



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS “PROF.^a CINOBELINA ELVAS”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO DO CRUZAMENTO RACIAL SOBRE A
ESTRUTURA TESTICULAR E ESPERMATOGÊNESE EM
OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS E MESTIÇOS DE SANTA
INÊS E DORPER**

MORGANA SANTOS ARAÚJO

BOM JESUS – PI

2016

MORGANA SANTOS ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DO CRUZAMENTO RACIAL SOBRE A
ESTRUTURA TESTICULAR E ESPERMATOGÊNESE EM
OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS E MESTIÇOS DE SANTA
INÊS E DORPER**

Orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto Nascimento
Machado Júnior

Dissertação apresentada ao *Campus* Prof.^a Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de Produção Animal (Linha de Pesquisa: Melhoramento e Reprodução Animal), para obtenção do título de mestre.

BOM JESUS – PIAUÍ

2016

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Bom Jesus
Serviço de Processamento Técnico

A663a Araújo, Morgana Santos.

Avaliação do cruzamento racial sobre a estrutura testicular e espermatogênese em ovinos da raça Santa Inês e mestiço de Santa Inês e Dorper. / Morgana Santos Araújo. – 2016.

73 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Prof.^a Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal (Melhoramento e Reprodução Animal), Bom Jesus-Pi, 2016.

Orientação: “Prof. Dr. Antonio Augusto Nascimento Machado Júnior”.

1. Ovinos. 2. Cruzamento racial. 3. Grupos raciais.
4. Estrutura testicular. 5. Espermatogênese. Título.

CDD 636.513

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS "PROF.^a CINOBELINA ELVAS"
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Avaliação do cruzamento racial sobre a estrutura testicular e espermatogênese em ovinos da raça Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper

Autor (a): Morgana Santos Araújo

Orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto Nascimento Machado Júnior

Aprovado em: 01/07/2016

Banca Examinadora:

Manoel Lopes da Silva Filho

Prof. Dr. Manoel Lopes da Silva Filho
Campus Universitário Prof.^a Cinobelina Elvas
Universidade Federal do Piauí

Larissa Maria Feitosa Gonçalves

Profa. Dra. Larissa Maria Feitosa Gonçalves
Campus Universitário Prof.^a Cinobelina Elvas
Universidade Federal do Piauí

Antonio Augusto Nascimento Machado Júnior
Prof. Dr. Antonio Augusto Nascimento Machado Júnior
Campus Universitário Prof.^a Cinobelina Elvas
Universidade Federal do Piauí

Bom Jesus – PI
2016

DEDICATÓRIA

À Deus...

A quem eu devo o dom da vida, tudo o que eu tenho e o que sou. Por ser o maior responsável por todas as conquistas da minha vida, pois sem Ele eu não seria nada.

A Ele seja dada toda Honra e toda Glória...

À minha mãe Maria das Dores Santos Araújo

Pelos anos dedicados à minha educação e formação pessoal, por prover o meu sustento, pelas noites em oração, por tudo que tem feito e principalmente pelo que representa pra mim.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus por me dar força, pelo amor e cuidado com a minha vida, pelo sustento, pela fé e pela Sua infinita bondade.

À minha mãe Maria das Dores Santos Araújo, minha base, minha melhor amiga, meu maior exemplo de perseverança, eu não tenho palavras pra descrever o tamanho do meu amor e da minha gratidão.

Aos meus irmãos por estarem sempre ao meu lado, Sebastião, Liana, Rodrigo, Alexandre, George, Josimar, Ana Caroline e Mateus. Meu time do coração, eu agradeço a Deus todos os dias pela vida de cada um. Agradeço pelo esforço e incentivo de todos.

Ao meu namorado Emanuel Moura Pontes por compartilhar comigo esse momento, mas, principalmente, por se fazer ainda mais presente nos momentos em que eu mais precisei. Sou imensamente grata pelo carinho, amizade, preocupação e pela força em todos os momentos. Um ser mais que especial e muito importante pra mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Augusto Nascimento Machado Júnior pela confiança dessa orientação, pela paciência e disposição em ajudar em qualquer necessidade, pelos conselhos, muito válidos, e pela sua conduta exemplar como professor e como pessoa. Eu só tenho a agradecê-lo profundamente por tudo.

À universidade Federal do Piauí, que tem sido a minha segunda casa desde a graduação e por abrir caminhos para a obtenção de mais conhecimentos.

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade lançada e por possibilitar a realização desse curso de mestrado.

Aos Coordenadores do Programa de Pós-Graduação durante o tempo de mestrado Prof. Leonardo Atta Farias e Profa. Leilane Rocha Barros Dourado.

Aos professores do programa de Pós-Graduação pelos ensinamentos e conselhos motivadores para continuarmos na caminhada.

Aos Professores Manoel Lopes da Silva Filho e Bruno Leandro Maranhão Diniz pela ajuda com as castrações dos animais.

A Bióloga Mestre Juanna D'arc Fonseca pela amizade e enorme contribuição dada em muitos momentos durante a execução deste trabalho, sempre com muita presteza.

Aos Alunos de Iniciação Científica por contribuírem na realização das análises Jean Rodrigues de Carvalho e Isac Gabriel, e aos demais alunos colaboradores Pedro Henrique Fonseca, Paulo Mariano, Azimiro Neto, José Welisson e Karliogênio pela contribuição dada com o manejo e cuidado dos animais.

Ao Médico Veterinário Mestre Antônio Francisco da Silva Lisboa Neto por todo apoio e pelas contribuições.

Aos meus colegas da Pós-Graduação: Maria Santos Oliveira, Raimundo Rosal, Luana Saraiva, Wagner Coelho, Flávia Sousa, Petronio Batista, Regina Fialho, Regina Célia, Cícero Feitosa, Lianne Praça, Gladiane Nunes, Bueno Abreu, Danio Lima, Alex Lopes, Thiago Vieira pelo companheirismo, pelo bom convívio, conselhos, alegrias compartilhadas, palavras de motivação. A turma dos Zoodentos.

Ao funcionário do programa de Pós-Graduação Ismael por estar sempre disposto a ajudar.

Aos que torceram por mim, e que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos a minha sincera gratidão...

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO GERAL.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO.....	14
CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – ESPERMATOGÊNESE EM OVINOS E FATORES QUE PODEM INTERFERIR NESSE PROCESSO.....	16
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18
1. A RAÇA SANTA INÊS, DORPER E OS MESTIÇOS DESSAS DUAS RAÇAS: CARACTERÍSTICAS E POTENCIAIS.....	18
2. MORFOFISIOLOGIA TESTICULAR DE OVINOS.....	21
3. ESPERMATOGÊNESE.....	24
4. CICLO DO EPITÉLIO SEMINÍFERO.....	26
5. FUNÇÕES DAS CÉLULAS DE SERTOLI NO PROCESSO ESPERMATOGÊNICO	28
6. FUNÇÕES DAS CÉLULAS DE LEYDIG NO PROCESSO ESPERMATOGÊNICO	30
7.FATORES QUE CAUSAM ALTERAÇÃO NA ESPERMATOGÊNESE	31
7.1. Nutrição.....	31
7.2. Sazonalidade.....	34
7.3. Temperatura.....	36
7.4. Raça.....	38
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

CAPÍTULO 2 - INFLUÊNCIA DO CRUZAMENTO RACIAL SOBRE A ESTRUTURA TESTICULAR E ESPERMATOGÊNESE EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS E MISTIÇOS DE SANTA INÊS E DORPER	50
ABSTRACT.....	51
RESUMO.....	52
1. INTRODUÇÃO.....	52
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
2.1. Animais de Pesquisa e Condições Experimentais.....	53
2.2. Obtenção dos Fragmentos Testiculares.....	54
2.3. Volume e Proporções Volumétricas dos Compartimentos Testiculares.....	54
2.4. Frequência dos Estádios do Ciclo do Epitélio Seminífero (CES).....	54
2.5. Diâmetro dos Túbulos Seminíferos e Altura do Epitélio Seminífero.....	55
2.6. População de Células Espermatogênicas e de Sertoli por secção transversal de Túbulo Seminífero.....	55
2.7. Rendimento da Espermatogênese e Eficiência das Células de Sertoli.....	55
2.8. Análise Estatística.....	56
3. RESULTADOS.....	56
4. DISCUSSÃO.....	58
5. CONCLUSÕES.....	62
REFERÊNCIAS.....	62
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CES - Ciclo do Epitélio Seminífero

CS – Células de Sertoli

DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado

DM – Diâmetro Médio

FSH – Hormônio Folículo Estimulante

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGS – Índice Gonadossomático

LH – Hormônio Luteinizante

PB – Proteína Bruta

μm – micrômetro

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Média \pm desvio padrão dos parâmetros biométricos e relacionados à proporção volumétrica, diâmetro dos tubulos e altura de epitélio seminífero de carneiros Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper (SI/DO).....56
- Tabela 2. Média \pm desvio das frequências relativas dos estágios que compõem o ciclo do epitélio seminíferos de carneiros Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper (SI/DO)...57
- Tabela 3. Média \pm desvio padrão da contagem da população de células espermatogênicas e de Sertoli presentes no estágio 1 do ciclo do epitélio seminífero em carneiros Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper (SI/DO).....57
- Tabela 4. Média \pm desvio padrão referente ao rendimento espermatogênico de carneiros da raça Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper (SI/DO).....58

RESUMO GERAL

ARAÚJO, M. S. Avaliação do cruzamento racial sobre a estrutura testicular e espermatogênese em ovinos da raça Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper. 2016. 73f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2016.

Objetivou-se realizar o estudo comparativo entre a estrutura testicular e espermatogênese de ovinos Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper. Foram utilizados oito animais machos, quatro da raça Santa Inês e quatro mestiços de Santa Inês/Dorper. Obteve-se o peso dos animais antes das castrações, tendo seus testículos também pesados após esse procedimento, para calcular o Índice Gonadossomático. Fixou-se os fragmentos testiculares em solução de Bouin, sob refrigeração, a uma temperatura de 8°C por 24 horas. Realizou-se desidratação dos fragmentos em concentrações crescentes de álcool (70%, 80%, 90%, 100% I e 100% II), mantidos por uma hora em cada concentração. Subsequentemente, foram imersos em Xilol e em parafina líquida (duas imersões) para serem corados com Hematoxilina-Eosina para análise microscópica. Foram determinados o volume dos compartimentos dos testículos, a frequência dos estágios do ciclo do epitélio seminífero, o diâmetro dos túbulos seminíferos, altura do epitélio seminífero, população de células da espermatogênese e de Sertoli por secção transversal de túbulo e o rendimento da espermatogênese. Após obtenção dos dados, realizou-se análise de variância para um delineamento inteiramente casualizado, onde se comparou as médias por meio do teste Student-Newman-Keuls a 5% de significância. Os resultados evidenciaram valores do diâmetro tubular de $173,12 \pm 29,09$ e $185,71 \pm 29,7$ μm e altura de epitélio seminífero de $52,29 \pm 9,98$ e $56,68 \pm 11,25$ μm ($P>0,05$), para os animais mestiços e Santa Inês, respectivamente. Os mestiços processaram a fase pós-meiótica da espermatogênese em um tempo menor que os animais da raça Santa Inês. Os animais Santa Inês apresentaram um maior número de espermatócitos em pré-leptóteno/leptóteno ($15,36 \pm 4,49$) e de espermatócitos primários em paquíteno ($27,42 \pm 6,65$). Os mestiços, por sua vez, obtiveram respectivamente, os valores de ($13,18 \pm 5,19$) e ($23,48 \pm 7,80$) dessas células. No entanto, os animais mestiços apresentaram um maior rendimento meiótico do que os animais Santa Inês ($3,98 \pm 1,28$ e $3,31 \pm 0,83$, respectivamente) e maior rendimento geral da espermatogênese ($3,71 \pm 1,02$ e $3,31 \pm 1,20$, respectivamente). Pode-se concluir que o cruzamento racial permitiu o aparecimento de diferenças entre os animais Santa Inês e mestiços de Santa Inês/Dorper, das quais se pode apontar que o cruzamento entre os animais Santa Inês e Dorper traz ganho reprodutivo, que associado com o ganho produtivo, indica uma boa opção de cruzamento para gerar animais mais adaptados a regiões que apresentem condições climáticas semelhantes à observada nesse experimento.

Palavras-chave: ciclo do epitélio seminífero, eficiência espermatogênica, grupos raciais, testículos

ABSTRACT

ARAÚJO, M. S. Racial crossover evaluation of the testicular structure and spermatogenesis in the Santa Inês sheep and crossbred Santa Inês and Dorper. 2016. 76f. MSc. Dissertation – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2016.

The objective was to perform a comparative study of the testicular structure and spermatogenesis of sheep Santa Inês and crossbred Santa Inês and Dorper. Eight male animals, four Santa Inês four crossbred Santa Inês / Dorper were used. Obtained the weight of the animals before the castrations, having his testicles too heavy after this procedure to calculate the Gonadosomatic Index. Testicular was fixed in Bouin solution fragments under refrigeration at a temperature of 8 ° C for 24 hours. Dehydration was carried out on fragments of increasing concentrations of ethanol (70%, 80%, 90%, 100% 100% I and II), held for an hour in each concentration. Subsequently, they were immersed in Xylene and paraffin (two immersions) to be stained with hematoxylin-eosin for microscopic analysis. We determined the volume of the compartments of the testes, the frequency of the stages of the cycle of the seminiferous epithelium, the seminiferous tubules of the seminiferous epithelium height population of cells in spermatogenesis and Sertoli a cross section of the tubule and spermatogenesis. After obtaining the data, there was analysis of variance for a completely randomized design, where we compared the average through the Student-Newman-Keuls test at 5% significance. The results showed values of the tubular diameter of 173.12 ± 29.09 and 185.71 ± 29.7 m and seminiferous epithelium height of 52.29 ± 9.98 and 56.68 ± 11.25 μm ($P > 0.05$) for crossbred animals and Santa Inês, respectively. Mestizos sued the post-meiotic stages of spermatogenesis in a shorter time than the animals of Santa Inês. The SI breed showed a greater number of pre-leptotene spermatocytes / leptotene (15.36 ± 4.49) and primary pachytene spermatocytes (27.42 ± 6.65). The crossbred, in turn, obtained, respectively, the values of (5.19 ± 13.18) and (23.48 ± 7.80) these cells. However, crossbred animals showed a higher meiotic yield than animals Santa Inês (3.98 ± 1.28 and 3.31 ± 0.83 , respectively) and increased spermatogenesis yield (3.71 ± 1.02 and 3.31 ± 1.20 , respectively). It can be concluded that the racial cross allowed the emergence of differences between the animals Santa Inês and crossbred Santa Inês / Dorper, which one can point out that the cross between the animals Santa Inês and Dorper brings reproductive gain, which associated with the gain productive, indicates a good cross option to generate more adapted animals to regions with climatic conditions similar to that observed in this experiment.

Key-words: seminiferous epithelium cycle, spermatogenic efficiency, racial groups, testicle

INTRODUÇÃO

A ovinocultura é uma atividade que possui elevado potencial de crescimento, especialmente no Nordeste do Brasil, onde o efetivo ovino atinge 9.325.885 cabeças (IBGE, 2012). Esses animais, além de serem utilizados como fonte de proteína, tem um papel socioeconômico de destaque na região, com a geração de renda por meio da exploração e comercialização dos seus produtos e coprodutos (LEITE et al., 2009). Essa atividade é crescente no mercado interno e externo, o que favorece e estimula a produção nessa região onde as condições são propícias para a atividade (BUARQUE, 2013). No entanto, para maximizar a produtividade, atendendo as exigências do mercado, é preciso investir em instalações adequadas, qualidade genética e um eficiente manejo nutricional, sanitário e reprodutivo (ALBUQUERQUE, 2006).

Um dos fatores de maior relevância no que se refere à produtividade é a reprodução, podendo-se destacar nesse vértice o investimento na aquisição de machos que possuam boas características reprodutivas e bem adaptados ao ambiente de criação, afim de que esses possam ter uma boa eficiência, investimentos em biotécnicas da reprodução, permitindo com isso, que haja a difusão de material genético desejado no rebanho (PACHECO e QUIRINO, 2010).

A espermatogênese, processo de produção dos gametas masculinos, embora possa se apresentar constante em animais que já alcançaram maturidade sexual, e que não apresentem sazonalidade reprodutiva, pode revelar diferenças significativas entre as espécies, linhagens e inclusive raças (FRANÇA e RUSSELL, 1998). Até o momento, sabe-se pouco sobre a eficiência da espermatogênese entre as raças, em especial as raças de ovinos explorados no Nordeste, e por esta razão, o conhecimento comparativo da atividade espermatogênica destas, torna-se instrumento valioso para contribuir com a seleção de reprodutores de qualidade.

Nesse contexto, a compreensão do processo espermatogênico e da fisiologia testicular torna-se necessária para esclarecer possíveis causas responsáveis pela ocorrência de baixa fertilidade ou infertilidade, bem como, para o entendimento de mecanismos que determinam a capacidade de produção das células espermáticas (AGUIAR et al., 2006), tanto em condições fisiológicas quanto aquelas determinadas por patologias ou até mesmo de cunho experimental (CARDOSO, 2009).

Assim, considerando a relevância dos estudos envolvendo a morfologia testicular e espermatogênese, na busca de uma compreensão mais consistente sobre espermatogênese e

fatores que a influenciam, desenvolveu-se esta pesquisa com intuito de avaliar o efeito do cruzamento de raças ovinas sobre a estrutura e função dos testículos.

