection of  
116 the animals' circulation and feeding space, the dimensions and positioning of the feeding  
117 troughs, hygiene, and sanitary management. These inspections were based on the proposed  
118 recommendations for sheep welfare in intensive management by Filipini, Dantas and Montanha  
119 [11].

120 During the experiment, continuous monitoring of the environment temperature, relative  
121 humidity and dew point temperature was carried out by using a Data Logger Klimalogg Pro  
122 Wireless 868Mhz Incoterm<sup>®</sup> thermo-hygrometer fixed at 70 cm from the ground, equivalent to  
123 the average height of the animals.

124 At the end of the experiment, a further euthanasia of a parcel of eight rams was carried  
125 out, four animals were from the MD group and four from the SSD group for comparison of the  
126 histological and physicochemical analysis carried out at the beginning of the experiment.

127

### 128 **2.3 Collection of morphophysiological, seminal, blood parameters, ultrasonography,** 129 **thermography, and physical-chemical analysis of testicular tissue**

130 Morphophysiological variables such as heart rate (HR), respiratory rate (RR), rectal  
131 temperature (RT), weight, body condition score (BCS), scrotal perimeter (SP), and testicular  
132 volume (TV) were collected periodically during the experiment, according to the methodology  
133 proposed in the specialized literature [12-14].

134 Semen collection was carried out by using an artificial vagina of female mannequins in  
135 induced estrus, followed by analysis of qualitative and quantitative aspects of the semen, as  
136 recommended by the Brazilian College of Animal Reproduction [15]. The following semen  
137 parameters were evaluated: volume, color, appearance, vigor, turbulence, progressive motility,  
138 concentration, major defects, minor defects, and total defects.

139 Blood tests were carried out at the outset and at the end of the experiment, according to  
140 the methodology described by Thrall [16], for the analysis of the following parameters:  
141 complete blood count, white blood count and lipid profile, fasting blood glucose, renal profile  
142 (urea and creatinine), liver profile (AST, GGT, total protein and albumin), minerals (calcium  
143 and phosphorus), and testosterone.

144 Complementarily, an ultrasonographic evaluation of the animals was carried out using  
145 a portable ultrasound equipment (Mindray Z5VET) coupled to a linear transducer  
146 (75L50EAV), with a frequency of 5.0/7.5MHz. The device settings (focus area, brightness, and  
147 contrast) were standardized at predetermined values and maintained during all assessments that  
148 were performed by a single operator. Visualization of the testis vascular vases and measurement

149 of observed variables (peak systolic velocity-VPS, end-diastolic velocity-VDF and resistivity-  
150 IR and pulsatility-IP indices) were carried out according to specific methodology [17, 18].

151 At the outset and at the end of the experiment, body thermography was carried out on  
152 all animals in front and posterior views, in the shade and after 60 minutes of exposure to the  
153 sun. The thermographic images were captured with a model FLIR® T650sc 25° series infrared  
154 camera (incl. Wi-Fi) with thermal sensitivity (N.E.T.D):  $<0.01^{\circ}\text{C}$ . The images were analyzed  
155 with the FLIR® Quick Report software. It was observed that the animal's anus had the highest  
156 mean surface body temperature and the lower scrotal pole the point of lowest body temperature.  
157 Thus, at the end of the study, the temperature gradients between the anus, superior pole, middle  
158 and inferior pole of the scrotum over each testicle were measured.

159

#### 160 **2.4 Statistical analysis and processing**

161 The data collected in the survey were analyzed by using the Statistical Packages for the  
162 Social Sciences Software (SPSS 20.0). First, normality diagrams were verified through the QQ-  
163 Prot, Box-Prot and histograms. At this stage, it was observed that three animals (two from the  
164 MD group and one from the SSD group) had atypical or discrepant observations regarding  
165 weight and age. Thus, these observations were excluded to adjust these two variables (age and  
166 weight) within an asymptotically normal or Gaussian distribution. In addition, two animals  
167 from the SSD group died from ruminal acidosis during the experiment.

168 One animal from the SSD group was excluded from the experiment due to lack of sexual  
169 interest, an aspect that made the semen collection unfeasible. Therefore, among the 20 animals,  
170 16 animals met the inclusion criteria and normal distribution of weight and age, nine in the MD  
171 group and seven in the SSD group.

172 Quantitative analysis of the parameters over time was carried out by comparing the  
173 means at the outset and at the end of the experiment by using the paired Student's t test. For the

174 quantitative analysis between the experimental groups, the means were compared using the  
175 Student t test for independent samples. The significance criterion adopted was the association  
176 at a 5% level ( $p < 0.05$ ).

177

### 178 **3. Results and Discussion**

179

180 Regarding the values of BCS and animal weight, there was a significant increase in the  
181 means of these parameters for both experimental groups. However, there was no statistical  
182 difference between the diets offered (Table 1). The average daily weight gain of the animals  
183 also did not differ between the MD and SSD groups, being lower than that reported in the  
184 literature for confined beef sheep farming. During the experiment, recurrent cases of ruminal  
185 acidosis were observed in some animals of the SSD group, which had lower weight gains and  
186 BSC. Thus, the addition of energy and protein from the superfeeding and supplementation diet  
187 was not good for some animals, limiting additional weight and BSC gains in relation to the MD  
188 group.

189 The intensive diet with offer of concentrate tends to provide high weight gain compared  
190 to the less intensive management due to the use of energy in the feed, and the lower heat  
191 production during fermentation digestion combined with the lower energy expenditure of the  
192 intensive diet [19]. Thus, some studies on the management of Dorper beef rams confined in a  
193 fattening diet show daily weight gains per animal in the range of 259 g/day [20], 230 g/day  
194 [21], and 270 g/day [22]. Other authors observed for Dorper rams in intensive regimen the  
195 average daily gain of 180 g/day on maintenance diet and 229 g/day for animals on fattening  
196 diet, and these groups reached, at the end of the study, BSC of 5.2 and 6,0 respectively, on a  
197 scale of 0-6 [4].

198 Some authors point out that the Dorper breed has high capacity for voluntary ingestion  
 199 of concentrate diets and efficient use of nutrients. These aspects favor the accumulation of body  
 200 fat [4, 23, 24].

201

202 **Table 1:** BSC, weight, daily weight gain, scrotal circumference and testicular volume  
 203 throughout the experimental period based on the DM and DSS Diets.