Esta dissertação foi desenvolvida sob autorização do Comitê de Ética e Experimentação Animal da UFPI (autorização nº 098/15) e encontra-se estruturada conforme as normas para elaboração de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPI de acordo com a seguinte organização: INTRODUÇÃO; CAPÍTULO 1. Revisão Bibliográfica elaborada segundo normas da revista Ciência Rural, CAPÍTULO 2. Artigo científico intitulado: INFLUÊNCIA DO CRUZAMENTO RACIAL SOBRE A ESTRUTURA TESTICULAR E ESPERMATOGÊNESE EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS E MISTIÇOS DE SANTA INÊS E DORPER, elaborado segundo as normas da revista científica Pesquisa Veterinária Brasileira e CONSIDERAÇÕES FINAIS.

**CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: ESPERMATOGÊNESE
EM OVINOS E FATORES QUE PODEM INTERFERIR NESTE
PROCESSO**

Elaborada segundo as normas da Revista Ciência Rural

<<http://coral.ufsm.br/ccrrevista/>>

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – ESPERMATOGÊNESE EM OVINOS E FATORES QUE PODEM INTERFERIR NESTE PROCESSO

Morgana S. Araújo¹; Antonio A. N. Machado Júnior²

1. Médica Veterinária, Pós-Graduada do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Piauí.
2. Professor Adjunto, Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Piauí.

RESUMO

Objetivou-se elaborar uma revisão sobre o processo espermatogênico e os fatores que interferem nesse processo na espécie ovina. A espermatogênese é um processo contínuo que ocorre nos testículos, dentro dos túbulos seminíferos, a partir da puberdade. A anatomia e fisiologia do testículo são importantes para que esse processo ocorra de forma eficiente. A espermatogênese ocorre em ciclos que progridem em forma de ondas, nas quais arranjos celulares em diferentes estágios de maturação evoluem em direção ao lúmen do túbulo seminífero, local onde os espermatozoides são liberados. As células de Sertoli, nesse processo, fornecem o suporte necessário para o estabelecimento da espermatogênese, modulando e garantindo uma produção contínua de espermatozoides, enquanto que as células de Leydig são responsáveis pela síntese de hormônios. A espermatogênese pode ser influenciada por muitos fatores, dentre eles o nutricional, a temperatura ambiental, sazonalidade e o fator racial.

Palavras-chave: células de Leydig, ciclo espermatogênico, células de Sertoli

¹Universidade Federal do Piauí Rodovia Municipal Bom Jesus - Viana, Km 01, Planalto Horizonte, Bom Jesus, PI, 64900-000, Brazil. E-mail: morgana126@hotmail.com *Autor para correspondência

²Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Piauí, Rodovia Municipal Bom Jesus - Viana, Km 01, Planalto Horizonte, Bom Jesus, PI, 64900-000, Brazil. E-mail: machadojunior@ufpi.edu.br

ABSTRACT

The objective was to prepare a review of the spermatogenic process and the factors that interfere in this process in sheep. The spermatogenesis is a continuous process that occurs in the testes within the seminiferous tubules, from puberty. The anatomy and physiology of the testis are important for this process to occur efficiently. The spermatogenesis occurs in cycles that progress in the form of waves, in which cell arrangements in different maturation stages evolve into the lumen of the seminiferous tubule, where the sperm are released. The Sertoli cells, in this case, provide the necessary support for the establishment of spermatogenesis, modulating and ensuring a continuous production of spermatozoa, while the Leydig cells are responsible for the synthesis of hormones. The spermatogenesis can be influenced by many factors, including nutritional, environmental temperature, seasonality and the racial factor.

Key words: Leydig cells, spermatogenic cycle, Sertoli cells, testicular structure

1. A RAÇA SANTA INÊS, DORPER E OS MESTIÇOS DESSAS RAÇAS: CARACTERÍSTICAS E POTENCIAIS

A ovinocultura do Nordeste brasileiro é composta por rebanhos criados principalmente extensivamente, cujo foco é a produção de carne e pele, sendo a maior parte deste rebanho composta por raças deslanadas sem padrão racial definido (SRD) e pelas raças puras nativas Somalis, Morada Nova e Santa Inês (MAIA, 2015).

A raça Santa Inês possui o maior número de animais registrados (ARCO, 2008), e vem ganhando destaque pela sua utilização como raça pura ou em cruzamentos industriais (SOUZA, 2003).

Embora existam muitas controvérsias quanto a sua origem, a raça Santa Inês é considerada natural da região Nordeste (BARROS et al., 2005). Acredita-se que esses animais tenham surgimento a partir do cruzamento de ovinos da raça Bergamácia com ovinos Crioulos e Morada Nova (LANDIM et al., 2011).

No Nordeste do país as raças deslanadas de ovinos exibem uma abrangente capacidade reprodutiva (BOMFIM, 2014). Nessas raças, típicas dessa região, a puberdade é mais precoce, surgindo entre o quarto e sexto mês de idade, apresentando uma correlação positiva mais com o peso corporal do que, propriamente, com a idade (MAIA et al., 2011). Entre as raças deslanadas, a raça Santa Inês exibe um maior crescimento (LIMA et al., 1985), possuindo de médio a grande porte (LANDIM et al., 2011), além de exibirem diferentes tipos de pelagens e possuírem boa capacidade reprodutiva e boa adaptabilidade (ARCO, 2008). A resistência dessa raça a parasitas gastrointestinais é outra característica que tem sido relatada por diversos autores, reforçando a sua utilização para o incremento da produtividade (SOUSA et al., 2003; MEXIA et al., 2011)).

A raça Dorper tem sido bastante explorada por possuir boas características produtivas. Apresenta sua origem na África do Sul, durante a década de 1940, do cruzamento de uma raça especializada para produção de carne, a Dorset Horn, com a raça Black Head Persian, de grande rusticidade (ROSANOVA et al., 2005).

Os ovinos Dorper são semilanados, sua pelagem é de cor branca com cabeça preta, no Dorper Padrão, e cabeça branca, no Dorper Branco (ROSANOVA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2013). Possuem médio porte, ótima cobertura de massa muscular e uma razoável adaptabilidade às condições climáticas do Nordeste (CARNEIRO et al., 2007; BEZERRA et al., 2011). Nos animais adultos o peso corporal varia de 52 a 74 kg, segundo Notter et al. (2004).

Além disso, são animais de boa fertilidade e rápido retorno ao cio, possuem longa estação reprodutiva, e embora sejam animais especializados para produção de carne, suas exigências nutricionais não são muito elevadas (BUARQUE, 2013). Esses ovinos possuem elevado crescimento, carcaça de boa qualidade, precocidade sexual, altas taxas de sobrevivência das crias e elevado rendimento de carcaça (SOUZA e LEITE, 2000).

Devido ao fato de raças nativas, como a Santa Inês, exibirem um baixo potencial produtivo em sistema extensivo, animais de raças exóticas, como o Dorper, vem sendo introduzidos nos rebanhos, com intuito de incrementar e difundir material genético nos rebanhos (MAIA et al., 2011; MAIA, 2015).

As raças deslançadas, apesar de expressarem boas qualidades adaptativas e reprodutivas, possuem índices produtivos inferiores no que se refere à qualidade de carcaça (SOUZA e LEITE, 2000). Dessa forma, os cruzamentos dos Dorper com ovinos Santa Inês ou com ovinos sem padrão racial definido, apresentam-se como uma boa alternativa para a obtenção de animais mestiços com maior ganho de peso e qualidade de carcaça (CEZAR et al., 2004; MAIA et al., 2011; OLIVEIRA, et al., 2013).

De acordo com Pereira (2004) os cruzamentos visam uma otimização aditiva do potencial genético de raças distintas, explorando a variabilidade genética destas, por meio da seleção voltada para o alcance de objetivos específicos.

Os experimentos conduzidos por Sousa et al. (2006), demonstraram que os mestiços de Dorper e Santa Inês apresentaram um elevado potencial de crescimento; maior peso médio ao abate; maior peso de carcaça quente e fria, maior peso vivo ao abate e peso de corpo vazio, quando comparados com os outros grupos genéticos utilizados nesse experimento. Além disso, de acordo com os estudos de Maia et al. (2015) os animais mestiços apresentaram-se bem adaptados à região, da mesma forma que os ovinos Santa Inês.

À medida que há necessidade de atender à demanda do mercado para produção de carne, os produtores optam por animais que detenham um ganho de peso satisfatório e precoce. Sendo assim, a utilização do cruzamento de raças nativas com raças especializadas visa à obtenção de genótipos que expressam melhor qualidade de carcaça (MADRUGA et al., 2005).

Existe uma tendência por maior preocupação com o processo produtivo, como ganho em massa muscular, característica de carcaça, precocidade de abate, dentre outros, em decorrência do crescimento do mercado consumidor. No entanto, deve-se também avaliar o potencial reprodutivo dos machos dessas raças por conta da vasta utilização destes como reprodutores nos rebanhos.

2. MORFOFISIOLOGIA TESTICULAR DE OVINOS

Os testículos são órgãos pares, localizados na região inguinal e dispostos na posição vertical no interior do escroto (NUÑES, 1993). O escroto é encoberto por pelos e possui glândulas sudoríparas e sebáceas na sua epiderme, sendo que esta última apresenta diminuição progressiva na sua espessura da região proximal para a distal (TOLENTINO et al., 2014).

O testículo é revestido pela túnica vaginal, formada por uma camada visceral e outra parietal, que é a continuação do peritônio no interior do escroto (DANGELO e FATTINI, 2007; REECE, 2014). Logo abaixo desta túnica, encontra-se a túnica albugínea, que emite septos e trabéculas para o interior do testículo, dividindo-o em lóbulos. Cada lóbulo testicular contém aproximadamente de dois a cinco túbulos seminíferos, que convergem para a rede testicular (KONING e HANS-GEORGE, 2004). Os túbulos seminíferos compõem de 77 a 86% do volume testicular em ovinos (QUEIROZ e CARDOSO, 1989; WROBEL et al., 1995; SOUZA et al., 2003).

Aderido ao testículo encontra-se o epidídimo, cuja cabeça está localizada na extremidade capitata do testículo, o corpo, delgado, aderente à borda inserida, e a cauda do epidídimo, que possui um tamanho maior e situa-se na extremidade caudata do testículo (SISSON, 1996). Os segmentos cabeça e corpo do epidídimo estão mais relacionados com a maturação das células espermáticas, enquanto a cauda do epidídimo é responsável pelo armazenamento dos espermatozoides (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

Para que haja uma boa produção espermática, a temperatura testicular deve estar abaixo da temperatura corpórea e em decorrência disso, ocorre o processo de descida do testículo da cavidade abdominal para o escroto, que em grande parte dos mamíferos domésticos, se dá no período fetal ou logo após o nascimento e é realizada pelo gubernáculo (FRANDSON et al., 2005; CUNNINGHAM, 2008).

Esse mecanismo é imprescindível para termorregulação testicular, e é auxiliado pela túnica Dartos, uma camada muscular do escroto, que trabalha contraindo-se ou relaxando, de modo a manter os testículos mais próximos ou não do corpo do animal em resposta às variações da temperatura ambiente (HAFEZ e HAFEZ, 2004; FRANDSON et al., 2005). Função semelhante é atribuída ao músculo Cremáster que funciona com o mesmo princípio (FRANDSON et al., 2005).

A termorregulação testicular ainda é garantida por meio da participação das artérias e veias testiculares. Nos pequenos ruminantes, em particular, a artéria testicular está disposta no funículo espermático inicialmente de forma retilínea e à medida que segue da região proximal para a distal torna-se mais convoluta, e entrelaça-se nas veias testiculares, que constituem o plexo pampiniforme (NUNES et al., 2013; TOLENTINO et al., 2014). Esta disposição permite a troca de calor entre os vasos, por meio de mecanismo de contracorrente, indispensável para regulação da temperatura no testículo, na qual, o sangue

arterial que chega ao órgão é resfriado pelo sangue venoso que sai do testículo (HAFEZ e HAFEZ, 2004; CUNNINGHAM, 2008).

Machado Júnior et al. (2009) citaram em caprinos uma particularidade anatômica escrotal, que permite maior eficiência na termorregulação dos testículos, a bipartição escrotal. Nos caprinos que apresentam bipartição escrotal acima de 50% o processo de termorregulação testicular é mais eficiente, favorecendo o processo espermatogênico e conseqüentemente a qualidade seminal, uma vez que há um aumento do contato da superfície da pele escrotal desses animais com o ambiente (NUNES et al., 2010; MACHADO JÚNIOR et al., 2009). Nos ovinos também há ocorrência de bipartição escrotal, porém, nesses animais não foi observada bipartição que ultrapasse 50% do comprimento testicular (TOLENTINO et al., 2014).

As medidas testiculares na espécie ovina se correlacionam positivamente com o peso vivo e com a idade (SOUZA et al., 2003). De acordo com Braun (1980) os machos que possuem maiores medidas de circunferência escrotal tendem a ser mais pesados e ainda destaca, que os machos que possuem os testículos mais largos são responsáveis pela produção de fêmeas com puberdade precoce e com elevadas taxas de ovulação.

As funções desempenhadas pelos testículos são uma exócrina, que corresponde à produção de gametas masculinos, e uma função endócrina que é responsável pela produção de hormônios, especialmente andrógenos (CUNNINGHAM, 2008). Os hormônios responsáveis pela função testicular são o Hormônio Luteinizante (LH) e Hormônio Folículo Estimulante (FSH), produzidos na hipófise anterior (REECE, 2014). O FSH é o hormônio responsável pelo estabelecimento da produção das células germinativas e função das células de Sertoli, enquanto, o LH está envolvido no controle hormonal das células de Leydig (DELLA COLLETA e CARVALHO, 2005).

Microscopicamente a estrutura testicular é constituída pelo compartimento tubular, onde ocorre a espermatogênese e pelo compartimento intertubular (RUSSEL et al., 1990; FRANÇA e RUSSEL, 1998). As células de Leydig estão presentes no compartimento intertubular, juntamente com os vasos sanguíneos, linfáticos, nervos, fibroblastos, mastócitos e macrófagos (RUSSEL et al., 1990). O compartimento tubular é formado pela túnica própria, as células germinativas e as células de suporte, denominadas células de Sertoli, formando, no conjunto, o epitélio seminífero (RUSSEL et al., 1990; CASTRO et al., 1997). No lúmen tubular encontram-se o fluido, secretado por células de Sertoli, e espermatozoides, recém espermiados (SETCHELL, 1991). A variação na proporção volumétrica dos compartimentos testiculares é uma das principais causas responsáveis pelas diferenças observadas na espermatogênese das espécies (FRANÇA e RUSSELL, 1998).

3. ESPERMATOGÊNESE

O conhecimento da espermatogênese está pautado na compreensão dos processos fisiológicos testiculares e dos diversos parâmetros de avaliação do sêmen (WROBEL et al., 1995; CASTRO et al., 1997).

A função exócrina do testículo, denominada espermatogênese, é um processo complexo e ordenado, que ocorre no interior dos túbulos seminíferos, nos quais as células espermatogoniais transformam-se em espermatozoides após sucessivas modificações (HESS e FRANÇA, 2008; HERMO et al., 2010). Uma série de eventos bioquímicos, moleculares e celulares nos túbulos seminíferos caracteriza o processo espermatogênico (LUO et al., 2011).

Esse processo é dividido em três fases: fase espermatogonial, também denominada de fase proliferativa, na qual as células-tronco espermatogoniais passam por sucessivas

divisões mitóticas, dando origem a espermatócitos primários; fase meiótica, na qual os espermatócitos primários dão origem aos espermatócitos secundários e estes por sua vez originam as espermatídes e, por último, a fase espermiogênica, na qual as espermatídes se diferenciam em espermatozoides (RUSSEL et al., 1990).

A espermatogênese é considerada o mais produtivo sistema de auto-renovação no organismo do animal na qual, a partir de uma espermatogônia tronco, pode se formar milhões de espermatozoides por grama de testículo (FRANÇA e RUSSELL, 1998; GODINHO, 1999; ALMEIDA, 2002; KAUR et al., 2014).

Durante a fase espermatogonial ocorre propagação das espermatogônias para formação dos espermatócitos primários e para manter sua própria população. Este processo é determinante para renovação da população de espermatogônias-tronco. A fase meiótica é marcada pela divisão reducional do material genético para originar as espermatídes (células haploides). E finalmente, na fase espermiogênica a célula espermatogênica irá sofrer diferenciação para dar origem aos espermatozoides (SENGER, 2003).

Seis gerações de espermatogônias são reconhecidas no carneiro, três de espermatogônias do tipo A, uma de intermediária e duas de espermatogônias do tipo B (HOCHEREAU-DE-REVIERS et al., 1976; JOHNSON et al., 1991). Sendo assim, se o rendimento espermatogênico fosse de 100%, teoricamente, a partir da divisão de uma espermatogônia, poderia ser gerado 64 espermatócitos primários, que dariam origem a 256 espermatídes arredondadas que, por sua vez, gerariam 256 espermatozoides (COURTENS, 1983).

No entanto, durante a espermatogênese ocorrem perdas de células germinativas, por meio de apoptose e degeneração celular, sobretudo durante as fases espermatogonial e meiótica, fazendo com que o rendimento espermatogênico não alcance o seu máximo (FRANÇA et al., 2005; HESS e FRANÇA, 2005). Vale ressaltar que mesmo em espécies

com elevada produção espermática, as perdas celulares durante a fase espermatogonial são expressivas (SHARPE, 1994).

Os túbulos seminíferos são organizados em dois compartimentos: o basal e o adluminal. No primeiro estão presentes as espermatogônias e espermatócitos iniciais, já no compartimento adluminal estão distribuídos os espermatócitos primários a partir da fase de zigóteno, espermatócitos secundários e espermátides. As células de Sertoli formam a barreira hematotesticular fornecendo um microambiente imunoprivilegiado, para permitir a formação dos espermatozoides (RUSSELL et al., 1990; KAUR et al., 2014).

A estrutura do epitélio seminífero se mantém por meio das células germinativas em desenvolvimento, ligadas com as células de Sertoli, e por meio das células peritubulares que envolvem o epitélio, que formam os túbulos seminíferos (HOGARTH e GRISWOLD, 2012). A membrana que circunda os túbulos seminíferos é denominada tunica própria, e nesta encontram-se as células mióides, a membrana basal e fibras colágenas (FRANÇA e RUSSELL, 1998).

4. CICLO DO EPITÉLIO SEMINÍFERO

O processo espermatogênico não acontece de forma simultânea em todos os túbulos seminíferos, ocorrendo de forma cíclica, por meio de sequências de maturação, onde as células se encontram em diferentes estágios de desenvolvimento, ao longo do túbulo, e esse processo recebe o nome de ciclo do epitélio seminífero - CES (GARTNER e HIATT, 2010).

Os estágios do CES são caracterizados como associações celulares específicas, presentes no epitélio seminífero ao longo do túbulo, que com o tempo se transformam ordenadamente (CLERMONT, 1972; FRANÇA, 1991).

Os estágios do ciclo apresentam-se de forma sequencial ao longo do túbulo, ou seja, o estágio que sucede um anterior é mais avançado, e essa disposição sequencial de maturação é chamada onda do epitélio seminífero (VARNER e JOHNSON, 2007). Segundo Johnson et al. (2000) a separação do CES em estágios é um modo de representar esses diferentes arranjos celulares. Senger (2003) afirma que o principal sentido fisiológico para onda é a manutenção de um “*pool*” de células espermáticas.

Dois métodos de classificação dos estágios do CES têm sido descritos: o método da morfologia tubular (BERNDTSON, 1977; FRANÇA e RUSSELL, 1998), baseado nas transformações no formato nuclear das células espermatogênicas, nas meiose e na forma como as espermátides se dispõem no epitélio seminífero, permitindo a identificação de oito estádios (BERNDTSON, 1977; ORTAVANT; COUROT; HOCHEREAU-DE-REVIERS, 1977) e o método do sistema acrossômico que caracteriza os estágios segundo as modificações do sistema acrossômico e da morfologia das espermátides, possibilitando identificar de 10 a 16 estádios (LEBLOND e CLERMONT, 1952; RUSSELL et al., 1990).

Com a determinação dos estágios, os tipos celulares presentes em uma secção tubular podem ser identificados de acordo com a combinação dos distintos tipos de células espermatogênicas em cada estágio (MEISTRICH et al., 2013).

A duração do CES corresponde ao tempo em que uma determinada espermatogônia inicia o ciclo até a formação do espermatozoide. A duração do ciclo é particular para cada espécie (SENGER, 2003). Para alguns autores a duração da espermatogênese varia de 35 a 75 dias em grande parte dos mamíferos (JOHNSON, 1991; FRANÇA e RUSSELL, 1998; FRANÇA; AVELAR; ALMEIDA, 2005).

No porco o ciclo espermatogênico dura oito dias e nos bovinos 14 dias (STANBENFELD e EDQVIST, 1996); no rato, 12 dias; em humanos, 16 dias (JOHNSON,

1991; STANBENFELD e EDQVIST, 1996); no cavalo, 12 dias (GARNER e HAFEZ, 1982; JOHNSON, 1991).

Em ovinos um ciclo tem duração média de 10,57 dias e o tempo compreendido entre a mitose de uma espermatogônia até a liberação do espermatozoide no lúmen do túbulo seminífero corresponde a 42,28 dias para esta espécie (CARDOSO e QUEIROZ, 1988).

A frequência dos estágios reflete a duração destes, sendo considerado um ponto primordial para o conhecimento da duração do CES (CASTRO; BERNDTSON; CARDOSO, 1997). Para que se possa quantificar a espermatogênese, o conhecimento do CES torna-se indispensável (BERNDTSON, 1977).

Os ciclos da espermatogênese são essenciais para a produção contínua de células espermáticas e são dependentes de inúmeros fatores intrínsecos, extrínsecos e também é dependente da espécie (HESS e FRANÇA, 2008).

5. FUNÇÕES DAS CÉLULAS DE SERTOLI NO PROCESSO ESPERMATOGÊNICO

As células de Sertoli estão presentes nos túbulos seminíferos, próximas à lâmina basal, cujo citoplasma envolve as células germinais e as direcionam para o lúmen do túbulo (LEBLOND e CLERMONT, 1952; CHENG e MRUK, 2012). Estão presentes em uma quantidade maior na região de transição entre os túbulos e a rede testicular, apresentando no seu citoplasma processos filamentosos que se arranjam como válvulas no lúmen, acreditando-se que estas regulem a quantidade de fluidos dos túbulos para rede testicular (HESS e FRANÇA, 2005). Esse tipo celular fornece suporte estrutural e organizacional à espermatogênese por meio do seu citoesqueleto bem elaborado,

proporcionando apoio para a progressão das células, atuando no processo de espermição e contribuindo para a maturação dos espermatozoides (CHENG e MRUK, 2012).

Essas células são notáveis pela sua complexidade estrutural e funcional. Elas se associam simultaneamente com os diferentes tipos celulares do epitélio seminífero, com a membrana basal e com outras células de Sertoli, proporcionando condições ideais para o desenvolvimento das células germinativas na espermatogênese (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004; FRANÇA e CHIARINI-GARCIA, 2005).

Cole e Cupps (1984) também descreveram estas células ressaltando o seu formato colunar e assimétrico, podendo este, sofrer variação durante o ciclo, sendo determinante para a conformação do túbulo seminífero. É essa variação na estrutura e forma da célula de Sertoli que evidencia o grau de plasticidade dessas células (SUGIMOTO et al., 2012).

Para França e Chiarini-Garcia (2005) a plasticidade dessas células é decorrente do seu eficiente citoesqueleto, que permite uma modulação e adaptação às células germinativas.

Na idade fetal as células de Sertoli promovem a regressão dos ductos de Muller, por intermédio do hormônio anti-Mulleriano (MACKAY, 2000). Na puberdade, estas células tornam-se maduras cessando a sua multiplicação e formando junções celulares entre si (SHARPE et al., 2003), passando então a desempenhar inúmeras funções, como a formação da barreira hematotesticular, síntese de proteínas, nutrição das células germinativas, mediação da ação de hormônios (FSH e testosterona) na espermatogênese, sustentação para as células espermatogênicas, participação no processo de espermição, fagocitose do excesso de citoplasma e das células que sofreram apoptose, secreção de fluidos que auxiliam na função epididimária, maturação espermática e transporte dos espermatozoides (SHARPE, 1994; HESS e FRANÇA, 2008).

A barreira hematotesticular possui atividade dinâmica e é capaz de se abrir permitindo a migração celular sem expor o compartimento adluminal ao sistema imune (WONG et al., 2005; YAN e CHENG, 2005). Por esta razão, as células de Sertoli têm sido apontadas como sentinelas imunológicas do processo espermatogênico (KAUR et al., 2014).

6. FUNÇÕES DAS CÉLULAS DE LEYDIG NO PROCESSO ESPERMATOGÊNICO

No espaço intersticial dos túbulos seminíferos encontram-se as células de Leydig, responsáveis pela produção de testosterona (GRISWOLD et al., 2012).

No desenvolvimento testicular dos mamíferos estão envolvidos dois tipos de células de Leydig: as células fetais e as células adultas, que se diferenciam funcional e morfológicamente. O primeiro tipo desenvolve-se durante a vida intrauterina, e são responsáveis pela diferenciação masculina e a descida dos testículos para o escroto. Com a puberdade ocorre o surgimento das células de Leydig adultas, por meio de um complexo processo de proliferação e diferenciação celular, até a formação das células de Leydig adultas maduras (MENDIS-HANDAGAMA e ARIYARATNE, 2001; CHEN et al., 2009).

Na puberdade são as células de Leydig que irão atuar na manifestação das características sexuais secundárias como também na manutenção da produção das células germinativas (SHARPE, 1994; O'HARA et al., 2014).

A proporção volumétrica das células de Leydig no interstício dos túbulos e os parâmetros quantitativos que se relacionam com a morfologia do túbulo (diâmetro tubular e altura do epitélio seminífero, comprimento dos túbulos e comprimento total por grama de parênquima) são diretamente proporcionais à atividade espermatogênica, podendo

estabelecer essa atividade em uma determinada espécie e também contribuir com estudos relacionados à função testicular (FRANÇA e RUSSELL, 1998; PAULA et al., 1999).

7. FATORES QUE CAUSAM ALTERAÇÃO NA ESPERMATOGÊNESE

7.1. NUTRIÇÃO

O desenvolvimento reprodutivo está intimamente associado a um bom estado nutricional dos animais, especialmente nos machos reprodutores, em que os parâmetros testiculares, bem como a qualidade do sêmen e a fertilidade nesses animais são dependentes da condição nutricional (SIQUEIRA FILHO, 2007).

A produção de espermatozoides está relacionada com o desenvolvimento dos testículos (COROUT, 1996), e o tamanho testicular em cada raça detém um limite presumido, que é determinado pela herança genética, no entanto, o fator nutricional exerce influência sobre o desenvolvimento do órgão (SIQUEIRA FILHO, 2007). Nos ovinos, o tamanho dos testículos tem relação com a capacidade funcional destes e o seu potencial reprodutivo (MORAES e OLIVEIRA, 1992). Outros autores também demonstraram que a biometria testicular é um bom indicador da capacidade espermatogênica em ovinos, e que animais que possuem medidas adequadas apresentam um maior potencial de produção espermática (MARTINS et al., 2008). Entretanto, durante a estação de monta, os carneiros podem apresentar uma redução no tamanho testicular em virtude de uma menor ingestão de alimento ou por conta do seu acentuado comportamento sexual (LINDSAY et al., 1979).

Além de influenciar o desenvolvimento gonadal, de acordo com Carpenter et al. (1997) a nutrição influencia a pré-puberdade no macho, que é caracterizada pelo surgimento da libido e marcada pelo início da espermatogênese. Reforçando esta informação, Fernández et al. (2005) relataram que no período pré-puberal em ruminantes,

uma má condição nutricional afeta o crescimento testicular e suprime o desenvolvimento do sistema endócrino.

A função reprodutiva nos machos também se relaciona com o estado nutricional da fêmea no período gestacional, em que uma má nutrição materna, pode acarretar em redução de secreção de hormônios reprodutivos e retardo à puberdade nos cordeiros (DA SILVA et al., 2001).

Além de provocar diminuição testicular, o estresse nutricional pela deficiência proteica e energética acarreta um estado de balanço energético negativo nos animais, comprometendo a condição corporal dos reprodutores e conseqüentemente os parâmetros reprodutivos, como a produção e concentração de espermatozoides, redução no tamanho das células de Leydig e dos túbulos seminíferos (DUNN e MOSS, 1992).

Um adequado aporte proteico é essencial tanto para a qualidade produtiva quanto reprodutiva por promover um aumento no tamanho da gônada masculina, que se reflete nas medidas do perímetro escrotal e volume testicular (SIQUEIRA FILHO, 2007).

Quanto a deficiência de proteína na alimentação, Carrijo Junior et al. (2008), avaliaram níveis de proteína na dieta de ovinos, associadas ou não à falta de vermifugação dos animais, e constataram que a deficiência proteica associada à não-vermifugação nos carneiros prejudicou a maioria dos parâmetros reprodutivos, reduzindo o número das células de Sertoli e células espermáticas, exceto as espermatogônias. Esses achados evidenciam e reforçam a importância de um bom estado sanitário para a ocorrência da espermatogênese.

Em contrapartida, o elevado teor proteico das dietas além de elevar os custos de produção, provoca estresse calórico, maior ocorrência de urolitíase e aumentam os teores de amônia circulante, que atingem os túbulos seminíferos interferindo no processo espermatogênico (TSUKAGUSHI et al., 1997; PUGH, 2002).

No estudo de Fourie et al. (2004) com carneiros da raça Dorper, foi demonstrado que o grupo de animais criados em sistema intensivo e alimentados com teores de 16% de proteína bruta (PB) apresentaram melhor volume e peso testicular que os animais mantidos extensivamente e alimentados com 12,5% de PB, no entanto, os animais alimentados com maior quantidade de proteína e em confinamento apresentaram pior qualidade seminal, menor concentração de sêmen e menor motilidade espermática, ocasionada, segundo os autores, em virtude de uma maior disposição de tecido adiposo no escroto, interferindo no processo de termorregulação testicular, que por sua vez, é imprescindível para o adequado estabelecimento da espermatogênese. Devido a isso, estes autores acrescentam que para a seleção de reprodutores não basta considerar apenas as medidas testiculares, pois se os carneiros são excessivamente alimentados, podem apresentar medidas testiculares aceitáveis, porém, a capacidade reprodutiva nesses animais pode estar prejudicada, pelo excesso de gordura no escroto.

Quanto ao nível de energia, estudos demonstraram que dietas com alto teor energético são bastante relacionados a problemas reprodutivos, pois o excesso de energia causa maiores prejuízos do que a carência (MARTIN e WALKDENBROWN, 1995; BEARDEN et al., 2004). De acordo com Viu et al. (2006), uma alimentação pobre em energia reduz o ganho de peso e por consequência a fertilidade, já os elevados níveis de energia provocam o acúmulo de gordura e também causam diminuição da fertilidade.

Existem ainda algumas substâncias nas dietas, as quais também se devem atentar, como é o caso do Cobre (Cu), que em níveis anormais na dieta, podem afetar a espermatogênese interferindo na produção, maturação, motilidade e capacidade de fertilização dos espermatozoides (SKANDHAN, 1992; VRZGULOVA et al., 1993), não sendo recomendado para ovinos alimentos que possuem elevado teor de cobre, como a torta de dendê (YAAKUB et al., 2009). O uso do caroço de algodão nas dietas de ovinos,

também não é recomendado por interferir na qualidade seminal de ovinos (CUNHA et al., 2012; BABASHANI et al., 2015), causando também redução na quantidade de células de Leydig, tamanho das células de Sertoli e alterações na morfologia dos túbulos seminíferos (ARSHAMI e RUTTLE, 1989).

Portanto, uma atenção diferenciada deve ser dada à nutrição dos reprodutores, com finalidade de aperfeiçoar sua eficiência reprodutiva, levando em consideração que tanto o excesso de energia quanto a subnutrição são prejudiciais para a qualidade do sêmen (MAIA et al., 2011). Deste modo, uma nutrição adequada é crucial para obtenção de êxito reprodutivo nos rebanhos (FERNANDEZ et al., 2004).

7.2.SAZONALIDADE

A sazonalidade é outro fator pertinente e que tem sido amplamente pesquisada. A influência do fotoperíodo sobre a atividade reprodutiva dos carneiros é determinada pela origem geográfica desses animais e latitude onde estes vivem (HAFEZ e HAFEZ, 2004). Animais de regiões de clima temperado apresentam maior sensibilidade à influência fotoperiódica (LINCOLN et al., 1990).

Os pequenos ruminantes são considerados animais de dias curtos, cuja atividade sexual é acentuada no solstício de verão, em que os dias são menores e há menor luminosidade (FRANDSON et al., 2005). Quanto menor a incidência de luz, maior é a duração da produção de melatonina, que acontece durante o período noturno (SRINIVASAN et al., 2009), pelas células especializadas – os pinealócitos – da glândula pineal (BRZEZINSKI, 1997).

O fotoperíodo de verão, através da melatonina, regula os ciclos fisiológicos sazonais (LINCOLN, 2006). A capacidade de reação dos animais ao fotoperíodo dependerá do modo como esse hormônio é decodificado nos tecidos responsivos, onde

genes-relógio estão envolvidos nessa decodificação, e para isso, existe um elevado número de receptores desse hormônio na *pars tuberalis* da hipófise, o que leva a secreção de substâncias que irão regular a secreção de prolactina (HAZLERIGG et al., 2001). A prolactina, por sua vez, é secretada em maior quantidade no verão, e menor no inverno, e este hormônio atua em conjunto com outros hormônios, participando da regulação de muitas funções fisiológicas e gonadais, influenciando tanto na função espermatogênica quanto esteroidogênica nos carneiros (JABBOUR e LINCOLN, 1999).

Mudanças sazonais podem provocar alterações na circunferência escrotal e por consequência no peso testicular (LINCOLN, 1990). KAFI et al. (2004) demonstram a influência de variações sazonais na circunferência escrotal e nos índices seminais em ovinos da raça Karakul, onde os animais obtiveram melhor qualidade de sêmen no final do verão e início do outono.

As modificações ocorridas no volume e peso das gônadas, ocasionadas por alterações na incidência de luz são decorrentes de processos degenerativos no processo espermatogênico, que pode provocar alterações quantitativas dos espermatozoides que serão liberados (HOCHEREAU de REVIERS et al., 1976). Nos carneiros ocorre uma maior degeneração das espermatogônias, em dias com maior luminosidade, diminuindo de 40 a 50% a quantidade de espermatozoides (JOHNSON et al., 1991). Os efeitos da sazonalidade na degeneração das células de Sertoli, e de células germinativas provocam interferência no processo espermatogênico (GASTEL et al., 1995; BIELLI et al., 1999; JOHNSON et al., 2000).