		<b>EXPERIMENTAL GROUPS</b>			
<b>Variables</b>		<b>DM</b>		<b>DSS</b>	
		<b>Mean</b>	<b>Standard deviation</b>	<b>Mean</b>	<b>Standard deviation</b>
	<b>Time</b>				
<b>BSC</b>	Outset	3,86 <sup>ab</sup>	0,31	4,00 <sup>ab</sup>	0,14
	End	4,27 <sup>aA</sup>	0,19	4,35 <sup>aA</sup>	0,19
<b>Weight (kg)</b>	Outset	49,48 <sup>ab</sup>	6,26	52,35 <sup>ab</sup>	6,26
	End	69,03 <sup>aA</sup>	4,00	68,68 <sup>aA</sup>	8,28
<b>Weight gain/day</b>	Outset	168,53 <sup>a</sup>	28,70	140,77 <sup>a</sup>	56,03
<b>Scrotal Perimeter</b>	End	30,24 <sup>ab</sup>	3,03	30,48 <sup>ab</sup>	2,11
	Outset	32,21 <sup>aA</sup>	0,50	32,22 <sup>aA</sup>	0,60
<b>Testicular volume (mL)</b>	End	734,65 <sup>aA</sup>	126,79	640,79 <sup>aA</sup>	165,56
	Outset	787,42 <sup>aA</sup>	314,37	681,16 <sup>aA</sup>	108,81

204 **Caption:** SSD= Superalimentation and Supplementation Diet; MD= Maintenance Diet; Lowercase  
 205 letters without intercession on the same line indicate that the diets differ from each other by the t test for  
 206 independent samples. Non-intersecting capital letters in the same column indicate that treatments differ  
 207 by the paired t-test over time. For all tests applied, a significance level of 5% was considered.

208 **Source:** survey data, 2021.

209

210 Values for scrotal perimeter (SP) are within normal limits for age, race, and  
211 management. Throughout the experimental period, only SP had a significant increase,  
212 reinforcing the positive relationship between this parameter and body weight gain, but with no  
213 statistical difference between the diets. The average scrotal perimeter of adult ram can vary  
214 from 30.21 cm to 33.21 cm [25]. However, some factors such as age, body weight, nutritional  
215 management, seasonality, and genetics significantly affect this characteristic [13]. The  
216 Brazilian Association of Ram Breeders [26] suggests a minimum measure of 28 cm of SP for  
217 eight-month-old ram in official exhibitions.

218 Moraes and Souza [13] state that SP is the simplest measure and with the greatest  
219 correlation with testicle weight, having high repeatability and heritability, but there is no  
220 guarantee that a ram with large testicles will produce excellent quality semen. Thus, the SP is  
221 a component of the andrological examination that should not be overvalued due to its  
222 correlations and measurement simplicity. Regarding Dorper rams with high BSC, it is  
223 suggested that the SP measurement may be increased due to the accumulation of fat in the  
224 scrotum. In this sense, the increase in SP could be related to the worsening of seminal  
225 parameters, since scrotal fat impairs testicular thermoregulation and spermatogenesis [4, 5].

226 Regarding the qualitative analysis of the semen, it was observed that the color and  
227 appearance of the semen were within the normal range in both groups at the end of the  
228 experiment. Color and appearance are two qualitative variables evaluated subjectively, and  
229 these characteristics correspond to a macroscopic visual analysis, complementary to  
230 microscopic quantitative analyses.

231 The ivory, white and opalescent white colors are considered normal for the semen,  
232 whereas the greenish, citrus yellow and translucent colors are indicative of pathological  
233 alterations. As for the aspect, it is considered normal when the semen is milky or creamy [13].

234 In general, the microscopic quantitative changes observed with decreased seminal  
235 quality do not always manifest themselves macroscopically with changes in the color and  
236 appearance of the ejaculate. On the other hand, changes in color and appearance are strongly  
237 related to a significant worsening in quantitative aspects. Moraes and Souza [13] point out that  
238 the color and appearance of a semen sample provide evidence of sperm concentration, that is,  
239 translucent samples and an aqueous aspect have strong evidence of azoospermia.

240 Regarding the quantitative seminal evaluation, the CBRA [15] recommends that sheep  
241 semen have: average volume ranging between 0.5 mL and 1.5 mL, total concentration equal to  
242 or higher than  $3 \times 10^9$  sperm per ejaculate, vigor equal to or higher than 3; progressive motility  
243 equal to or higher than 70%, mass motility equal to or higher than 3, total sperm defects less  
244 than 20%, and the percentage of major defects must be less than 10%.

245 The analysis of the individual performance of the animals allowed us to verify that, at  
246 the beginning of the experiment, a significant number of animals in both experimental groups  
247 (DSS=57.2%; DM=50%) did not meet the CBRA standard. However, for young ram, it is  
248 relatively common to present some aspects of seminal quality below CBRA standards, which  
249 tend to improve with sexual maturity and collection training, but throughout the experiment  
250 there was no significant change in this pattern.

251 In more detail, the analysis of the quantitative variables of the semen (Table 2) allowed  
252 us to observe that the mean values for the ejaculate volume and the Total Movable Spermatozoa  
253 (TMS) were statistically higher for the SSD group at the outset and at the end of the experiment  
254 compared to the MD group, with no statistically significant variation throughout the  
255 experiment. It was observed that the values of the SSD group were higher from the experiment  
256 outset. Therefore, these parameters are not related to diets. Absolutely, both groups had mean  
257 ejaculatory volume within the normal range. The TMSs are within the normal range only for  
258 the SSD group since the outset of the experiment.

259 The mean concentration of sperm in both groups was below the normal range at the  
 260 outset of the experiment, so that only the animals in the SSD group reached this pattern at the  
 261 end of the experiment with a statistically higher mean than the MD group. For this group, the  
 262 statistically significant increase in sperm concentration was not enough to reach the standard of  
 263 normality at the end of the research.

264 Major, minor, and total sperm defects were within the normal range for the two  
 265 experimental groups and did not differ statistically between groups and throughout the study.

266 The results in Table 2 indicated that the means of mass movement, progressive motility  
 267 and vigor for both groups at the outset of the experiment were below the standards  
 268 recommended by the CBRA [15], not differing statistically between groups or over time.  
 269 Among these values, only the mass movement of the MD group reached the standard of  
 270 normality at the end of the research.

271

272 **Table 2:** Quantitative aspects of semen at the beginning and at the end of the experiment, as a  
 273 function of SSD and MD diets.