Ao contrário das regiões de altas latitudes, nas regiões de clima tropical, como a região Nordeste brasileira, a variação fotoperiódica é pouca, não ocorrendo influência marcante do fotoperíodo na atividade reprodutiva dos ovinos, onde estes não apresentam estacionalidade reprodutiva, reproduzindo-se durante o ano inteiro (MAIA et al., 2011). No

entanto as variações na temperatura, umidade do ar e distribuição das chuvas estão relacionadas à capacidade reprodutiva nesses animais, uma vez que, estas variáveis interferem na qualidade das pastagens, que também está ligada aos aspectos reprodutivos (ROSA e BRYANT, 2003).

Nesse aspecto, diversos autores avaliaram os efeitos da estação seca e chuvosa sobre as características seminais em carneiros e observaram um pior rendimento dos parâmetros espermáticos, medidas testiculares e alterações na morfologia espermática na estação seca do ano (MARTINS et al., 2003; MONREAL et al., 2012; FRAZÃO SOBRINHO et al., 2014), razão pela qual, a escolha de reprodutores deve ser feita na estação chuvosa (MARTINS et al., 2003).

Estudos envolvendo a interferência das estações seca e chuvosa, também têm sido realizados para aferir a ação desses fatores sobre a espermatogênese e estrutura testicular em ovinos, como recentemente, Santos et al. (2015), constataram essa influência em ovinos sem padrão racial definido, onde se evidenciou diferenças expressivas para a maioria dos parâmetros morfométricos avaliados, em que os melhores resultados foram notados na estação chuvosa do ano.

Da mesma forma, McManus et al. (2010) verificaram efeito significativo do período do ano sobre as características histológicas dos testículos de ovinos Santa Inês, onde observou-se um menor número total de células de Sertoli e da linhagem espermatogênica no período seco do ano.

7.3.TEMPERATURA

O meio ambiente também exerce influência na atividade reprodutiva de ovinos (SILVA e ARAUJO, 2000; ROSA e BRYANT, 2003). Tanto a temperatura quanto a umidade, podem comprometer a estrutura testicular dos animais levando em consideração

a intensidade desses fatores (KASTELIC et al., 1996; STRAPA et al., 2004; MACHADO JÚNIOR et al., 2009). De acordo com Marai et al. (2008), o estresse provocado pela temperatura interfere na reprodução, causando uma sequência de alterações nas funções biológicas dos animais e, dentre estas alterações, o estresse provocado pelo calor, pode afetar o ganho de peso e ser responsável pelo retardamento da puberdade de ovinos, e ainda pode provocar redução na qualidade seminal e na fertilidade dos machos.

A elevada temperatura ambiente, característica do período de estiagem em regiões tropicais, é considerada a principal limitação da eficácia reprodutiva, por provocar interferência no processo de termorregulação testicular, prejudicando a espermatogênese e, por conseguinte a qualidade do sêmen (CHEMINEAU et al., 1991; MOREIRA et al., 2001).

Maia et al. (2011) atribuíram a elevada ocorrência de patologias espermáticas observada em carneiros das raças Dorper e Santa Inês ao efeito negativo da temperatura ambiental sobre a espermatogênese e maturação espermática dos animais. A termorregulação dos testículos interfere de forma direta as características seminais, especialmente a morfologia espermática, de forma que, o estresse calórico provocado pelas altas temperaturas exerce resultados negativos sobre tal característica (MAIA et al., 2015).

Quando os animais apresentam características de adaptabilidade, possuem uma melhor eficiência reprodutiva, maior resistência a enfermidades, longevidade e menor mortalidade (McMANUS et al., 2009). Um exemplo dessa adaptação ao ambiente foi relatado por Machado Júnior et al. (2009) em caprinos, a bipartição escrotal, característica que permite a esses animais termorregularem o conjunto escroto e testículo de forma mais eficiente quando comparados com caprinos que não possuem essa característica. Com base nisso, recomenda-se que no momento da escolha, haja preferência por reprodutores com escroto bipartido em locais de clima quente, pois, os animais que possuem essa

particularidade apresentam uma melhor qualidade de sêmen (VIEIRA et al., 2008; ALMEIDA et al., 2010). Carneiros de raças desprovidas de lã, quando em boas condições de manejo, apresentam boa adaptabilidade ao clima da região Nordeste (MAIA et al., 2011).

7.4.RAÇA

A avaliação do componente racial sobre os parâmetros que expressam o desempenho reprodutivo nas espécies domésticas é de grande valia para o conhecimento da qualidade dos genótipos na reprodução. Com isso, diversos estudos têm sido realizados para verificar a relação dos diferentes grupos raciais nos parâmetros reprodutivos de ovinos, como: adaptabilidade às condições climáticas tropicais (CEZAR et al., 2004), influencia do período do ano na qualidade seminal entre raças (FRAZÃO SOBRINHO et al., 2014), efeito do estresse térmico induzido sobre a biometria escroto-testicular e as características seminais (LISBOA NETO, 2015) e relacionados à comparação de parâmetros seminais (MAIA et al., 2011, 2015).

Além disso, estudos abordando o fator racial em características que envolvem a fisiologia reprodutiva, mais especificamente, aqueles que avaliam o desempenho de raças quanto à precocidade de início da espermatogênese, também são realizados, como em bovinos por Fields (1982), que ao compararem touros Brahman e os da raça Angus, verificaram diferenças no desenvolvimento sexual entre os grupos, onde os touros Angus atingiram a puberdade antes dos touros da raça Brahman. Segundo estes autores, diferenças na fisiologia dentro e entre as raças podem ser importantes para a seleção genética e para o planejamento de programas que visem aumentar a eficiência reprodutiva.

As raças ovinas podem expressar diferenças para os diversos parâmetros seminais (CHEMINEAU et al., 1991; COSTA et al., 2009). No estudo realizado por Lisboa Neto (2015) o autor 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, apresentado sêmen de melhor característica quando comparados aos animais da raça Santa Inês.

Em condições fisiológicas normais, obter evidências de diferenças entre raças na estrutura morfológica testicular, e no processo de formação dos espermatozoides tem importância fundamental e também tem sido avaliada, como recentemente, Andreussi et al. (2014) examinando comparativamente a morfologia testicular e eficiência espermatogênica entre cinco raças bovinas Zebuínas criadas no Brasil (Nelore, Nelore Mocho, Gir, Guzerá e Tabapuã) constataram superioridade da raça Nelore, nos valores histológicos quantitativos e da biometria testicular, bem como apresentaram um rendimento melhor em todas as fases espermatogênicas e uma maior produção de espermatozoides por dia por grama de parênquima testicular, não diferindo em termos estatísticos da raça nelore mocho, no entanto superiores quando comparada com as demais raças do estudo.

Evidentemente, pesquisas sobre qualidade seminal ocorrem com maior frequência, ao contrário dos estudos morfológicos e histológicos do processo espermatogênico, que levem em consideração o fator racial em animais de uma mesma espécie, cabendo neste caso, uma maior investigação desses parâmetros.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de formação dos espermatozoides é sensível a diversos fatores, dentre eles o racial, e em virtude da complexidade e sensibilidade desse processo, o conhecimento do grau de interferência desses fatores sobre a espermatogênese na espécie ovina é importante para a seleção desses animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, F. **Efeito do Flushing e de cruzamentos sobre a produção de cordeiros e desempenho de ovelhas Santa Inês**. 2006. 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ALMEIDA, F.F.L. **Estrutura e função testiculares em javalis (*Sus scrofa scrofa*) sexualmente maduros**. 2002. 65f. Dissertação (Mestrado em Reprodução) –Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG.

ALMEIDA M.M., et al. Influência do grau de bipartição escrotal sobre parâmetros reprodutivos de caprinos. **Pesq. Vet. Bras.** 30 (4), p. 345-350, 2010.

ANDREUSSI P. A.T. et al. Efficiency of the Spermatogenesis in Zebu Bulls (*Bos taurus indicus*). **Anatomia, Histologia, Embryologia, Journal of Veterinary Medicine**, 2014, v. 43, p. 133-140.

ARSHAMI, J.; RUTTLE, J. L. Effects of diets containing cottonseed meal on semen quality and testicular tissue in fine-wool rams. **American Society of Animal Science**, v. 40, n. 3, p. 277-279, 1989.

ARCO. **Jornal ARCO - Órgão Informativo da Associação Brasileira de Criadores de Ovinos**. Ano 2, n. 3, 2008. Disponível em: <www.arcoovinos.com.br>. Acesso em: Março de 2016.

BABASHANI, M et al. Semen Characteristics of Yankasa Rams Fed Gossypol-Containing Diets. **International Journal of Agriculture and Forestry** v.5, n.6, p.323-329, 2015.

BARROS, N.N. et al. Eficiência bioeconômica de cordeiros F1 Dorper x Santa Inês para produção de carne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.825-831, 2005.

BEARDEN J. H. et al. **Applied animal reproduction**. Upper Saddle River: Pearson-Prentice Hall, 6ª ed. 427p. 2004.

BERNDTSON, W. E. Methods for quantifying mammalian spermatogenesis: a review. **J. Anim. Sci.**, v.44, n.5, p.818-883, 1977.

BEZERRA, W.M. de A.X. et al. Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no Semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v.24, p.130-136, 2011.

BIELLI, A. et al. Influence of grazing management on the seasonal change in testicular morphology in Corriedale rams. **Animal Reproduction Science**, v. 56, p. 93-105, 1999.

BOMFIM M. A. D. et al. Papel da nutrição sobre a reprodução ovina. **Acta Veterinaria Brasileira**, v.8, n.2, p. 372-379, 2014.

BRAUN, W. F. et al. Ram Scrotal Circumference Measurements. **Theriogenology**, March, v.13, n.3, p.221-229, 1980.

BUARQUE, D.F.C. **Influência do ambiente térmico e da inclusão do caroço de algodão integral em dietas sobre as respostas termorreguladoras e comportamento ingestivo de ovinos mestiços de Dorper**. 2013. 65f. Dissertação – Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

CARDOSO, F.M.; QUEIROZ, G.F. Duration of the cycle of the seminiferous epithelium and daily sperm production of Brazilian hairy rams. **Animal Reproduction Science**, v. 17, p. 77-88, 1988.

CARNEIRO, P.L.S. et al. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.991-998, 2007.

CARPENTER, D.B. et al. Semen traits and metabolic and gonatropic hormone profiles in ram lambs treated with glucose. **Theriogenology**, v.46, p.625-639, 1997.

CARRIJO JUNIOR, O. A. et al. Morphological evaluation of the testicles of young Santa Inês rams submitted to different regimes of protein supplementation and drenching. **Ciência Animal Brasileira (UFG)**, v.9, p.433-441, 2008.

CASTRO, A.C.S. et al. Cinética e quantificação da espermatogênese: bases morfológicas e suas aplicações em estudos da reprodução de mamíferos. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v. 21, p. 25-34, 1997.

CEZAR, M.F. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de Ovinos Dorper, Santa Inês e seus Mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.3, p.614-620, 2004.

CHEMINEAU, P.; COGNIÉ, Y. **Training manual on artificial insemination in sheep and goats**. Rome: FAO, 1991.

CHEN, H. et al. Leydig cells: From stem cells to aging. **Mol. Cell. Endocrinol.**, v.306, p.9-16, 2009.

CHENG, C. Y.; MRUK, D. D. The blood-testis barrier and its implications for male contraception. **Pharmacological Reviews**, v. 64, n. 1, p. 16–64, 2012.

COLE, H.H.; CUPPS, P.T. **Reproduction in domestic animals**. New York: Academic, 1977.

CONSTANZO, L. S. **Fisiologia**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2014. 5 v.

COSTA, K.L.C. **Avaliação morfofuncional do testículo do veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira* Fischer, 1814)**. 2009. 74f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

COUROT, M. et al. Spermatogenesis. In: JOHNSON, A. D.; GOMES, W. R.; VANDEMARK, N. L. **The testis**. New York: Academic Press, v.1, 1970, cap.6, p.339-432.

COURTENS, J.L. **Etude ultrastructurale et cytochimique de la spermiogenèse de quelques mammifères domestiques. Définition de quelques facteurs impliqués dans la morphogenèse des spermatozoïdes.** Tours. L'Université François-Rabelais de Tours. These de Doctorat. 250p., 1983.

CUNHA, M. G. G. et al. Effect of diets containing whole cottonseed on the quality of sheep semen. **Acta Scientiarum. Animal Sciences.** v. 34, n. 3, p. 305-311, 2012.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 3 v.

DA SILVA, P. et al. Influence of placentally mediated fetal growth restriction on the onset of puberty in male and female lambs. **Reproduction**, v.122, p. 375-383, 2001.

DANGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia humana sistêmica e segmentar.** Rio de Janeiro: Atheneu. 800p, 2007. 3 v.

DELLA COLLETA, H. H. M; CARVALHO, H. F. Células de Leydig. In: CARVALHO, H. F; COLLARES-BUZATO, C. B. **Células: uma abordagem multidisciplinar.** São Paulo: Manole, 2005.

DUNN, T.G.; MOSS, G.E. Effect of nutrient and excesses on reproductive efficiency of livestock. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1580-1593, 1992.

FERNANDEZ, M. et al. Effect of undegradable protein supply on testicular size, spermogram parameters and sexual behavior of mature Assaf rams. **Theriogenology** v.62, p.299-310, 2004.

FERNANDEZ, M. et al. Effect of undegradable protein concentration in the post-weaning diet on body growth and reproductive development of Assaf rams. **Theriogenology**, v.63, p. 2206-2218, 2005.

FIELDS, M. J. et al. Aspect of the sexual development of Brahman versus Angus bulls in: Florida. **Theriogenology**, v. 18, n. 1, p. 17-31, 1982.

FOURIE, P.J. et al. Scrotal, testicular and semen characteristics of young Dorper rams managed under intensive and extensive conditions. **Small Ruminant Research**, v. 54, p.53-59, 2004.

FRANÇA, L. R. et al. Spermatogenesis and sperm transit through the epididymis in mammals with emphasis on pigs. **Theriogenology**, v.63, p.300-318, 2005.

FRANÇA, L. R; CHIARINI-GARCIA, H. Célula de Sertoli. In: CARVALHO, H. F; COLLARES-BUZATO, C. B. **Células: uma abordagem multidisciplinar.** São Paulo: Manole, 2005.

FRANÇA L.R.; RUSSELL L.D. The testis of domestic animals. In: MARTINEZ-GARCIA F. & REGADERA J. **Male Reproduction: a multidisciplinary overview.** Churchill Livingstone, Madrid, p.197-219, 1998.

FRANDSON, R. D. et al. **Anatomia e Fisiologia dos Animais de Fazenda**. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN, 2005.

FRAZÃO SOBRINHO, J.M. et al. Características do sêmen de carneiros Dorper, Santa Inês e sem padrão racial definido, pré e pós-congelação, nos períodos chuvoso e seco. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.66, n.4, p.969-976, 2014.

GARNER, D. L.; HAFEZ, E. S. E. Espermatozóides. In: HAFEZ, E. S. E. **Reprodução Animal**. São Paulo: editora Manole, 1982. Cap. 9, p.187- 211.

GARTNER, L.P., HIATT, J.L. **Atlas Colorido de Histologia**, 5ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2010, 376 p.

GASTEL, T. et al. Seasonal variations in testicular morphology in Uruguayan Corriedale rams. **Animal Reproduction Science**, v. 40, p. 59-75, 1995.

GODINHO, C. L. **Análise histométrica do testículo e duração da espermatogênese em gatos (*Felis domestica*), sexualmente maduros**. 1999. 80p. Dissertação (Mestrado em biologia celular) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG.

GRISWOLD M.D. et al. Initiating meiosis: the case for retinoic acid. **Biology of Reproduction** 86 (2):35, p.1–7, 2012.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. 7.ed. Barueri: Manole, 2004, 103p.

HAZLERIGG, D.C. et al. Decoding photoperiodic time and melatonin in mammals: what can we learn from the pars tuberalis? **Journal of Biological Rhythms**, v. 16, p. 283 – 301, 2001.

HERMO L. et al. Surfing the wave, cycle, life history, and genes/proteins expressed by testicular germ cells. Part 2: **Changes in spermatid organelles**, 2010.

HESS, R. A.; FRANÇA, L. R. Structure of the Sertoli Cell. In: SKINNER, M. K.; GRISWOLD, M. D. (eds). **Sertoli Cell Biology**, San Diego – California: Elsevier Academic Press. 2005, 19-40 p.

HESS, R. A.; FRANÇA, L. R. Spermatogenesis and cycle of the seminiferous epithelium. In: CHENG, C. Y. **Molecular Mechanisms in Spermatogenesis. Series: Adv. Exp. Med. Biol.**, v.636, p.1-15, 2008.

HOCHEREAU-DE REVIERS, M. T. Variation in the stock of testicular stem cells and in the yield of spermatogonial divisions in ram and bull testes. **Andrologia**, v.8, n.2, p.137-146, 1976.

HOGARTH C.A.; GRISWOLD M.D. Driving asynchronous spermatogenesis: is retinoic acid the answer?. **Anim Reprod.** v.9 n.4, p.742-750, 2012.

JABBOUR, H.N.; LINCOLN, G.A. Prolactin receptor expression in the testis of the ram: localisation, functional activation and the influence of gonadotrophins. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 148, p. 151-161, 1999.

JOHNSON, L. Spermatogenesis. In: CUPPS, P. T. **Reproduction in domestic animals**. 4.ed., New York: Academic Press, 1991, 456p.

JOHNSON, L. et al. Season but not age affects Sertoli cell number in adult stallions. **Biol. Reprod.** v. 45, p. 404-410, 1991.

JOHNSON, L. et al. Efficiency of spermatogenesis: a comparative approach. **Animal Reproduction Science**, v. 60-61, p. 471-480, 2000.

JUNQUEIRA, L. C; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 10 v.

KAFI, M. et al. Seasonal variation in sêmen characteristics, scrotal circumference and libido of Persian Karakul rams – technical note. **Small Ruminant Research**, v. 53, p. 133-139, 2004.

KAUR, G. et al. Sertoli cells – Immunological sentinels of spermatogenesis. **Seminars in Cell & Developmental Biology**, v. 30 p. 36-44, 2014.

KASTELIC J.P. et al. Scrotal surface, subcutaneous, intratesticular and intraepididymal temperatures in bulls. **Theriogenology** 44:147-152, 1996.

KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos. Texto e atlas colorido. Órgãos e sistemas**. Porto Alegre: Artmed, 2004, v. 2, 399 p.

LANDIM, A.V. et al. Physical, chemical and sensorial parameters for lambs of different groups, slaughtered at different weights. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, p. 1089-1096, 2011.

LEBLOND, C. P.; CLERMONT, Y. Definition of the stages of the cycle of the seminiferous epithelium in the rat. **Ann. N. Y. Acad. Sci.**, v.55, n.4, p.548-573, 1952.

LEITE E. R. **Questão de organização para crescimento**. O Berro, Uberaba, n. 67, p. 60-61, jul. 2004. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94470/1/Midia-Questao-deorganizacao-para-crescimento.pdf>> Acesso em 20 de Abril de 2016.

LIMA, F.A.M. et al. **Avaliação de raças e/ou tipos de ovinos nativos e/ou exóticas no Nordeste**. Sobral, Ce, EMBRAPA-CNPC. 14p. (EMBRAPA -PNP-Caprinos. Projeto de pesquisa). Form. 13/1980, 1985.

LINCOLN, G.A. et al. Seasonal cycles in the blood plasma concentration of FSH, inhibin and testosterone, and testicular size in rams of wild, feral and domesticated breeds of sheep. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.88, p. 623-633, 1990.

LINCOLN, G.A. Melatonin entrainment of circannual rhythms. **Chronobiology International**, v. 23, p. 301 – 306, 2006.

LINDSAY, D.R. et al. The effect of feeding a high protein supplement before joining on testicular volume of rams. In: **Sheep Breeding**, 571-575. Butterworths, London, UK. 1979.

LISBOA NETO A. F. S. **Efeito do cruzamento racial sobre as características seminais e biometria escroto-testicular em ovinos submetidos à insulação escrotal**. 2015. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Piauí.

LUO, H. et al. **Effect of Vitamin E on the Development of Testis in Sheep**. Artificial Insemination in Farm Animals, 2011. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/artificial-insemination-in-farmanimals/effect-of-vitamin-e-on-the-development-of-testis-in-sheep>> Acesso em: 07 de Fevereiro de 2014.

MACHADO JÚNIOR, A.A.N. et al. Influence of the bipartite scrotum on the testicular and scrotal temperatures in goats. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 10, p. 797-802, 2009.

MACKAY, S. Gonadal development in mammals at the cellular and molecular levels. **Int. Rev. Cytol.**, v.200, p.47-99, 2000.

MADRUGA, M.S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.309-315, 2005.

MAIA M.S. et al. Características Reprodutivas de Carneiros no Nordeste do Brasil: parâmetros seminais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.35, p.175-179, 2011.

MAIA, M. S. et al. Características seminais de carneiros das raças Dorper, Santa Inês e mestiços em condições de clima tropical. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Recife-PE, v. 18, n. 1/2 p. 20-25, 2015.

MARAI, I.F.M. et al. Reproductive performance traits as affected by heat Stress and its alleviation in sheep: a review. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, n.8, p.209–234, 2008.

MARTIN G.B.; WALKDENBROWN S.W. Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goat. **Journal Reproduction and Fertility Supplement**, n.49, p.437-449, 1995.

MARTINS, R. D. et al. Avaliação da Sazonalidade Reprodutiva de Carneiros Santa Inês Criados no Distrito Federal. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1594-1603, 2003.

MARTINS J.A.M. et al. Biometria do trato reprodutor e espermatogênese em ovinos sem padrão racial definido (SPRD). **Arch. Zootec.** 57:553-556, 2008.

MEISTRICH M.L.; HESS R.A. Assessment of spermatogenesis through staging of seminiferous tubules. **Methods Mol Biol.**, 927:299-307, 2013.

MENDIS-HANDAGAMA, S. M. L. C.; ARIYARATNE, H. B. S. Differentiation of the adult Leydig cell population in the postnatal testis. **Biol. Reprod.**, v.65, p.660-671, 2001.

MEXIA, A.A. et al. Susceptibilidade a nematoides em ovelhas Santa Inês, Bergamácia e Texel no Noroeste do Paraná. **Ciências Agrárias**, v.32, p.1921-1928, 2011.

McMANUS, C. et al. Heat tolerance in brazilian sheep: physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health Production**, n.41, p.95-101, 2009.

McMANUS C. et al. Avaliação Histológica dos Testículos de Ovinos da Raça Santa Inês Nascidos em Diferentes Estações do Ano. **Revista Ciência Rural**. v. 40. p 396-402, 2010.

MONREAL, A. C. D. et al. Morfologia espermática de carneiros nativos. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 1, p. 19-23, 2012.

MORAES, J.C.F.; OLIVEIRA, N.M. Método de avaliação de carneiros Romney Marsh baseado no tamanho testicular. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.16, p.55-62, 1992.

MOREIRA, E. P. et al. Efeitos da insulação escrotal sobre a biometria testicular e parâmetros seminais em carneiros da raça Santa Inês criados no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa/MG, v.30, n.6, p.1-11, 2001.

NOTTER, D.R. et al. Growth and carcass characteristics of lambs sired by Dorper and Dorset rams. **Journal of Animal Science**, v.82, p1323-1328, 2004.

NUNES, A.S. et al. Descrição histológica do escroto de caprinos nativos do Estado do Piauí, segundo o grau de bipartição escrotal. **Ciência Rural**, v. 40, n.8, p.1808-1813, 2010.

NUNES, A.K.R. et al. Análise morfológica e funcional do processo espermatogênico em cobaios (*Cavia porcellus*) da pré-puberdade até a pós-puberdade. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.33, n.1, p.1-7, 2013.

NUÑEZ, Q. M. Morfologia del tract genital de los pequeños rumiantes. **Revista Científica, FCV-LUZ**, v. 3, n. 2, p. 77-86, 1993.

O'HARA L. et al. Autocrine androgen action is essential for Leydig cell maturation and function, and protects against late-onset Leydig cell apoptosis in both mice and men. **FASEB J**. p.1-17. 2014.

OLIVEIRA F. A. et al. Parâmetros fisiológicos de ovinos Santa Inês submetidos a sombreamento com tela de polipropileno. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.9, p.1014-1019, 2013.

ORTAVANT, R. et al. Spermatogenesis in domestic mammals. In: COLE, H. H.; CUPPS, P. T. (eds). **Reproduction in domestic animals**. 3.ed. New York: Academic Press, 1977, cap.8, p.203-227.

PAULA, T.A.R. et al. Seminiferous epithelium cycle and its duration in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). **Tissue & Cell**. v.31, n.3, p.327-334, 1999.

- PUGH, D.G. **Sheep and Goat Medicine**. Saunders, Philadelphia, 2002.
- PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 4.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2004, 609 p.
- REECE, W. O. **Anatomia Funcional e Fisiologia dos Animais Domésticos**. São Paulo Roca, 2014, 3 v.
- ROSA, H.J.D.; BRYANT, M.J. Seasonality of reproduction in sheep – a review. **Small Ruminant Research**, v. 48, p. 155-171, 2003.
- ROSANOVA, C. et al. A raça Dorper e sua caracterização produtiva e reprodutiva. **Veterinária Notícias**, v. 11, n. 1, p. 127-135, 2005.
- RUSSELL L. D. et al. A comparative study in twelve mammalian species of volume densities, volumes, and numerical densities of selected testis components emphasizing those related the Sertoli cell. **American Journal of Anatomy**., 188:21-30, 1990.
- SANTOS J.D.F. et al. [Influence of the year's season on the testicular structure in sheep bred in southern Piauí, Brazil.] Influência da estação do ano do ano sobre a estrutura testicular em ovinos criados no sul do Estado do Piauí. **Pesquisa Veterinária Brasileira** v.35, n.11, p.933-939, 2015.
- SENGER, P. L. Endocrinology of the male and spermatogenesis. In:____. **Pathways to pregnancy and parturition**. 2ed. Moscow: Current conceptions, Inc, 2003, cap.10, 214-239 p.
- SETCHELL, B.P. Male reproductive organs and semen. In: CUPPS, P.T. (Ed) **Reproduction of domestic animals**. New York: **Academic Press**, 1991, p. 221-249.
- SHARPE, R.M. Regulation of spermatogenesis. In: KNOBIL, E. & NEIL, J.D. (Ed.). **The physiology of reproduction**. 2 ed. New York: Raven Press, 1994, p.1363-1434.
- SHARPE, R. M. et al. Proliferation and functional maturation of Sertoli cells, and their relevance to disorders of testis function in adulthood. **Reproduction**, v.125, p.769-784, 2003.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, [S.l.], v. 67, p. 1-18, 2000.
- SILVA, F. L. R.; ARAÚJO, A. M. Características de Reprodução e de Crescimento de Ovinos Mestiços Santa Inês, no Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1712-1720, 2000.
- SISSON, C. R. Aparelho urogenital do ruminante. In: GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5 ed. RJ: Interamericana, 1996, p. 879-895.
- SIQUEIRA-FILHO, E.R. 2007. **Influência dos níveis protéicos fornecidos na dieta sobre o sistema reprodutivo de carneiros**. 92 f.. Dissertação (Mestrado): Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, FMVZ, UNESP, Botucatu, Brasil. 2007.

SKANDHAN, K.P. **Review on copper in male reproduction and contraception.** In: FRANCAISE, R. (Ed.), *Gynecol Obstet (Review)*, 1992, v. 87. p. 594–598.

SRINIVASAN V. et al. Melatonin and human reproduction: Shedding light on the darkness hormone. ***Gynecological Endocrinology***. v. 25, n. 12, p.779–785, 2009.

SOUSA, W. H.; LEITE, P. R. M. **Ovinos de corte: a raça Dorper.** João Pessoa: EMEPA-PB, 2000. 76 p.

SOUSA, W. H. et al. Ovinos Santa Inês: estado de arte e perspectivas. In: Simpósio Internacional sobre o Agronegócio da Caprinocultura Leiteira=International Symposium on the Agribusiness of the Goat Milk Industry, 1.; Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte=International Symposium on Sheep and Goat Production, 2.; Espaço Aprisco Nordeste, 1., 2003, João Pessoa. **Anais...=Proceedings...** João Pessoa: EMEPA, p. 501-522, 2003.

SOUZA, C. E. A. Estudo das interações entre o desenvolvimento gonadal, produção espermática, concentrações de testosterona e aspectos ligados à puberdade em carneiros Santa Inês ao longo do primeiro ano de vida. ***Revista Brasileira de Reprodução Animal***, v.27, n.2, p.199-201, 2003.

SOUZA W. H. et al. **Estratégias de Cruzamentos para Produção de Caprinos e Ovinos de Corte: Uma Experiência da Emepa.** In: I Encontro Nacional de Produção de Caprinos e Ovinos (2006). Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Estrategias+de+cruzamento+para+producao+de+caprinos+e+ovinos+de+corte_000fz303rzn02wx5ok0ejlyhdmv297mw.pdf> acesso em: 07 de Fevereiro de 2016.

STANBENFELDT, G.H.; EDQVIST, L. Processos reprodutivos do macho. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. Duques – **Fisiologia dos animais domésticos.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A, 1996, Cap 35, p. 603-614.

STRAPA R.A. et al. Avaliação das diferenças entre temperatura retal, escrotal e intratesticular e da quantidade de glândulas sudoríparas e sebáceas em escroto de búfalos de duas faixas etárias. ***Revta Bras. Reprod. Anim.*** v.28, p.202-205, 2004.

SUGIMOTO R. et al. Retinoic acid metabolism links the periodical differentiation of germ cells with the cycle of Sertoli cells in mouse seminiferous epithelium. ***Mech Dev*** 128(11-12), p.610-624, 2012.

TOLENTINO M.L.D.L. et al. Parâmetros anátomo-estruturais de órgãos reprodutivos de ovinos sem raça definida (SRD) nativos do estado da Paraíba, com e sem bipartição escrotal: estudo de pele escrotal e funículo espermático. ***Pesquisa Veterinária Brasileira*** v.34, n.7, p.709-715, 2014.

TSUKAGUCHI, H. et al. Cloning and characterization of the urea transporter UT3: localization in rat kidney and testis. ***Journal of Clinical Investigation***, v.99, n.7, p.1506-15, 1997

VARNER, D. D.; JOHNSON, L. From a Sperm's Eye View—revisiting our perception of this intriguing cell. In:____. **Proceedings of the American Association of Equine Practitioners**, 2007, v. 53, p. 104-177.

VIEIRA R. J. et al. Influência da morfologia escrotal e da época do ano na qualidade do sêmen de caprinos criados no Estado do Piauí. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. v. 3, n. 4, p. 376-380, 2008.

VIU, M.A.O. et al. Fisiologia e Manejo Reprodutivos de Ovinos: Revisão. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v.1, n.1, p. 79-98, 2006.

VRZGULOVA, M. et al. The Effect of copper from industrial emissions on the seminiferous epithelium in rams. **Reproduction Domestic Animal**. v.28, p.108–118, 1993.

WROBEL, K.H. et al. Quantitative morphology of the ovine seminiferous epithelium. **Annals of Anatomy**. v.177, p. 19-32. 1995.

YAAKUB, H. et al. The effects of palm kernel cake based diet on spermatogenesis in Malin×Santa-Ines rams. **Animal Reproduction Science**, v. 115, p. 182–188, 2009.

YAN, H. H. N.; CHENG, C. Y. Blood-testis barrier dynamics are regulated by an engagement/disengagement mechanism between tight and adherens junctions via peripheral adaptors. *Proceed. Nat. Acad. Sci. (PNAS)*. v.102, p.11722-11727, 2005.

**CAPÍTULO 2 – INFLUÊNCIA DO CRUZAMENTO RACIAL SOBRE
A ESTRUTURA TESTICULAR E ESPERMATOGÊNESE EM
OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS E MISTIÇOS DE SANTA INÊS E
DORPER**

Elaborado segundo as normas da revista Pesquisa Veterinária Brasileira

< <http://www.pvb.com.br> >

INFLUÊNCIA DO CRUZAMENTO RACIAL SOBRE A ESTRUTURA TESTICULAR E ESPERMATOGÊNESE EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS E MISTIÇOS DE SANTA INÊS E DORPER

Morgana S. Araújo^{1*}, Antonio A. N. Machado Júnior²

ABSTRACT- Araújo M. S. & Machado Júnior A. A. N. 2016. [Influence of racial crossing on testicular structure and spermatogenesis in the Santa Inês sheep and crossbred Santa Inês and Dorper] Influência do cruzamento racial sobre a estrutura testicular e espermatogênese em ovinos da raça Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 00(0):00-00. Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Piauí, Rodovia Municipal Bom Jesus - Viana, Km 01, Planalto Horizonte, Bom Jesus, PI, 64900-000, Brazil. E-mail: morgana126@hotmail.com

This study aimed to evaluate the influence of racial crossing on spermatogenesis in sheep Santa Inês and crossbred Santa Inês and Dorper, using four animals for each experimental group. The stood testicular fragments in Bouin solution for 24 hours later the fragments were held for an hour in increasing concentrations of alcohol (70%, 80%, 90%, 100% R and 100% II) and immersed in paraffin. Histological sections of 4 μ m were made and made of slides stained with hematoxylin-eosin. We evaluated the volumetric proportion of the testes, the diameter of the tubules, when the seminiferous epithelium, frequency of occurrence of the stages of the seminiferous epithelium cycle and spermatogenesis. After obtaining the data, we performed the analysis of variance in a completely randomized design, using the Student-Newman-Keuls test to compare the averages to a 5% level of significance. They were obtained measures of the tubular diameter of 173.12 ± 29.09 and 185.71 ± 29.7 μ m and seminiferous epithelium height of 52.29 ± 9.98 and 56.68 ± 11.25 micrometres to crossbred animals and Santa Inês, respectively. There was no difference between the testicular compartments and not the frequency of the stages of the seminiferous epithelium cycle between races. Animals Santa Inês had a higher number of spermatocytes in pre-leptotene / leptotene (15.36 ± 4.49) and spermatocytes in pachytene (27.42 ± 6.65), with respect to mestiços (13.18 ± 5.19 and 23.48 ± 7.80 respectively). Mestiços had higher meiotic yield (3.98 ± 1.28) and higher spermatogenesis yield (3.71 ± 1.02). In conclusion, the racial cross allowed the emergence of differences between the animals Santa Inês and crossbred Santa Inês / Dorper, which one can point out that the cross between the animals Santa Inês and Dorper enables reproductive gain, which associated with the production gain, It indicates a good cross option to generate more adapted animals to regions with adverse weather conditions, similar to that observed in this experiment.