Variables	EXPERIMENTAL GROUPS				
	Time	MD		SSD	
		Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation
<b>Ejaculated volume</b>	Outset	0,60 <sup>bA</sup>	0,37	1,15 <sup>aA</sup>	0,61
	End	0,78 <sup>bA</sup>	0,14	1,08 <sup>aA</sup>	0,25
<b>Mass movement</b>	Outset	2,88 <sup>aA</sup>	2,11	2,78 <sup>aA</sup>	1,75
	End	3,11 <sup>aA</sup>	1,96	2,57 <sup>aA</sup>	1,75
<b>Progressive motility</b>	Outset	65,00 <sup>aA</sup>	38,24	55,71 <sup>aA</sup>	40,76
	End	66,11 <sup>aA</sup>	31,00	45,71 <sup>aA</sup>	43,14

<b>Force</b>	Outset	2,94 <sup>aA</sup>	1,70	2,64 <sup>aA</sup>	1,88
	End	2,88 <sup>aA</sup>	1,69	2,28 <sup>aA</sup>	2,13
<b>Concentration (x10<sup>9</sup>/ml)</b>	Outset	1,80 <sup>aB</sup>	0,83	2,28 <sup>aA</sup>	1,04
	End	2,87 <sup>bA</sup>	1,36	5,50 <sup>aA</sup>	1,50
<b>TMS (x10<sup>9</sup>/per ejaculate)</b>	Outset	1,10 <sup>bA</sup>	0,80	3,03 <sup>aA</sup>	2,03
	End	2,35 <sup>bA</sup>	1,48	6,38 <sup>aA</sup>	2,49
<b>Major sperm defects</b>	Outset	1,11 <sup>aA</sup>	1,26	0,85 <sup>aA</sup>	1,57
	End	2,33 <sup>aA</sup>	2,63	2,33 <sup>aA</sup>	4,07
<b>Minor sperm defects</b>	Outset	3,88 <sup>aA</sup>	2,26	4,14 <sup>aA</sup>	4,14
	End	4,94 <sup>aA</sup>	2,650	6,66 <sup>aA</sup>	5,48
<b>Total sperm defects</b>	Outset	5,00 <sup>aA</sup>	2,87	5,00 <sup>aA</sup>	3,46
	End	7,27 <sup>aA</sup>	4,78	9,00 <sup>aA</sup>	9,18

274 **Caption:** SSD= Superalimentation and Supplementation Diet; MD= Maintenance Diet; TMS= Total  
275 Movable Sperm; Lowercase letters without intercession on the same line indicate that the diets differ  
276 from each other by the t test for independent samples. Non-intersecting capital letters in the same column  
277 indicate that treatments differ by the paired t-test over time. For all tests applied, a significance level of  
278 5% was considered.

279 **Source:** survey data, 2021.

280

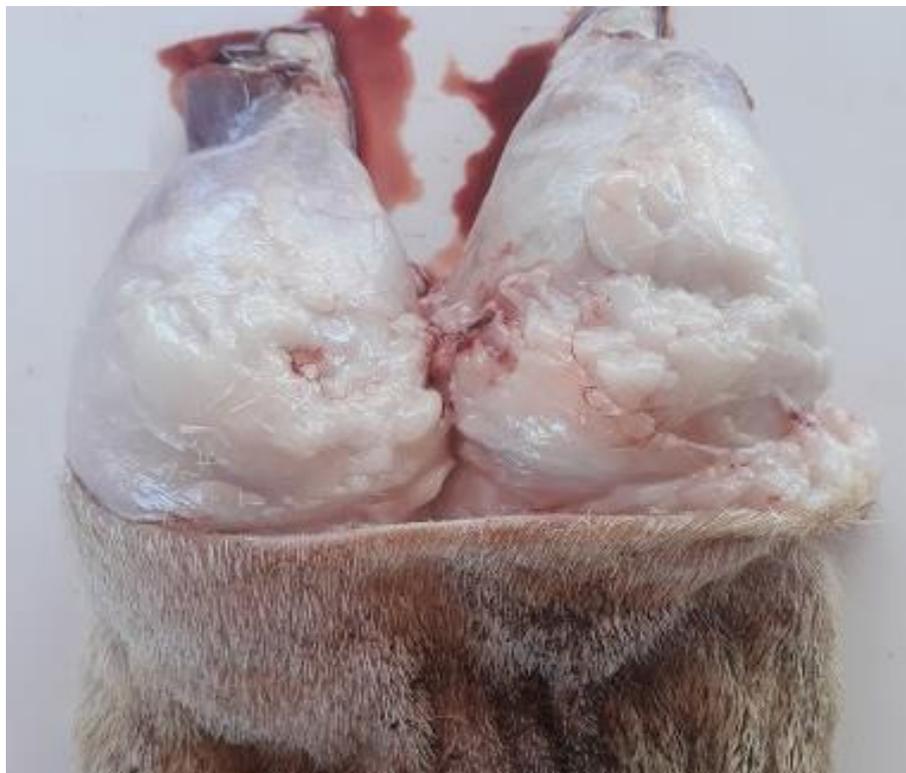
281 The significant improvement in TMS values and sperm concentration in the semen  
282 throughout the experiment could be attributed to the supplementation with multivitamins and  
283 minerals made exclusively for the SSD group. It was observed that food supplementation with  
284 higher nutritional quality of rams promoted greater sperm volume and concentration [27]. The  
285 group reached the normality standard. However, the DSS group already had higher sperm  
286 concentration and TMS at the outset of the experiment, which cannot be attributed to the  
287 influence of diet or supplementation.

288 As seen, there was a significant increase in the mean weight, BSC and scrotal perimeter  
289 of the animals in both groups throughout the experiment. However, there was no statistical  
290 difference between the diets offered.

291 Some authors observed that diets with high levels of protein and energy have a positive  
292 effect on weight gain and increased morphometric measurements, but promote excess body fat,  
293 especially in the scrotal region. This characteristic negatively affects the quantitative aspects of  
294 the semen related to the movement and survival of sperm [4].

295 The accumulation of body fat in the carcass, visceral and scrotum (Figure 1) was evident  
296 in this research, even for the maintenance diet. This aspect may have affected seminal quality  
297 and been determinant for the occurrence of the six cases of testicular degeneration (Figure 2)  
298 throughout the research, three in each experimental group.

299



300

301 **Figure 1:** Accumulation of hypodermic fat in a ram from the SSS group that evolved with a drastic  
302 decrease in seminal quality throughout the experiment.

303 **Source:** survey data, 2021.

304

305           The clinical evaluation of animals with testicular degeneration allowed the observation  
306 of testicular asymmetry with loss of normal contour and global increase on the affected side  
307 (Figure 2-A). Necropsy analysis revealed a pattern characterized by unilateral degeneration, in  
308 which the affected testicle decreases in volume, becomes flaccid, the tunica albuginea thicker  
309 and less vascularized, and the epididymis becomes enlarged (Figure 2-B). Microscopically, the  
310 histological analysis reveals the presence of fibrosis of the interstitial connective tissue and  
311 degeneration of the germinal epithelium of the seminiferous tubule (Figure 2-C). As a  
312 differential diagnosis for reproductive disorders in ram, blood tests were carried out for  
313 brucellosis and leptospirosis. Both results were negative.

314           The occurrence of testicular degeneration and decreased seminal quality are very  
315 common among Dorper ram from elite breeders. In addition, these aspects are related to changes  
316 in environmental and testicular temperature for several reasons, including increased scrotal fat  
317 [5].

318           Hyperthermia promotes an increase in cell metabolism, which induces an imbalance in  
319 the amount of reactive oxygen species (ROS). In turn, the ROS promote oxidative stress and,  
320 consequently, DNA fragmentation, resulting in apoptosis of germinal epithelial cells in the  
321 seminiferous tubes. Heat stress is also responsible for decreasing the activity of antioxidant  
322 enzymes, increasing NADPH oxidase activity, and disrupting mitochondrial homeostasis [28-  
323 30]. Due to the large amount of energy necessary for the displacement of sperm, they have a  
324 high number of mitochondria that, in the presence of ROS, suffer rupture of the membrane  
325 potential and lead to leakage of electrons in the electron transfer chain. This electron leakage  
326 produces more ROS, which in excess produces oxidative damage to the plasma membrane and  
327 sperm DNA [30, 31].

328



329

330 **Figure 2:** Ram from the SSD group with typical testicular degeneration. Caption: A= asymmetry and  
 331 loss of contour in the left testicle; B= left testicular volume reduction and epididymis overgrowth in  
 332 contrast to the normal aspect of the right testis; C= \* seminiferous tubule; Fibrillation of the interstitium  
 333 (a); degeneration of the germinal epithelium in the circle (black arrow = vacuolization) and red arrow  
 334 indicating Sertoli cells.

335 **Source:** survey data, 2021.

336

337 The severity of testicular degeneration is related to the intensity and duration of heat  
 338 stress. The recovery depends on the degree of involvement of the seminiferous epithelium,  
 339 being irreversible in severe lesions [32-35]

340 Some studies correlate testicular oxidative stress with a reduction in testosterone  
 341 production because of damage to Leydig cells or other endocrine structures such as the anterior  
 342 pituitary [36-37]. In this research, no changes in testosterone levels or statistically significant  
 343 differences were observed during the experiment or between diets.

344 The simultaneous appearance of low seminal quality and thermal homeostasis disorder  
 345 resulted on the thermographic analysis presented in Table 3. At the outset of the experiment,  
 346 the Temperature and Humidity Index (THI) was at a severe level, implying thermal stress for  
 347 the rams of both groups [12]. As a physiological response, a significant increase in respiratory  
 348 rate was observed above the normal range (DM= 91.71 rpm; DSS= 94.44 rpm) which was  
 349 sufficient to maintain the rectal temperature (RT) at normal levels.

350 At the end of the experiment, the THI was significantly lower, being classified as mild  
 351 [12]. In turn, the RT was within the normal range for both experimental groups, being  
 352 significantly lower for the MD group compared to the SSD group. However, the respiratory  
 353 rate remained high (DM= 72.22 rpm; DSS= 82.00 rpm) which suggests that other factors were  
 354 related to heat retention and activation of physiological thermoregulatory mechanisms. In this  
 355 case, this observation was attributed to the significant increase in weight and BSC throughout  
 356 the experiment for both groups [12].

357

358 **Table 3:** THI, rectal temperature (RT), thermographic temperatures of the anus, upper scrotum  
 359 (US), middle scrotum (MS) and lower scrotum (LS), temperature differences between the anus  
 360 and the upper, middle, and lower parts of the scrotum, performed in the shade for the collections  
 361 at the outset and at the end of the experiment, according to the MD and SSD diets.

Variables	EXPERIMENTAL GROUPS				
	Time	MD		SSD	
		Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation
<b>THI</b>	Outset	84,22 <sup>aA</sup>	1,19	83,42 <sup>aA</sup>	1,12
	End	78,73 <sup>aB</sup>	0,23	77,43 <sup>bbB</sup>	0,22
<b>RT (°C)</b>	Outset	39,53 <sup>aA</sup>	0,35	39,21 <sup>aA</sup>	0,20
	End	39,03 <sup>aB</sup>	0,23	39,40 <sup>aA</sup>	0,81
<b>Anus temperature (°C)</b>	Outset	38,98 <sup>aA</sup>	0,92	38,3 <sup>aA</sup>	0,73
	End	37,97 <sup>aB</sup>	0,25	37,23 <sup>bbB</sup>	0,67
<b>US temperature (°C)</b>	Outset	37,15 <sup>aA</sup>	0,70	36,57 <sup>aA</sup>	0,61
	End	35,17 <sup>bbB</sup>	1,52	33,44 <sup>aB</sup>	1,75
<b>MS temperature (°C)</b>	Outset	35,23 <sup>aA</sup>	0,59	34,54 <sup>aA</sup>	0,76
	End	32,26 <sup>aB</sup>	1,23	31,77 <sup>aB</sup>	1,63

<b>LS temperature (°C)</b>	Outset	33,95 <sup>aA</sup>	0,70	33,34 <sup>aA</sup>	0,78
	End	29,45 <sup>aB</sup>	1,07	28,96 <sup>aB</sup>	2,19
<b>Temperature difference: anus - US (°C)</b>	Outset	-1,82 <sup>aA</sup>	0,89	-1,73 <sup>aA</sup>	0,7
	End	-2,80 <sup>aB</sup>	1,56	-3,78 <sup>aB</sup>	1,79
<b>Temperature difference: anus - MS (°C)</b>	Outset	-3,74 <sup>aA</sup>	0,78	-3,76 <sup>aA</sup>	1,03
	End	-5,70 <sup>aB</sup>	1,32	-5,46 <sup>aB</sup>	1,87
<b>Temperature difference: anus - LS (°C)</b>	Outset	-5,02 <sup>aA</sup>	0,67	-4,91 <sup>aA</sup>	0,90
	End	-8,51 <sup>aB</sup>	1,20	-8,27 <sup>aB</sup>	2,29

362 **Caption:** THI = Temperature and Humidity Index; SSD= Superalimentation and Supplementation  
 363 Diet; MD= Maintenance Diet; US: Upper Scrotum; MS: Middle Scrotum; LS: Lower Scrotum;  
 364 Lowercase letters without intercession on the same line indicate that the diets differ from each other  
 365 by the t test for independent samples. Non-intersecting capital letters in the same column indicate that  
 366 treatments differ by the paired t-test over time. For all tests applied, a significance level of 5% was  
 367 considered.

368 **Source:** survey data, 2021.

369

370 Regarding the analysis of thermographic images (Table 3), it is observed that the mean  
 371 temperatures in the anus and in the upper, middle, and lower parts of the scrotum decreased. In  
 372 addition, the temperatures showed significantly high values at the outset of the experiment, with  
 373 no statistical difference between the SSS and MD groups at the outset and not throughout the  
 374 experiment.

375 The higher thermographic temperatures at the outset of the experiment are due to the  
 376 more severe environmental conditions. On the other hand, the decreasing temperatures in the  
 377 lower direction of the scrotum in relation to the anus are due to the physiological mechanisms  
 378 of testicular thermoregulation.