Index terms: sheep, spermatogenic efficiency, testicles

Recebido em:

Aceito para publicação em:

1. Universidade Federal do Piauí Rodovia Municipal Bom Jesus - Viana, Km 01, Planalto Horizonte, Bom Jesus, PI, 64900-000, Brazil. *Autor para correspondência: morgana126@hotmail.com

2. Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Piauí, Rodovia Municipal Bom Jesus - Viana, Km 01, Planalto Horizonte, Bom Jesus, PI, 64900-000, Brazil. E-mail: machadojunior@ufpi.edu.br

RESUMO - Objetivou-se avaliar a influência do cruzamento racial sobre a espermatogênese em ovinos da raça Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper, utilizando-se quatro animais para cada grupo experimental. Fixou-se os fragmentos testiculares em solução de Bouin por 24h, posteriormente os fragmentos foram mantidos por uma hora em concentrações crescentes de álcool (70%, 80%, 90%, 100% I e 100% II), e imersos em parafina. Cortes histológicos de 4µm foram feitos e confeccionados em lâminas coradas com Hematoxilina-Eosina. Avaliou-se a proporção volumétrica dos testículos, o diâmetro dos túbulos, altura do epitélio seminífero, frequência de ocorrência dos estágios do ciclo do epitélio seminífero e o rendimento da espermatogênese. Após a obtenção dos dados, realizou-se a análise de variância em um delineamento inteiramente ao acaso, utilizando-se o teste Student-Newman-Keuls para a comparação das médias a um nível de 5% de significância. Obtiveram-se medidas do diâmetro tubular de $173,12 \pm 29,09$ e $185,71 \pm 29,7$ µm, e a altura de epitélio seminífero de $52,29 \pm 9,98$ e $56,68 \pm 11,25$ µm, para os animais mestiços e Santa Inês, respectivamente. Não se verificou diferença entre os compartimentos testiculares e nem na frequência dos estágios do ciclo do epitélio seminífero entre as raças. Os animais Santa Inês apresentaram um maior número de espermatócitos em pré-leptóteno/leptóteno ($15,36 \pm 4,49$) e de espermatócitos em paquíteno ($27,42 \pm 6,65$), com relação aos mestiços ($13,18 \pm 5,19$ e $23,48 \pm 7,80$, respectivamente). Os mestiços obtiveram maior rendimento meiótico ($3,98 \pm 1,28$) e maior rendimento geral da espermatogênese ($3,71 \pm 1,02$). Em conclusão, o cruzamento racial permitiu o aparecimento de diferenças entre os animais Santa Inês e mestiços de Santa Inês/Dorper, das quais se pode apontar que o cruzamento entre os animais Santa Inês e Dorper possibilita ganho reprodutivo, que associado com o ganho produtivo, indica uma boa opção de cruzamento para gerar animais mais adaptados a regiões que apresentem condições climáticas adversas, semelhantes à observada nesse experimento.

Termos de indexação: carneiros, eficiência espermatogênica, testículos

INTRODUÇÃO

A importância dos reprodutores para a eficiência reprodutiva e produtiva está relacionada não somente com o fator genético, mas também pelo fato de que é nesses animais que se pode realizar uma maior pressão de seleção (Salgueiro 2000). E em função disso, é necessário avaliar a capacidade reprodutiva dos animais, com a finalidade de se obter animais capazes de transmitir características que venham a aperfeiçoar o sistema produtivo (Pacheco & Quirino 2010).

A espermatogênese envolve processos citológicos, como proliferação, diferenciação e transformação celular, bem como, inclui processos histológicos como o desenvolvimento das células progenitoras nos túbulos seminíferos. Quando se estuda o processo espermatogênico, tanto a classificação dos estágios do ciclo do epitélio seminífero deve ser considerada, como a quantificação dos tipos celulares, para verificar o desenvolvimento dessas, ao longo do ciclo (Almeida et al. 2000, Assis Neto et al. 2003).

Essa quantificação possibilita elucidar a forma com que essas células normalmente sofrem divisão e renovação, permitindo a determinação do coeficiente de eficiência da espermatogênese (Castro et al. 1997).

O rendimento do processo espermatogênico obtido através das razões numéricas das células espermatogênicas, por secção transversal de túbulo seminífero, possibilita a avaliação da capacidade produtiva de espermatozoides, sendo esta considerada uma variável fundamental para a determinação de machos destinados a reprodução através da comparação entre as espécies para conhecer em quais fases ocorrem perdas celulares e permitir a estimativa percentual destas (Assis Neto et al. 2003, Costa et al. 2004, Nunes et al. 2013).

Embora a espermatogênese possa se apresentar constante em animais que já alcançaram maturidade sexual, e que não apresentam sazonalidade reprodutiva, pode haver diferenças significativas entre as espécies, linhagens e inclusive raças (França & Russell 1998). No entanto, pouco se conhece sobre a eficiência da espermatogênese comparativamente entre as raças de uma mesma espécie, em especial as raças de ovinos explorados no Nordeste, e por esta razão, o conhecimento comparativo da atividade espermatogênica torna-se instrumento de importância fundamental para contribuir com a seleção de reprodutores de qualidade.

Dessa forma, objetivou-se realizar o estudo comparativo entre a estrutura testicular e espermatogênese de ovinos Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper, criados no sul do estado do Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais de pesquisa e condições experimentais

A pesquisa foi realizada com autorização do Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal do Piauí nº 098/15. Foram utilizados oito ovinos machos, sendo quatro destes pertencentes à raça Santa Inês e quatro mestiços de Santa Inês/Dorper. Os animais apresentavam-se hípidos, com condição corporal adequada e idades entre 18 e 24 meses.

Os ovinos foram mantidos no aprisco experimental do Hospital Veterinário Universitário localizado no campus professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, situado na cidade de Bom Jesus – PI, latitude 08°44'31'' sul e longitude 43°86'47'' oeste, onde passaram por um período de adaptação de 60 dias às condições

experimentais. A alimentação consistia de volumoso (*penisetum purpureum*) ofertado a vontade, suplementação comercial próprio para a espécie, oferecido pela manhã e ao final da tarde, sal mineral e água limpa *ad libitum*. Durante o período experimental, entre os meses de Maio a Julho do ano de 2015, a temperatura mínima e máxima e também a umidade relativa corresponderam em média a 19,7 °C, 33,9 °C e 46,6% respectivamente, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Obtenção dos Fragmentos Testiculares

Procedeu-se a pesagem dos animais antes das castrações e, após o procedimento cirúrgico, foi realizada a pesagem dos testículos para o cálculo do Índice Gonadossomático (IGS) que é obtido dividindo o peso do testículo pelo peso corporal. Na sequência, os testículos foram seccionados e os fragmentos foram colocados em fixador (solução de Bouin), sob refrigeração de 8°C por um período de 24 horas.

Os fragmentos foram desidratados em soluções de álcool crescentes (70%, 80%, 90%, 100% I e 100% II) por uma hora em cada concentração. Em seguida, foram colocados em duas soluções de Xilol por 30 minutos, posteriormente, em duas imersões em parafina a 60°C por 30 minutos e, posterior, emblocagem em parafina. Subsequentemente, secções de 4µm foram obtidas por meio de um micrótomo, e coradas com Hematoxilina-Eosina. Após a confecção das lâminas, estas foram avaliadas em microscópio de luz acoplado a uma ocular micrométrica de 10x.

Volume e Proporções Volumétricas dos Compartimentos dos Testículos

A obtenção das proporções volumétricas dos compartimentos dos testículos ocorreu por meio da utilização de um retículo contendo 441 intersecções (Elias et al. 1971), analisando-se 20 campos em sequência por lâmina, totalizando 8820 pontos, onde foram considerados no compartimento tubular a túnica própria, o epitélio seminífero e lúmen e também os elementos do compartimento intersticial dos túbulos, células de Leydig, vasos testiculares e tecido conjuntivo, em aumento de 400X.

Frequência dos Estágios do Ciclo do Epitélio Seminífero (CES)

Determinou-se a frequência dos estágios do CES dos ovinos através da observação de 500 secções transversais em aumento de 400x dos túbulos seminíferos, por animal, e aplicando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Frequência} = \frac{\text{Frequência de cada Estágio observado}}{\text{Total de observações}} \times 100$$

Seguiu-se uma distância de no mínimo $500\mu\text{m}$ entre duas secções avaliadas, para impedir a obtenção de secções tubulares de um mesmo segmento.

Diâmetro dos Túbulos Seminíferos e Altura do Epitélio Seminífero

Para as mensurações do diâmetro dos túbulos seminíferos e a altura do epitélio seminífero, 60 secções transversais de túbulos seminíferos, no estágio 1 do ciclo foram analisadas, escolhendo-se preferencialmente, túbulos com contorno mais arredondado possível, em aumento de 400x, por animal.

População de Células Espermatogênicas e de Sertoli por Secção Transversal de Túbulo Seminífero

Através da análise de 20 secções transversais de túbulos seminíferos (400x), com contorno mais circular possível, foi possível quantificar a população de células do estágio 1 do CES. A contagem bruta das células espermatogênicas foram corrigidas pelo diâmetro nuclear/nucleolar e espessura do corte histológico, de acordo com a fórmula proposta por Abercrombie (1946), modificada por Amann & Almquist (1962):

$$\text{Número corrigido} = \text{contagem obtida} \times \frac{\text{Espessura do corte}}{\text{Espessura do Corte} + \sqrt{\left(\frac{\text{DM}^2}{2}\right) - \left(\frac{\text{DM}^2}{4}\right)}}$$

Obteve-se por meio da média das mensurações de dez núcleos das células germinativas e de Sertoli, por animal, o Diâmetro Médio Nuclear (DM), com auxílio de uma ocular micrométrica de 10x em objetiva de 100x.

Rendimento da espermatogênese e eficiência das células de Sertoli

O rendimento da espermatogênese foi determinado através da estimativa das seguintes razões dos tipos celulares:

- 1 - Rendimento ou coeficiente de eficiência de mitoses: calculado pelas razões entre espermátócitos primários em pré-leptóteno e espermatogônia no estágio 1.

- 2 - Rendimento meiótico: calculado pela razão entre espermátide arredondada e espermátocito primário em paquíteno no estágio 1.
- 3 - Rendimento geral da espermatogênese: calculado pela razão entre espermátides arredondadas e espermatogônia no estágio 1.
- 4 - Eficiência das células de Sertoli: calculada pela razão entre o número total de espermátides arredondadas no estágio 1 e o número total de células de Sertoli.

Análise Estatística

Procedeu-se a análise de variância para um delineamento inteiramente ao acaso, com dois tratamentos e quatro repetições. Para a comparação das médias utilizou-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK), a um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Os resultados obtidos, a partir dos dados coletados, referentes aos parâmetros biométricos e à morfometria testicular entre as raças estudadas estão dispostas na tabela 1. É possível verificar que não foi encontrada diferença estatística entre as raças para peso corporal, peso testicular, Índice Gonadossomático e para o volume dos compartimentos testiculares. No entanto, as medidas do diâmetro dos túbulos seminíferos e a altura do epitélio seminífero apresentaram variação entre as raças ($p < 0,05$).

Tabela 1. Média \pm desvio padrão dos parâmetros biométricos e relacionados à proporção volumétrica, diâmetro dos tubulos e altura de epitélio seminífero de carneiros Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper (SI/DO)

	Mestiços SI/DO	Santa Inês
Peso corporal (Kg)	50,25 \pm 2,06 ^a	48,50 \pm 9,88 ^a
Peso testicular (g)	130,86 \pm 39,60 ^a	142,83 \pm 60,41 ^a
Índice Gonadossomático (%)	0,26 \pm 0,08 ^a	0,28 \pm 0,07 ^a
Volume dos compartimentos testiculares (%)		
Tubular	77,02 \pm 17,58 ^a	76,61 \pm 18,74 ^a
Lâmina própria	10,95 \pm 5,33 ^a	10,90 \pm 5,48 ^a
Epitélio seminífero	53,65 \pm 13,96 ^a	54,62 \pm 14,05 ^a
Lúmen	17,96 \pm 10,12 ^a	16,86 \pm 9,44 ^a
Intersticial	25,88 \pm 20,47 ^a	25,94 \pm 21,08 ^a
Células de Leydig	4,61 \pm 2,8 ^a	4,61 \pm 2,7 ^a
Tecido conjuntivo	24,16 \pm 18,97 ^a	23,49 \pm 19,17 ^a
Vasos testiculares	4,98 \pm 3,96 ^a	4,97 \pm 4,33 ^a
Diâmetro tubular (μ m)	173,12 \pm 29,09 ^b	185,71 \pm 29,73 ^a
Altura do epitélio seminífero (μ m)	52,29 \pm 9,98 ^b	56,68 \pm 11,25 ^a

*^{a, b} Letras diferentes na mesma linha expressam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os ovinos da raça Santa Inês e os mestiços SI/DO pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK).

As frequências de ocorrência dos estágios do ciclo do epitélio seminífero de carneiros da raça Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper estão distribuídas na tabela 2. Com relação a este parâmetro não houve diferença significativa entre as raças de ovinos pesquisadas.

Tabela 2. Média \pm desvio padrão das frequências relativas dos estágios que compõem o ciclo do epitélio seminífero de carneiros da raça Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper (SI/DO)

	Mestiços SI-DO	Santa Inês	Fases da espermatogênese
Estágio 1	21,65 \pm 3,71 ^a	20,05 \pm 3,34 ^a	Pré-meiótica
Estágio 2	13,15 \pm 1,99 ^a	13,80 \pm 5,55 ^a	
Estágio 3	15,90 \pm 3,68 ^a	13,80 \pm 0,43 ^a	
Estágio 4	7,05 \pm 2,54 ^a	7,25 \pm 0,44 ^a	Meiótica
Estágio 5	10,65 \pm 2,18 ^a	11,45 \pm 4,87 ^a	Pós-meiótica
Estágio 6	11,35 \pm 2,40 ^a	10,85 \pm 1,79 ^a	
Estágio 7	7,55 \pm 2,39 ^a	8,00 \pm 1,55 ^a	
Estágio 8	12,90 \pm 1,7 ^a	14,80 \pm 4,82 ^a	

Letras diferentes na mesma linha expressam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os ovinos da raça Santa Inês e os mestiços SI/DO pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK).

Quanto aos valores corrigidos das células germinativas e células de Sertoli no estágio 1 do ciclo do epitélio seminífero para os dois grupos estudados, observa-se que os valores dos tipos celulares: espermatogônias, espermátides arredondadas e células de Sertoli, apresentaram-se semelhantes estatisticamente para as raças estudadas. No entanto, houve diferença entre as populações de espermátócitos primários em pré-leptóteno/leptóteno e em paquíteno, na qual o número desses tipos celulares foi superior nos carneiros da raça Santa Inês ($p < 0,05$), conforme tabela 3.

Tabela 3. Média \pm desvio padrão da contagem da população de células espermatogênicas e de Sertoli presentes no estágio 1 do ciclo do epitélio seminífero em carneiros Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper (SI/DO)

Período	A	PL-L	PQ	AR	CS
SI-DO	8,49 \pm 3,22 ^a	13,18 \pm 5,19 ^b	23,48 \pm 7,80 ^b	84,73 \pm 24,02 ^a	9,30 \pm 4,18 ^a
SI	8,46 \pm 2,69 ^a	15,36 \pm 4,49 ^a	27,42 \pm 6,65 ^a	84,82 \pm 22,34 ^a	9,78 \pm 3,50 ^a

*^{a, b} Letras diferentes na mesma linha expressam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os ovinos da raça Santa Inês e os mestiços SI/DO pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK).

A – espermatogônia; PL/L – espermátócito primário em pré-leptóteno/leptóteno; PQ – espermátócito primário em paquíteno; AR – espermátide arredondada; CS – células de Sertoli.

O rendimento do processo espermatogênico também foi avaliado, e observou-se diferenças entre as raças Santa Inês e mestiços (Santa Inês/Dorper) para o rendimento meiótico e para o rendimento geral da espermatogênese, como mostra a tabela 4. O coeficiente mitótico e a eficiência das células de Sertoli não diferiram entre os grupos raciais ($p > 0,05$).

Tabela 4. Média \pm desvio padrão referente ao rendimento espermatogênico de carneiros da raça Santa Inês e mestiços de Santa Inês e Dorper (SI/DO)

	Mestiços SI-DO	Santa Inês
Coeficiente de mitoses	0,58 \pm 0,21 ^a	0,61 \pm 0,22 ^a
Rendimento meiótico	3,98 \pm 1,28 ^a	3,31 \pm 0,83 ^b
Rendimento geral	3,71 \pm 1,02 ^a	3,31 \pm 1,20 ^b
Eficiência das Células de Sertoli	13,99 \pm 11,45 ^a	14,99 \pm 13,99 ^a

*^{a, b} Letras diferentes na mesma linha expressam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os ovinos da raça Santa Inês e os mestiços SI/DO pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK).

DISCUSSÃO

Pesquisas revelaram que muitos fatores influenciam no processo espermatogênico, dentre esses a nutrição (Viu et al. 2006, Carrijo Júnior et al. 2008), a temperatura (Marai et al. 2008, Machado Junior et al. 2009), a sazonalidade (McManus et al. 2010, Santos et al. 2015) e recentes estudos apontaram o fator racial como um fator que pode provocar diferenças entre os grupos raciais (Andreusi et al. 2014).