379 Mammalian spermatogenesis requires the maintenance of testicular temperature  
380 between 2 and 6 °C below body temperature. In ram, the pendular structure of the scrotum and  
381 testicular vascularization allow the formation of a mechanism in which the blood flow of the  
382 testicular artery is cooled by the venous counterflow of the pampiniform plexus. Thus, the blood  
383 that vascularizes the testicle reaches a temperature of approximately 4 °C lower at rectal  
384 temperature [38-39].

385 In addition, ram have the dartos tunic in the scrotum, which alters the position of the  
386 testes in relation to the body and modifies the thickness of the scrotal lining to help adjust the  
387 testicular temperature as a function of changes in ambient temperature. Finally, the sweat glands  
388 favor the decrease in scrotal temperature by evaporation [38, 40].

389 The analysis of temperature gradients in the last rows of Table 3 demonstrated that the  
390 results are not in accordance with the literature, especially due to the mean differences below 8  
391 °C between the temperature in the anus and the lower part of the scrotum (Figure 3-A). It was  
392 observed for both experimental groups at the end of the experiment, when weather conditions  
393 were mild.

394 However, it is noteworthy to say that these gradients were sufficient to promote a  
395 decrease in temperature within the testicular parenchyma to an adequate level for  
396 spermatogenesis, due to the accumulation of fat in the scrotum. Some authors report that  
397 excessive scrotal heating or cooling can lead to disruption of spermatogenesis [41].

398 The excessive accumulation of scrotal fat throughout the experiment may have caused  
399 thermal insulation, reduced blood flow, and hindered heat transfer between the testis and the  
400 scrotal surface, where the evaporative mechanisms remain preserved. Petrofsky and Laymon  
401 [42] state that body fat and blood flow are crucial for the transfer of heat through the skin. In  
402 this case, even with a much lower scrotal temperature, there could be hyperthermia inside the  
403 testicle.

404 Kastelic, Coulter and Cook [43] studied the scrotal, subdermal and intratesticular  
 405 surface temperatures of sheep in environments with 10 °C and 25 °C and found that the surface  
 406 temperatures of the scrotum ranged from 30.5 °C in the upper part (in 25 °C of room  
 407 temperature) to 26.1 °C (in less than 10 °C of room temperature). The intratesticular temperature  
 408 varied only 0.2 °C ( $35.4 \pm 0.1$  °C). However, the authors draw attention to the need to carry out  
 409 research in environments with higher temperatures. It is observed that the internal temperature  
 410 of the testicles suffers little variation (0.2 °C) as a function of the studied environment  
 411 temperatures (10 and 25 °C), where there is a difference of more than 10 °C in relation to the  
 412 animal's internal temperature.  
 413



414 **Figure 3:** Posterior view thermography with temperature gradients between the anus and the  
 415 upper, middle, and lower parts of the scrotum. Caption: A- SSD group ram with a temperature  
 416 gradient of 11.4 °C between the anus and the lower part of the scrotum; B- scrotum of a ram  
 417

418 from the MD group that developed degeneration of the left testis, showing a 2.9 °C higher  
419 surface temperature gradient compared to the right side of the scrotum.

420 **Source:** survey data, 2021.

421

422 In this case, the fat layer can have a cold adaptive value, to avoid an exaggerated cooling  
423 of the testicles. On the other hand, under tropical conditions, the environment temperature is  
424 very close to the internal temperature of the animals and the fat cover has an unfavorable effect  
425 on thermoregulation. Thus, breeds with this tendency towards adipose accumulation tend to  
426 have spermatogenesis impaired by the deficiency in testicular cooling.

427 Even though, the similar morphological evolution in the two experimental groups did  
428 not allow for a distinction between thermographic temperatures as a function of the diets. The  
429 use of the technique was important to verify changes in surface temperature in the scrotum in  
430 temperature gradients well above the literature consulted. These observations provided  
431 evidence that the accumulation of fat in the scrotum may, in fact, interfere with the  
432 physiological mechanisms of testicular thermoregulation. In this sense, the analysis of images  
433 of animals with testicular degeneration allowed the observation of an increase in peripheral  
434 temperature in the scrotum on the affected side by 2.9 °C (Figure 3-B).

435 The ultrasound images of the animals' testicular arteries did not allow the observation  
436 of significant differences between the mean values for any of the parameters analyzed between  
437 the groups or throughout the experiment. In general, at the end of the experiment, the averages  
438 of Peak Systolic Velocity (PSV), Final Diastolic Velocity (FDV), Resistivity Index (RI) and  
439 Pulsatility Index (PI) were within the normal range for the race, age, and climate [44-46]. Unlike  
440 these studies, in this research, it was not possible to correlate the ultrasound findings with  
441 parameters of seminal quality. However, for the testicle affected by testicular degeneration,

442 there was a significant increase in the Resistivity Index ( $p=0.011$ ). Therefore, this can be a  
 443 useful index for early detection of testicular degeneration.

444 The low resistivity of blood flow in the testicular artery suggests less resistance and  
 445 higher blood flow in the testicular parenchyma, and degenerative processes in the testicle can  
 446 limit blood flow and hinder thermoregulation [44, 47, 48]. In ram, systemic hypoxia or  
 447 increased testicular temperature increases testicular blood flow to prevent tissue hypoxia, with  
 448 the effects of excessively increasing testicular temperature affecting all germ cells and all stages  
 449 of spermatogenesis [49]. Thus, the changes in blood flow observed via Doppler US help to  
 450 explain the increase in testicular temperature observed, peripherally in the scrotum on the  
 451 affected side, previously observed in Figure 3-B.

452 Finally, the physical-chemical analysis of the testicles of the animals euthanized at the  
 453 outset and at the end of the experiment did not show statistical differences between the levels  
 454 of proteins, ash, and moisture between groups, nor over time. However, this analysis allowed  
 455 us to verify that the lipid content significantly increased in the SSD group throughout the  
 456 experiment, with a statistically higher mean than the MD group at the end of the study (Table  
 457 4). The above analysis allows us to understand that the lipid content in the testes increased  
 458 significantly because of the SSD Diet.

459

460 **Table 4:** Lipid content in the proximate composition of the testes according to diet, occurrence  
 461 of testicular degeneration and seminal quality throughout the experiment.

Variables		Lipids			
		Outset		End	
		Parameter	Mean	Standard deviation	Mean
<b>Groups</b>	SSD	1,71 <sup>bA</sup>	0,99	3,73 <sup>aA</sup>	0,39

	MD	1,96 <sup>aA</sup>	1,34	2,33 <sup>aB</sup>	0,95
<b>Testicular degeneration</b>	Yes	-	-	3,18 <sup>A</sup>	0,94
	No	-	-	1,99 <sup>B</sup>	1,13
<b>CBRA pattern (semen)</b>	Yes	-	-	1,32 <sup>B</sup>	0,49
	No	-	-	2,94 <sup>A</sup>	1,06

462 **Caption:** SSD = Superalimentation and Supplementation Diet; MD = Maintenance Diet; Lowercase  
 463 letters without intersecting on the same line indicate that the treatments differ from each other by the t  
 464 test for independent samples. Non-intersecting capital letters in the same column indicate that treatments  
 465 differ by the paired t-test over time. For all tests applied, a significance level of 5% was considered.

466 **Source:** survey data, 2021.

467

468 The means comparison tests (Table 4) also allowed to observe that the lipid content was  
 469 significantly higher in rams with testicular degeneration and with decreased seminal quality  
 470 according to the CBRA standard at the end of the experiment. Tests were not performed at the  
 471 outset of the experiment for these parameters because initially there were no cases of testicular  
 472 degeneration and seminal quality was still limited by the age of the animals.

473 Regarding the differences in the lipid content of the testes, there were no studies in the  
 474 literature dealing with the proximate composition of the testes of ram or any other species.  
 475 However, the relative differences in lipid content as a function of diet, testicular degeneration  
 476 and seminal quality seem to be a promising field for future research in the search for  
 477 understanding the physiological mechanisms related to alterations in testicular functions.

478 Very suggestively, it is believed that the diet offered to the SSD group, due to the high  
 479 energy content, may have altered tissue lipid levels in the testes. A study carried out with rats  
 480 showed that lipid content, non-esterified fatty acids, lipogenesis rates and hepatic lipogenic  
 481 enzyme activities were significantly higher in animals fed with more energetic diets (higher  
 482 carbohydrate content) compared to controls. In addition, hepatic mitochondria showed

483 oxidative damage, both in the lipid component and in the protein component, along with  
484 decreased antioxidant defense activity, resulting in increased lipogenesis throughout the entire  
485 body and ectopic lipid deposition [50]. Thus, the animals in the SSD group showed a significant  
486 increase and above the normal range for the Gamma Glutamyl Transferase (GGT) which is  
487 specific for the liver function in ram [51].

488         Therefore, the offer of diets proposed for Dorper ram, under intensive management  
489 regime, promoted excellent weight gain, increased testicular measurements, score and body  
490 esthetics. On the other hand, prolonged management resulted in excessive accumulation of fat  
491 in the scrotal region, which under borderline climatic conditions can result in increased  
492 testicular temperature, impaired spermatogenesis and trigger the described testicular  
493 degeneration process. These findings were reinforced by superficial temperature changes on  
494 thermography and by the limitation of blood flow in the testicular artery seen on Doppler  
495 ultrasound.

496         The significant increase in the lipid content of animals that received the superfeeding  
497 and supplementation diet, as well as in animals with testicular degeneration and decreased  
498 seminal quality, highlights the issue of microscopic changes not manifested in other parameters  
499 evaluated during the research.

500         Therefore, the intensive management with the offer of concentrate and multivitamins,  
501 typical of the preparation of Dorper ram for exhibition, achieves the intended aesthetic result  
502 and its respective commercial valorization. However, it results in the limitation of the  
503 reproductive capacity due to a decrease in the seminal quality and in testicular degeneration.

504

#### 505         **4. Conclusion**

506

507 Diets with high levels of concentrate, even for maintenance, combined with intensive  
508 management for a prolonged period promote weight gain, increase in testicular measurements,  
509 raise the body score, and develop an aesthetic standard that commercially values the animals.  
510 However, this type of management causes excessive accumulation of body fat, especially in the  
511 scrotum of young Dorper ram. Under tropical climate conditions this characteristic can promote  
512 an increase in testicular temperature, decrease seminal quality and trigger testicular  
513 degeneration.

514

### 515 **Acknowledgements**

516 The authors would like to thank all those who contributed to the execution of this study and the  
517 Federal University of Piauí for hosting the experiments.

518

### 519 **REFERENCES**

520

521 [1] Câmara DR, SILVA SV, GUERRA MMP. Seleção de reprodutores e matrizes como  
522 estratégia para melhoria do desempenho produtivo da caprino-ovinocultura. Ciênc. vet. tróp.  
523 2015; v.18 n 2.

524 [2] Rosanova, C.; Silva Sobrinho, A.G.; Gonzaga Neto, S. A raça Dorper e sua caracterização  
525 produtiva e reprodutiva. Vet. Not. 2005; v. 11, n. 1, p. 127-135.

526 <http://www.seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/view/18632>.

527 [3] Carneiro, H. C.; Louvandini, H. ; Paiva, S.R. ; Macedo, F. ; Mernies, B.; McManus, C.

528 Morphological characterization of ram breeds in Brazil, Uruguay and Colombia. Small

529 Rumin. Res. 2010; v. 94, p. 58-65.

530 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448810001926>.

- 531 [4] Bester, N.; Schwalbach, L.M.J.; Merwe, H.J; Van Der Greyling, J.P.C; Fair, M.D. The  
532 influence of dietary energy concentrations on scrotal, testicular and semen characteristics of  
533 young Dorper rams. South Afri. J. Anim. Sci. 2004; 34:53–55.
- 534 [5] Fourie, P.J.; Schwalbach, L.M.; Nesor, F.W.C; Van Der Westhuizen, C. Scrotal, testicular  
535 and semen characteristics of young Dorper rams managed under intensive and extensive  
536 conditions. Small Rumin. Res. 2004; volume 54, Issues 1-2, pages 53–59.  
537 [http://www.smallruminantresearch.com/article/S0921-4488\(03\)00353-5/abstract](http://www.smallruminantresearch.com/article/S0921-4488(03)00353-5/abstract).
- 538 [6] Maia, M.S; Silva, J.V.C.; Medeiros, I.M.; Lima, C.A.C.; Moura, C.E.B. Características  
539 seminais de carneiros das raças Dorper, Santa Inês e mestiços em condições de clima tropical.  
540 Ciênc. Vete. nos Tróp. 2015; v. 18, n. 1 p. 20-25. [http://revistas.bvs-](http://revistas.bvs-vet.org.br/cvt/article/view/29732/31922)  
541 [vet.org.br/cvt/article/view/29732/31922](http://revistas.bvs-vet.org.br/cvt/article/view/29732/31922).
- 542 [7] Sousa, A. A. R. et al. Urolitíase obstrutiva em ovino. Act. Scient. Vet. 2011; 39 (2), 1-4.  
543 <http://www.ufrgs.br/actavet/39-2/PUB%20970.pdf>.
- 544 [8] Kahwage, P. R. ; Esteves, S. N. ; Jacinto, M. A. C. ; Barioni Junior, W. ; Pezzopane, J. R.  
545 M. ; Pantoja, M. H. A. ; Bosi, C. ; Miguel, M. C. V. ; Mahlmeister, K. ; Garcia, A. R. . High  
546 systemic and testicular thermolytic efficiency during heat tolerance test reflects better semen  
547 quality in rams of tropical breeds. Intern. Journ. of Biometeor. 2017; p. 1-11.
- 548 [9] Junqueira, L. C; Carneiro, J. Histologia básica. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,  
549 2004.
- 550 [10] Instituto Adolfo Lutz. (2008). Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz: Métodos  
551 Físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo, 2008.  
552 [http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-](http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de)  
553 [alimentos](http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de).