Nesse estudo não houve variação entre os grupos quanto ao peso corporal, peso testicular e Índice Gonadossomático. A ausência de diferenças para este parâmetro apresenta a vantagem de excluir variações entre os grupos no que se refere ao tamanho testicular dos animais.

Embora a variação no volume e na proporção dos compartimentos testiculares denote uma das principais causas das diferenças observadas na espermatogênese das espécies (França & Russell 1998), na comparação racial do presente estudo, os grupos não exibiram diferenças quanto à densidade desses compartimentos.

Dentre os compartimentos testiculares, os constituintes do compartimento tubular ocupam de 70 a 90 % do parênquima testicular em mamíferos, conforme relatado por França & Russell (1998), e exerce influência sobre o peso dos testículos e a produção espermática (Aman 1970), sendo assim, os valores obtidos para os mestiços (77,02 %) e os Santa Inês (76,61 %), estão dentro dos padrões preconizados. Esses valores são superiores aos encontrados em ovinos SRD (71,04%) (Martins et al. 2008), e Morada Nova (64,7 %) (Sousa 2010), no entanto, são inferiores aos relatados em carneiros da raça Sulfook (83%) (Wobrel et al. 1995).

Existe uma grande variação no compartimento tubular e intersticial entre as espécies (França & Russell 1998). O volume do compartimento intersticial nos túbulos seminíferos apresentou valores de 25,88% para mestiços e 25,94% para os Santa Inês. Dentre os componentes do compartimento intersticial, o tecido conjuntivo foi o mais expressivo, apresentando-se praticamente igual nas duas raças. No estudo de Santos *et al.*, (2015) o volume do compartimento intersticial em ovinos SRD no período seco do ano foi de 21,52%, aproximando-se dos resultados deste trabalho, cujo percentual aqui encontrado pode relacionar-se também com o período, uma vez que, a realização das coletas coincidiu com o período seco do ano. Da mesma forma que no presente trabalho, dentre os componentes do interstício, avaliados pelos autores citados, o tecido conjuntivo também foi o componente de maior ocupação.

Um fato interessante, encontrado neste trabalho, foi com relação à diferença no diâmetro tubular entre mestiços de Santa Inês e Dorper (173,12 μ m) e animais puros Santa Inês (185,71 μ m) e na altura de epitélio seminífero (52,29 μ m e 56,68 μ m) respectivamente, para ambas as raças, evidenciando maiores valores dos animais puros para estes parâmetros. As alturas do epitélio seminífero apresentaram-se superiores aos já encontrados tanto em ovinos Santa Inês (46,67 μ m e 48,26 μ m) (McManus et al. 2010) quanto em SRD (44,92 μ m e 50,06 μ m) (Santos et al. 2015), e inferior aos relatados por Souza (2003) em Santa Inês (70,88 μ m).

Em relação ao diâmetro tubular, valores inferiores aos deste trabalho foram relatados em ovinos SRD (164,2) (Martins et al. 2008) e nessa mesma raça em pesquisas com período do ano (seco e chuvoso), respectivamente 152 μ m e 171 μ m (Cardoso & Queiroz 1989), 143,98 μ m e 170,37 μ m (Santos et al. 2015) e também em Santa Inês, 158,61 μ m e 167,51 μ m (McManus et al. 2010). Maiores resultados foram encontrados em carneiros Sulfook (276,00 μ m) (Wobrel 1995) e em ovinos Santa Inês, (207,12 μ m) por Souza (2003).

Apesar de serem considerados indicadores importantes na espermatogênese, pode-se perceber que ocorrem intensas variações no diâmetro dos túbulos seminíferos, ainda que dentro de um mesmo grupo racial. De acordo com Paula et al. (2002), estas variações possuem relação com os elementos estruturais dos túbulos sendo essas, a quantidade de células mióides peritubulares, que circundam a túnica própria, e também o tamanho e a população das células da linhagem germinativa e células de Sertoli, bem como o fluido secretado por estas últimas no lúmen do túbulo seminífero, sendo que estes fatores podem sofrer variações entre as espécies, linhagens e raças, mesmo dentro de uma mesma espécie, o que explica tais diferenças.

Estes autores também destacaram outro fator pertinente a ser considerado, que é a retração causada por alguns tipos de inclusão dos fragmentos testiculares, pois pode ocorrer uma retração de 3 a 5% dos túbulos quando se utiliza resina plástica e o percentual de retração pode chegar a 15% utilizando-se a parafina, como é o caso do presente.

No que diz respeito às frequências dos estágios que caracterizam o ciclo do epitélio seminífero não houve diferença significativa para nenhum dos estágios entre as raças de ovinos. No entanto, pôde-se perceber que no grupo de animais mestiços a fase pós-meiótica se processou de forma mais rápida (42,45 %) que o observado no grupo de animais puros (45,10 %). Com isso, observa-se que como nesse grupo a fase final da espermatogênese se processa de forma mais rápida, uma maior quantidade de espermatozoide pode ser liberada em menor tempo.

Não houve diferença estatística para a população de espermatogonias, nem houve diferença na população de células de Sertoli por seção transversal do túbulo seminífero, e o valor destas últimas foi maior do que em ovinos SRD (8,3) (Martins et al. 2008). Em outro estudo com ovinos Santa Inês, McManus et al. 2010, observaram a proximidade dos valores obtidos neste trabalho com a encontrada na estação chuvosa (10,44).

Os carneiros mestiços apresentaram menor número de espermatócitos primários em pré-leptóteno/leptóteno e em paquíteno, quando comparados aos da raça Santa Inês, estando os valores obtidos para estes últimos dentro dos limites encontrados em ovinos por Carrijo Júnior et al. (2008) (24 a 28). Entretanto, o número de espermátides arredondadas não diferiu estatisticamente para mestiços ($84,73 \pm 24,02$) em relação à Santa Inês ($84,82 \pm 22,34$). A avaliação do rendimento da espermatogênese contribui para melhor esclarecer este processo na avaliação dos grupos raciais estudados aqui.

O coeficiente de mitoses estabelece o grau de perda celular ocorrido durante essa fase e apesar de não variar entre as raças revelou-se abaixo do encontrado na literatura para

ovinos (1,78 e 1,90) (Rodrigues et al. 2016), sem e com bipartição escrotal, respectivamente. No entanto, esse rendimento aproximou-se ao relatado em caprinos com grau de 50% de bipartição escrotal (1,1%) e os que não possuem essa característica morfológica (1,11%) (Machado Júnior et al. 2012). Como se percebe, as perdas celulares ocorreram de maneira acentuada nessa fase, resultando em um menor número de espermatogônias.

Como se percebe, as perdas celulares ocorreram de maneira muito acentuada nessa fase, resultando em um menor número de espermatogônias. Porém, é bem estabelecida na literatura que estas perdas são densidade-dependente, e que limitam a quantidade de células que entrarão no processo de meiose regulando a quantidade celular que pode ser suportada pelas células de Sertoli, além de eliminar as células defeituosas (De Rooij & Lok 1987, Sharpe 1994).

A quantidade equiparada de espermátide arredondada observada nas duas raças refletiu no cálculo da eficiência espermatogênica desses animais, onde os mestiços obtiveram uma maior quantidade de espermátide arredondada por paquíteno ($3,98 \pm 1,28$) e uma maior quantidade de espermátide arredondada por espermatogônia ($3,71 \pm 1,02$), que corresponde ao rendimento ou índice meiótico e rendimento geral da espermatogênese, respectivamente. Evidenciando um maior percentual de perda celular para o grupo de animais puros. Na maioria dos animais domésticos essas perdas estão estimadas entre 60 e 90 % (França & Russell 1998).

Para alguns autores, as perdas celulares ocorrem principalmente por apoptose de forma mais acentuada nas espermatogônias e espermatócitos (Santos 1999, Young et al. 2001), outros observaram a relação dessas perdas a fatores como variações hormonais relacionados à fotoperíodo (Lincoln 1989, Young & Nelson 2001), mudanças de secreção de FSH (Furuta et al. 1994) e até mesmo restrições alimentares (Nelson et al. 1992). Johnson et al. (1991) relataram que em carneiros as perdas das células germinativas podem chegar a 50% da capacidade de produção espermática. No presente caso, é possível que fatores intrínsecos, hormonais, relacionados ao animal tenham provocado interferência, acarretando essas perdas nesse ponto da espermatogênese.

Os mestiços de Santa Inês e Dorper também apresentaram um melhor rendimento geral da espermatogênese, índice que avalia o processo espermatogênico de forma generalizada. Possivelmente as características genéticas adquiridas com a mestiçagem tenham trazido benefícios para a espermatogênese nesses animais, através da junção das características dos ovinos Santa Inês e dos Dorper, fato que pode ser constatado através da

pesquisa de Maia et al. (2011), comparando os mesmos genótipos verificou que os mestiços possuem sêmen de boa qualidade e com menor quantidade de defeitos espermáticos, comparados com animais puros da raça Doper e Santa Inês.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o cruzamento racial permite o aparecimento de diferenças entre os animais Santa Inês e mestiços de Santa Inês/Dorper, bem observadas no rendimento geral da espermatogênese, das quais se pode apontar que o cruzamento entre os animais Santa Inês e Dorper permite ganho reprodutivo, que associado com o ganho produtivo observado na literatura, indica uma boa opção de cruzamento para gerar animais mais adaptados a regiões que apresentem condições climáticas semelhantes à observada nesse experimento e, sobretudo, que expressem bom desempenho reprodutivo.

REFERÊNCIAS

- Abercrombie M. 1946. Estimation of nuclear population from microtome sections. *Anatomical Records*. 92:239-247.
- Almeida L.M., Weiss R.R., Castro C.S. & Büchele, J. 2000. Quantificação histológica da espermatogênese em ratos Wistar tratados com dimetil sulfoxido. *Arch. Vet. Sci.*, 5:129- 135.
- Amann R.P.A. & Almquist J. 1962. O. Reproductive capacity of dairy bull. VIII. Direct and indirect measurement of testicular sperm production. *Journal Dairy Science*. 45:774-781.
- Amann R.P. 1970. Sperm production rates. In: Jonhson, A. D., Gomes, W. R., VanDemark, N. L. (eds). *The testis*. New York: Academic Press, 1:433-482.
- Andreussi P. A. T., Costa D.S., Faria F.J.C., Fernandes C.A.C. & Guimarães J.D. Efficiency of the Spermatogenesis in Zebu Bulls (*bos taurus indicus*) 2014. In: *Anatomia, Histologia, Embryologia, Journal of Veterinary Medicine*. 43:133-140.

- Assis-neto A.C., Melo M.I.V., Carvalho M.A.M., Miglino M.A., Oliveira M.F., Ambrósio C.E., Silva S.M.M.S., Blasquez F.X.H., Papa P.C. & Kfoury Júnior, J.R. 2003. Quantificação de células dos tubules seminíferos e rendimento da espermatogênese em cutias (*Dasyprocta aguti*) criadas em cativeiro. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci., 40:175-179.
- Carijo Junior O. A., Lucci C. M., McManus C., Louvandini H., Martins R. D. & Amorim C. A. 2008. Morphological evaluation of the testicles of young Santa Inês rams submitted to different regimes of protein supplementation and drenching. Ciên. Ani. Bras. (UFG), 9:433-441.
- Castro A.C.S., Bernedson W.E. & Cardoso, F.M. 1997. Cinética e quantificação da espermatogênese: bases morfológicas e suas aplicações em estudos da reprodução de mamíferos. Rev. Bras. Reprod. Anim., 21:25-34.
- Costa D.S., Henry M. & Paula T.A.R. 2004. Espermatogênese de cateto (*Tayassu tajacu*). Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 56:46-51.
- De Rooij D. G. & Lok, D. 1987. Regulation of the density of spermatogonia in the seminiferous epithelium of the Chinese hamster: II. Differentiating spermatogonia. The Anatom. Rec., 217:131-136.
- Elias H., Hennig A. & Schwartz D.E. 1971. Stereology applications to biomedical research. Physiological. Rev. 51:158-200.
- França L.R. & Russell L.D. 1998. The testis of domestic animals. In: Martinez-Garcia F. & Regadera J. (Eds), Male Reproduction: a multidisciplinary overview. Churchill Livingstone, Madrid. 197-219.
- Furuta I. et al. 1994. Photoperiod regulates testis cell apoptosis in Djungarian hamsters. Biol. of Reprod., 51:1315-1321.

- Instituto Nacional de Meteorologia – INMET/BEDMEP. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em 19 de Abril de 2016.
- Johnson L. 1991. Spermatogenesis. In: *Reproduction in domestic animals*. 4.ed. CUPPS, P. T. (ed), New York: Academic Press, 456p.
- Lincoln G.A. 1989. Seasonal aspects of testicular function. In: Johnson A. D., Gomes W.R. & Vandemark, N.L. (Eds.). *The testis*. New York: Academic Press.
- Machado Júnior A.A.N., Miglino M. A., Meneses D. J. A., Assis Neto A. C., Leiser, R., Silva R. A. B. & Carvalho, M. A. M. 2009. Influence of the bipartite scrotum on the testicular and scrotal temperatures in goats. *Pesq. Vet. Bras.*, 29:797-802.
- Machado Junior A.A.N., Oliveira L.S., Assis Neto A.C., Alves F.R., Miglino M.A. & Carvalho M.A.M. 2012. Spermatogenesis in goats with and without scrotum bipartition. *Anim. Reprod. Sci.* 130:42-50.
- Marai I.F.M., El-Darawany A.A., Fadiel A. & Abdel-Hafez M.A.M. 2008. Reproductive performance traits as affected by heat Stress and its alleviation in sheep: a review. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 8:209– 234.
- Martins J.A.M., Souza C.E.A., Campos A.C.N., Aguiar G.V., Lima A.C.B., Araújo A.A., Neiva J.N.M. & Moura A.A.A. 2008. Biometria do trato reprodutor e espermatogênese em ovinos sem padrão racial definido (SPRD). *Arch. Zootec.* 57:553-556.
- Maia M.S., Medeiros I.M. & Lima C.A.C. 2011. Características Reprodutivas de Carneiros no Nordeste do Brasil: parâmetros seminais. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, 35:175-179.
- McManus C., Sasaki L.C.B., Louvandini H., Dias L.T., Teixeira R.A., Alves J.M., Lucci C.M., Marsiaj P.H.P. & Murata L.S. 2010. Avaliação Histológica dos Testículos de

- Ovinos da Raça Santa Inês Nascidos em Diferentes Estações do Ano. *Revista Ciência Rural*. 40:396-402.
- Nelson R.J. Kita M. Blom J.M. & Rhyne-Grey J. 1992. Photoperiod influences the critical caloric intake necessary to maintain reproduction among male deer mice (*Peromyscus maniculatus*). *Biol. of Reprod.*, 46:226-232.
- Nunes A.K.R., Gouveia B.B., Matos M.H.T., Pires I.C., Franzo V.S., Faria M.D. & Gradela A. 2013. Análise morfológica e funcional do processo espermatogênico em cobaias (*Cavia porcellus*) da pré-puberdade até a pós-puberdade. *Pesq. Vet. Bras.* 33:1-7.
- Pacheco A. & Quirino C. R. 2010. Comportamento sexual em ovinos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 34:87-97.
- Paula T.A.R., Costa D.S. & Matta S.L.P. 2002. Avaliação Histológica Quantitativa dos Testículos de Capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) Adultas. *Biosc J.* 18:121-136.
- Queiroz G.C. & Cardoso F.M. 1989. Avaliação histológica do rendimento da espermatogênese de carneiros deslanados adultos. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 13:99-108.
- Rodrigues R.T.G.A., Santos J.R.S., Azerêdo L.M.S., Rocha E.F., Carvalho M.A.M., Portal M.J.I.D., Sousa O. B. & Menezes D.J.A. 2016. Influence of scrotal bipartition on spermatogenesis yield and Sertoli cell efficiency in sheep. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 36:258-262.
- Salgueiro, C.C. de M. Estudo de Características Testiculares e Espermáticas de Ovinos da Raça Santa Inês. 2000. Especialização (Curso de Especialização em Ovinocultura) Universidade Federal de Alagoas (UFAL).
- Santos J.D.F., Eufrazio R.O., Pinheiro G.F.M., Alves F.R., Carvalho M.A.M. & Machado Júnior A.A.N. 2015. [Influence of the year's season on the testicular structure in sheep

- bred in southern Piauí, Brazil.] Influência da estação do ano do ano sobre a estrutura testicular em ovinos criados no sul do Estado do Piauí. *Pesq. Vet. Bras.* 35:933-939.
- Santos R.L. 1999. Morte celular por apoptose no testículo. *Rev. Bra. Reprod. Anim.*, 23:486-499.
- Sharpe R.M. 1994. Regulation of spermatogenesis. In: Knobil, E. & Neil, J.D. (Ed.). *The physiology of reproduction*. 2 ed. New York: Raven Press, 1363-1434.
- Souza C.E.A. 2003. Avaliação da função reprodutiva de carneiros santa inês durante o primeiro ano de vida - desenvolvimento testicular, produção espermática e proteínas do plasma seminal. Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal do Ceará, 160p.
- Sousa F.M.L. 2010. Estudo das características do aparelho reprodutivo, epitélio seminífero e mapas eletroforéticos biodimensionais do plasma seminal de carneiros morada nova. Dissertação Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, CE. 50p.
- Viu M.A.O., Oliveira Filho B.D., Lopes D.T. Viu A.F.M. & Santos K.J.G. 2006. Fisiologia e Manejo Reprodutivos de Ovinos: Revisão. *Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, Goiás*, 1:79-98.
- Wrobel K.H., Reichold J. & Schimmel, M. 1995. Quantitative morphology of the ovine seminiferous epithelium. *Annals of Anatomy*. 177:19-32.
- Young K.A., Nelson R.J. 2001. Mediation of seasonal testicular regression by apoptosis. *Reprod.*, 122:677-685.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas são as pesquisas no âmbito da reprodução que procuram esclarecer o processo espermatogênico nos animais sob diversas condições experimentais. À medida que as raças de animais são introduzidas nos rebanhos, espera-se que estas expressem ao máximo o seu potencial, e em resposta às necessidades do conhecimento reprodutivo, das duas raças estudadas nesse trabalho, foi proposto aqui um estudo comparativo por meio de avaliação morfométrica e histológica dos testículos de carneiros, bem como, realizou-se a quantificação celular e análise das razões destas, para verificar alterações na espermatogênese.