- 554 [11] Filipini, B.; Dantas, A.; Montanha, A.A. O bem-estar e comportamento de ovinos em  
555 sistema intensivo. Enc. Biosfer., Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13, n.24. 2016.  
556 <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2016b/agrarias/bem%20estar.pdf>.
- 557 [12] Baêta, F. C.; Souza, C. F. *Ambiência em edificações rurais - conforto animal*. Viçosa:  
558 Editora da Universidade Federal de Viçosa. 2ed. 269p. 2010.
- 559 [13] Moraes, J.C.F; Souza, C.J.H. Uma revisão sobre a execução do exame andrológico nos  
560 carneiros. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390, 1ª Ed. 2019.  
561 [https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1118855/uma-revisao-sobre-a-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1118855/uma-revisao-sobre-a-execucao-do-exame-andrologico-nos-carneiros)  
562 [execucao-do-exame-andrologico-nos-carneiros](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1118855/uma-revisao-sobre-a-execucao-do-exame-andrologico-nos-carneiros).
- 563 [14] Louvandini, H.; McManus, C.; Martins, R. D.; Lucci, C. M.; Corrêa, P. S. Características  
564 biométricas testiculares em carneiros Santa Inês submetidos a diferentes regimes de  
565 suplementação proteica e tratamentos anti-helmínticos. Ciênc. Anim. Bras. 2008; v. 9, n. 3, p.  
566 638–647. <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/4936>.
- 567 [15] CBRA. Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (2013). Manual para exame  
568 andrológico e avaliação de sêmen animal. CBRA: Belo Horizonte, 2013.
- 569 [16] Thrall, M. A. Hematologia e bioquímica clínica veterinária. São Paulo: Roca, 592 p.,  
570 2006.
- 571 [17] Wood, M.M.; Romine, L.E.; Lee, Y.K.; Richman, K.M.; O’Boyle, M.K.; Paz, D.A.; Chu,  
572 P.K.; Pretorius, D.H. Spectral Doppler signatures waveforms in ultrasonography. *Ultras. Q.*  
573 2010; v.26, n. 2, p. 283-299.
- 574 [18] Silva, L.A.; GastaL, E.L.; Beg, M.A.; Ginther, O.J. Changes in vascular perfusion of the  
575 endometrium in association with changes in location of the embryonic vesicle in mares. *Biol.*  
576 *of Reproduc.* 2005; v. 72, n. 3, p.755-761.

- 577 [19] McDonald, P.; Edwards, R.A.; Greenhalgh, J.F.D.; Morgan, C.A. Evaluation of  
578 foods:energy content of foods and the partition of food energy within the animal. 6th Ed  
579 Prentice 693 pp, 2002.
- 580 [20] Thomas, D. L. Breeds of ram in the U.S. and their uses in production. 2009.  
581 [http://www.ansci.wisc.edu/ExtensionNew%20copy/ram/wisline\\_09/Breeds%20and%20Their](http://www.ansci.wisc.edu/ExtensionNew%20copy/ram/wisline_09/Breeds%20and%20Their%20Uses.pdf)  
582 [%20Uses.pdf](http://www.ansci.wisc.edu/ExtensionNew%20copy/ram/wisline_09/Breeds%20and%20Their%20Uses.pdf).
- 583 [21] Cloete, S.W.P., Villiers, T.T. Production parameters for a commercial Dorper flock on  
584 extensive pastures. S. Afr. J. Anim. Sci., Pretoria; 1987; v. 17, n. 3, p. 121-127, 1987.  
585 [https://www.sasas.co.za/journals/production-parameters-for-a-commercial-dorper-flock-on-](https://www.sasas.co.za/journals/production-parameters-for-a-commercial-dorper-flock-on-extensive-pastures)  
586 [extensive-pastures](https://www.sasas.co.za/journals/production-parameters-for-a-commercial-dorper-flock-on-extensive-pastures).
- 587 [22] Schoeman, S.J., Rensia, W. A comparison between female lambs of the Dorper and two  
588 synthetic composites with respect to feed intake, growth, and efficiency. S. Af. Tydskr. Veek.  
589 1993; v. 23, n. 1, p. 4-12. <https://journals.co.za/doi/10.10520/EJC-1eb282cea8>.
- 590 [23] Marais, P.G., Merwe, H.J, Toit, J.E.J. The effect of compensatory growth on feed intake,  
591 growth rate, body composition and efficiency of feed utilization in Dorper ram. S. Afr.  
592 Tydskr. Veek. 1991; v. 21, n. 2, p. 80-88. [file:///C:/Users/Usuario/ Downloads/138682-](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/138682-Article%20Text-370230-1-10-20160704.pdf)  
593 [Article%20Text-370230-1-10-20160704.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/138682-Article%20Text-370230-1-10-20160704.pdf).
- 594 [24] Souza, W.H., Leite, P.R.M. Ovinos de corte: A raça Dorper. João Pessoa: EMEPA-PB,  
595 76p., 2000.
- 596 [25] Menegassi, S. R. O. et al. Breeding soundness examination: Understanding the causes of  
597 examination failure in young and mature Rams. Intern. Journ. of Plan. and Anim. Scienc.  
598 2014; 2. 2167-437.  
599 <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Breedingsoundnessexaminationunderstandingthecausesof>  
600 [examinationfailureinyoungandmaturerams.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Breedingsoundnessexaminationunderstandingthecausesof).

- 601 [26] ARCO. Associação Brasileira de Criadores de Ovinos. Regulamento padrão para  
602 julgamento de ovinos. Bajé-RS, 2020.  
603 <http://www.arcoovinos.com.br/images/regulamentos/REGULAMENTO%20PADR%C3%83>  
604 [O%20PARA%20JULGAMENTO%20DE%20OVINOS%20atualizado%20em%2030%20de](http://www.arcoovinos.com.br/images/regulamentos/REGULAMENTO%20PADR%C3%83)  
605 [%20novembro%20de%202020.pdf](http://www.arcoovinos.com.br/images/regulamentos/REGULAMENTO%20PADR%C3%83).
- 606 [27] Miloud, L.; Karima, B.R. Changes in sperm characteristics of the three main breeds of  
607 ram in Algeria after dietary supplementation. *Asian Pac. Journ. of Reproduc.* 2016; volume 5,  
608 issue 3, pages 236-239. [http://www.scielo.br/](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-)  
609 [09352013000400023&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-).
- 610 [28] Moon, E.J.; Sonveaux, P.; Porporato, P.E.; Danhier, P.; Gallez, B.; Batinic-Haberle, I. et  
611 al. NADPH oxidase-mediated reactive oxygen species production activates hypoxia-inducible  
612 factor-1 (HIF-1) via the ERK pathway after hyperthermia treatment. *Proc Natl Acad Sci.*  
613 2010; 107(47):20477–82. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21059928>.
- 614 [29] Slimen, I.B.; Najar, T.; Ghram, A.; Dabbebi, H.; Ben Mrad, M.; Abdrabbah, M. Reactive  
615 oxygen species, heat stress and oxidative-induced mitochondrial damage. A review. *Int J*  
616 *Hyperthermia.* 2014; 30(7):513-23. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25354680/>.
- 617 [30] Darbandi, M.; Darbandi, S.; Agarwal, A. et al. Reactive oxygen species and male  
618 reproductive hormones. *Reprod Biol Endocrinol* 2018; 16, 87.  
619 <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0406-2>.
- 620 [31] Rengan, A.K.; Agarwal, A.; Van Der Linde, M.; Du Plessis, S.S. An investigation of  
621 excess residual cytoplasm in human spermatozoa and its distinction from the cytoplasmic  
622 droplet. *Reprod Biol Endocrinol.* 2012; 17;10:92. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23159014>.
- 623 [32] Setchell, B.P. The Parkes Lecture. Heat and the testis. *J Reprod Fertil.* Nov;114(2):179-  
624 94, 1998. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10070346/>>. Acesso em 17 Jun.  
625 2021.

- 626 [33] Hansen, P.J. Effects of heat stress on mammalian reproduction. *Philos Trans R Soc Lond*  
627 *B Biol Sci.* 2009; 364(1534):3341-50. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19833646/>.
- 628 [34] Pérez-Crespo, M.; Pintado, B.; Gutiérrez-Adán, A. Scrotal heat stress effects on sperm  
629 viability, sperm DNA integrity, and the offspring sex ratio in mice. *Mol Reprod Dev.* 2008;  
630 75(1):40-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17474098/>.
- 631 [35] Rizzoto, G.; HalL, C.; Tyberg, J.V.; Thundathil, J.C.; Caulkett, N.A.; Kastelic, J.P.  
632 Increased testicular blood flow maintains oxygen delivery and avoids testicular hypoxia in  
633 response to reduced oxygen content in inspired air. *Sci Rep.* 2018; 19;8(1):10905.  
634 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30026599/>.
- 635 [36] Zirkin, B.R.; Chen, H. Regulação da função esteroidogênica das células de Leydig  
636 durante o envelhecimento. *Biol Reprod.* 2000; 63 (4): 977-81.  
637 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10993816/>.
- 638 [37] Turner, T.T.; Bang, H.J.; Lysiak, J.J. Experimental testicular torsion: reperfusion blood  
639 flow and subsequent testicular venous plasma testosterone concentrations. *Urology.* 2005;  
640 65(2):390-4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15708073/>.
- 641 [38] Kastelic, J.P.; Coulter, G.H.; Cook, R.B. Scrotal surface, subcutaneous, intratesticular,  
642 and intraepididymal temperatures in bulls, *Theriogenology* 1995; volume 44, issue 1, pages  
643 147-152. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0093691X95001552>.
- 644 [39] Hafez, E.S.E; Hafez, B. *Reprodução animal*. 7. ed. Manole: São Paulo, 513p., 2003.
- 645 [40] Cook, R.B.; Coulter, G.H.; Kastelic, J.P. et al. O cone vascular testicular,  
646 termorregulação escrotal e sua relação com a produção de esperma e qualidade seminal em  
647 touros de corte. *Theriogenology.* 1994; 41, pp. 653 – 671.  
648 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0093691X94901751>.
- 649 [41] Song, G.S.; Seo, J.T. Relationship between ambient temperature and heat flux in the  
650 scrotal skin. *Int J Androl.* 2009; 32(4):288-94. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18217986>.

- 651 [42] Petrofsky, J.S.; Laymon, M. Heat transfer to deep tissue: the effect of body fat and  
652 heating modality. *J Med Eng Technol.* 2009; 33(5):337-48.  
653 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19440919>.
- 654 [43] Kastelic, J.P.; Coulter, G.H.; Cook, R.B. Effects of ambient temperature and scrotal  
655 fleece cover on scrotal and testicular temperatures in rams. *Can J Vet Res.* 1999; 63(2):157-  
656 60. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10369576>.
- 657 [44] Hedia, M.G.; EL-Belely, M.S.; Ismail, S.T.; Amal, AEM. Monthly changes in testicular  
658 blood flow dynamics and their association with testicular volume, plasma steroid hormones  
659 profile and semen characteristics in rams. *Theriogenology.* 2019; 123:68-73.  
660 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30292858>.
- 661 [45] Camela, E.S.C.; Nociti, R.P.; Santos, V.J.C.; Macente, B.I.; Murawski, M.; Vicente,  
662 W.R.R.; Bartlewski, P.M.; Oliveira, M.E.F. Changes in testicular size, echotexture, and  
663 arterial blood flow associated with the attainment of puberty in Dorper rams raised in a  
664 subtropical climate. *Reprod Domest Anim.* 2019. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29989218>.
- 665 [46] Ntemka, A.; Kiossis, E.; Boscos, C; Theodoridis, A.; Kourousekos, G.; Tsakmakidis, I.  
666 Effects of testicular hemodynamic and echogenicity changes on ram semen characteristics.  
667 *Reprod Domest Anim.* 2018;53 Suppl 2:50-55.  
668 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rda.13279>.
- 669 [47] Carvalho, C. F. *Ultrassonografia Doppler em pequenos animais.* São Paulo: Roca, 274p.,  
670 2009.
- 671 [48] Riesen, S.; Schmid, V.; Gaschen. L.; Busato, A; Lang, J. Doppler measurement of  
672 splanchnic blood flow during digestion in unsedated normal dogs. *Veterin. Radiol. &Ultras.*  
673 2002; v. 43, n. 6, p. 554-560. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12502111>.
- 674 [49] Kastelic, J.P.; Rizzoto, G.; Thundathil, J. Review: Testicular vascular cone development  
675 and its association with scrotal thermoregulation, semen quality and sperm production in

- 676 bulls. *Animal*, 2018; volume 12, pages s133-s141, supplement 1.
- 677 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29882506>.
- 678 [50] Crescenzo, R.; Bianco, F.; Falcone, I.; Coppola, P.; Liverini G, I.; Lossa, S. Increased  
679 hepatic de novo lipogenesis and mitochondrial efficiency in a model of obesity induced by  
680 diets rich in fructose. *Eur J Nutr.* 2013; 52(2):537-45.
- 681 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22543624>.
- 682 [51] González, F. H. D.; Silva, S. C. *Introdução a bioquímica clínica veterinária*. Porto  
683 Alegre: UFRGS, 2003.

**RESTRIÇÃO À PUBLICAÇÃO**

**PÁGINAS 74 - 109**