A partir do cruzamento de diferentes raças de animais, surge uma maior necessidade de pesquisas sobre os novos genótipos. Os mestiços de Santa Inês e Dorper reúnem excelentes atributos, dentre esses, os reprodutivos, adquiridos das suas raças precursoras, e apesar de muito difundidas na região Nordeste, os mestiços têm sido pouco estudados quanto ao potencial de produção de células germinativas. A raça Santa Inês aos poucos vai ganhando espaço em pesquisas desta natureza. O que se percebe é que são raças que possuem características reprodutivas muito próximas e por essa razão, mais estudos precisam ser feitos para fortalecer o conhecimento reprodutivo desses animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR G. V.; ARAUJO A. A.; MOURA A. A. A.; Desenvolvimento testicular, espermatogênese e concentrações hormonais em touros Angus. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n. 4, p. 1629-1638, 2006.

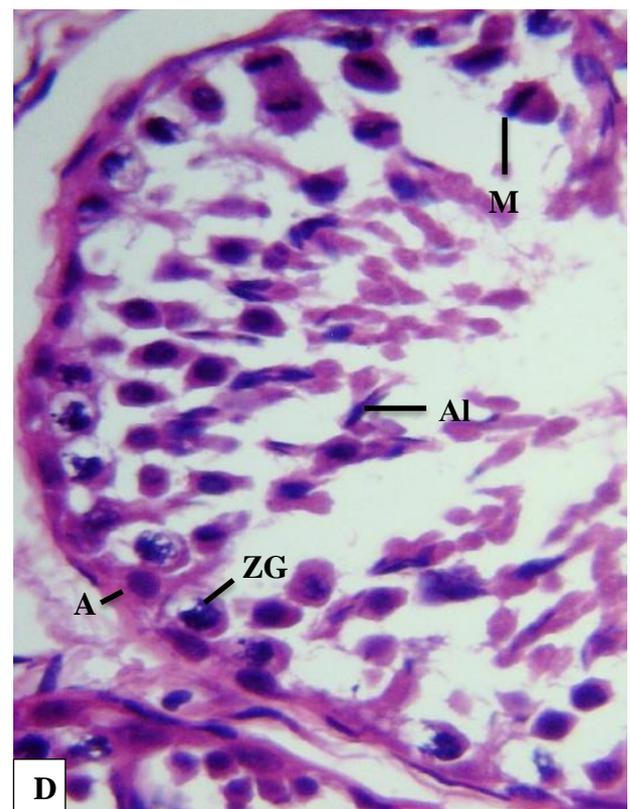
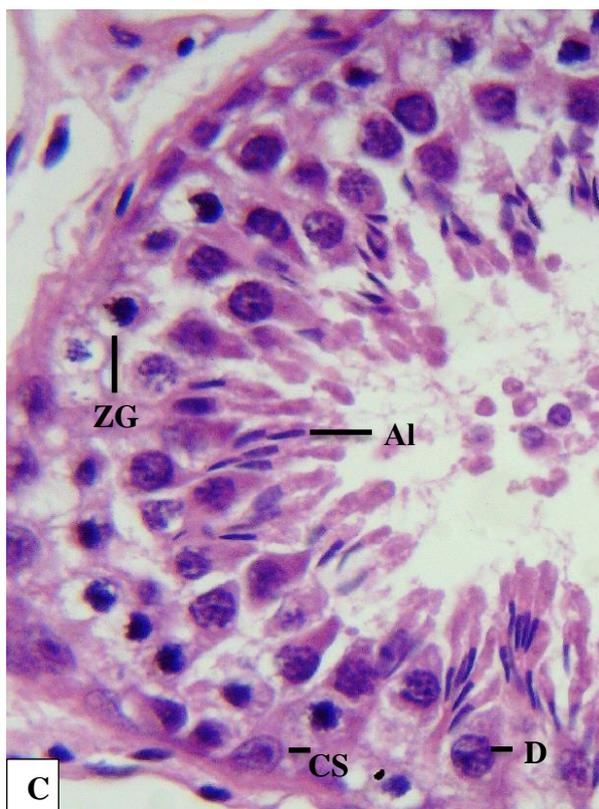
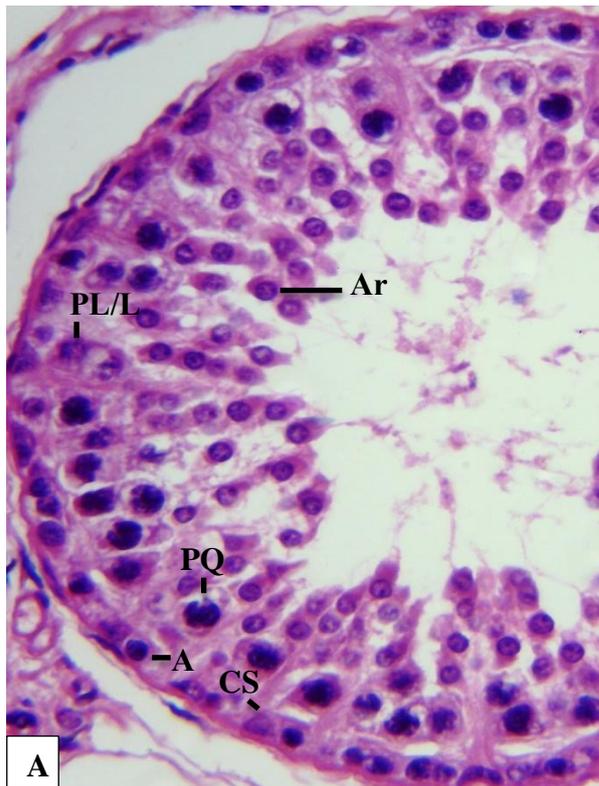
CARDOSO, D.L. Puberdade em Caititus (*Tayassu tajacu*): Estudo da Espermatogênese em diferentes faixas etárias. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, 2009.

FRANÇA L.R.; RUSSELL L.D. The testis of domestic animals. In: Martinez-Garcia F. & Regadera J. (Eds), **Male Reproduction: a multidisciplinary overview**. Churchill Livingstone, Madrid. , p.197-219, 1998.

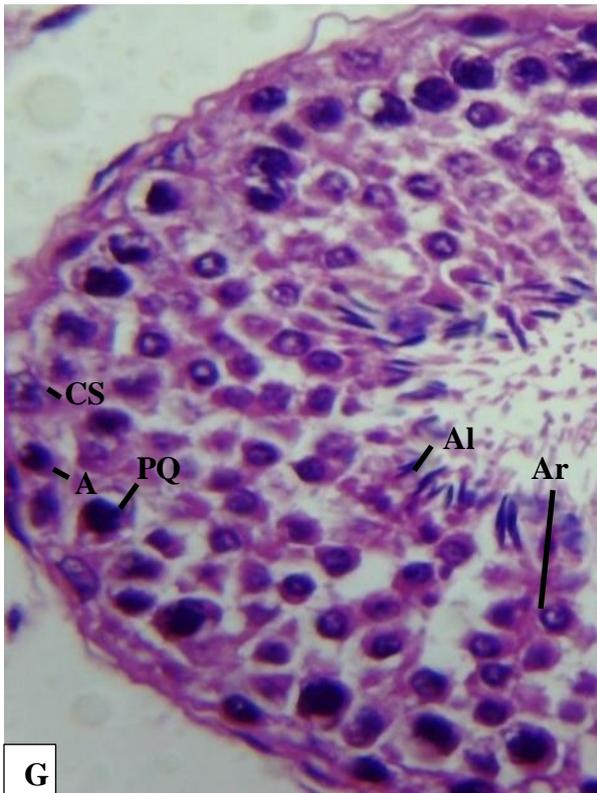
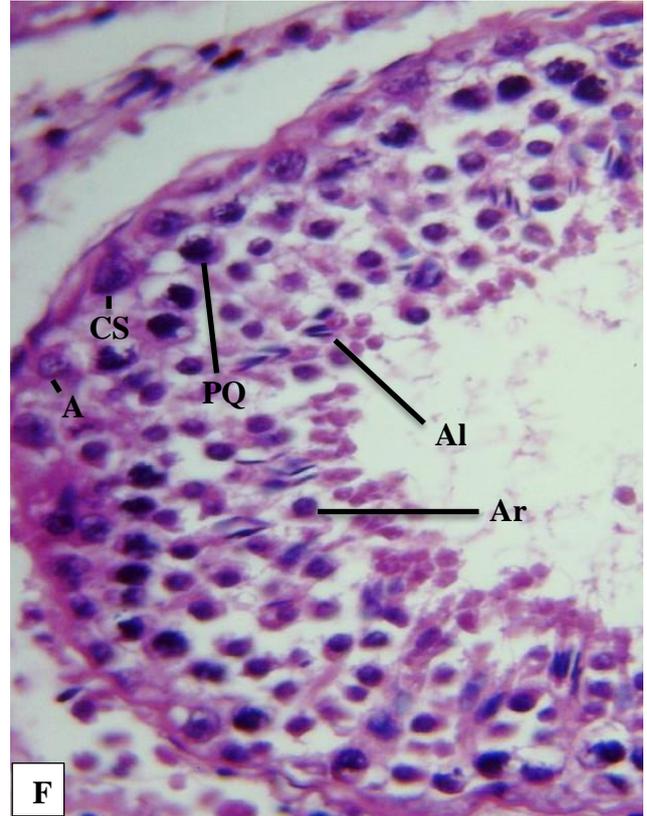
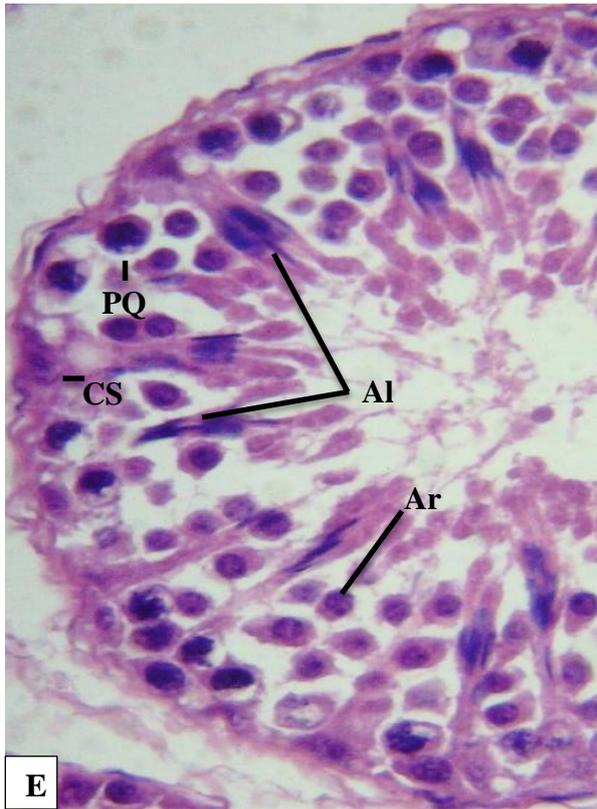
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE, 2012) Produção Pecuária Municipal: **Tabela 4 - Efetivo dos rebanhos de médio porte em 31.12, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação – 2010**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 03 de Outubro de 2014.

PACHECO A.; QUIRINO C. R. Comportamento sexual em ovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.34, p.87-97, 2010.

ANEXOS



Fotomicrografia dos testículos de ovinos em corte transversal (400X). Evidenciam-se os estádios 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D) do ciclo do epitélio seminífero. Notam-se espermatogônias (A), espermatócitos primários em pré-leptóteno/leptóteno (PL/L), zigóteno (ZG), paquíteno (PQ), diplóteno (D), espermátides arredondadas (Ar) e alongadas (Al), núcleos de células de Sertoli (CS) e figuras de divisão meiótica (M), em associações celulares. Coloração: Hematoxilina-Eosina.



Fotomicrografia dos testículos de ovinos em corte transversal (400X). Verificam-se os estádios 5 (E), 6 (F), 7 (G) e 8 (H). Verifica-se as espermatogônias (A), espermatócitos primários em paquíteno (P), espermátides arredondadas (Ar) e alongadas (Al), núcleos de células de Sertoli (CS) e corpos residuais (Cr). Coloração: Hematoxilina-Eosina.

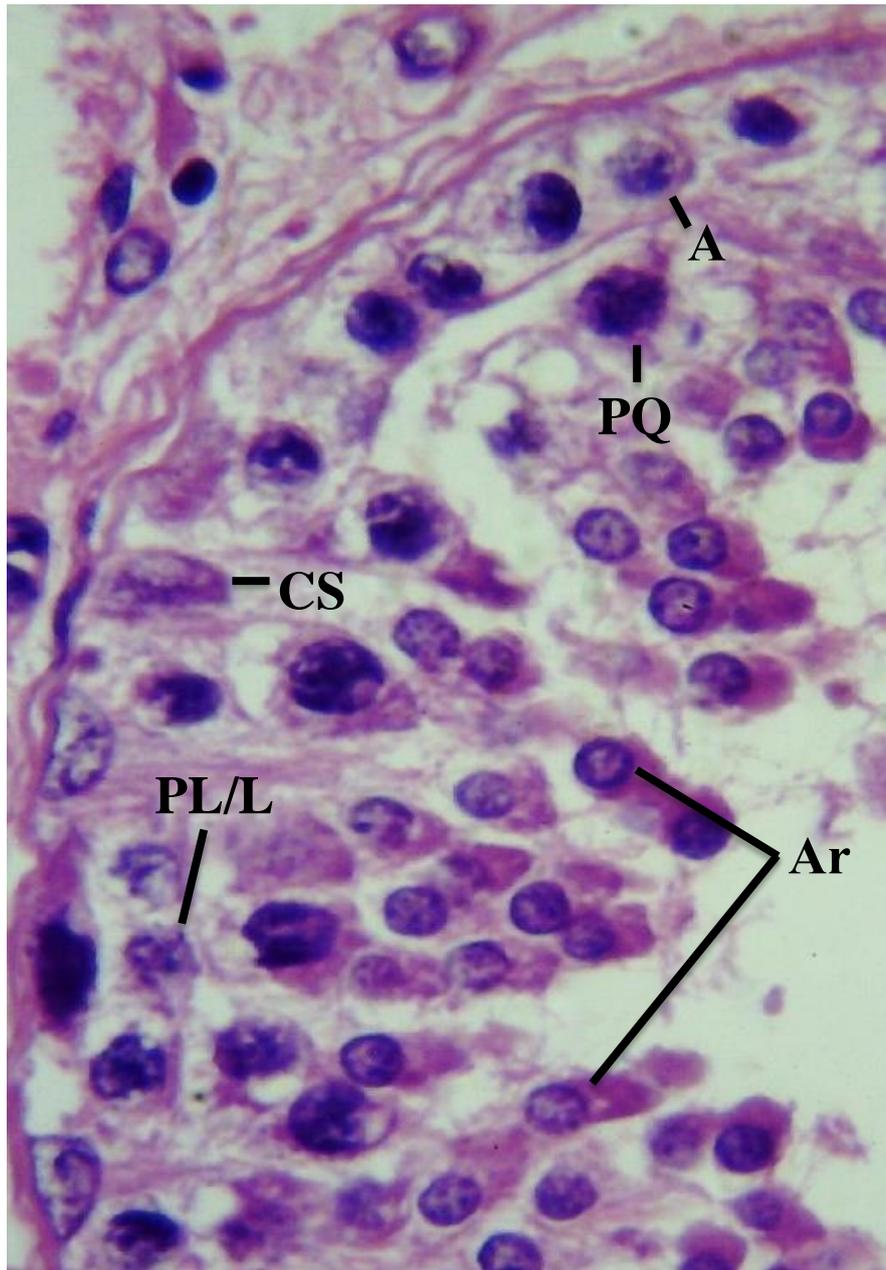


Figura 2. Fotomicrografia dos testículos de ovinos, em corte transversal (400X), evidenciando os tipos celulares presentes no estágio 1 do Ciclo do Epitélio Seminífero: espermatogônias (A), espermatócitos primários em pré-leptoteno/leptóteno (PL/L), espermatócitos primários em paquíteno (PQ), espermatídes arredondadas (Ar) e núcleolo das células de Sertoli (CS). Coloração: Hematoxilina-Eosina.



Figura 3. Fotomicrografia dos testículos de ovinos, em corte transversal mostrando a mensuração de diâmetro tubular e altura de epitélio, com auxílio de ocular micrométrica em aumento de (400x).

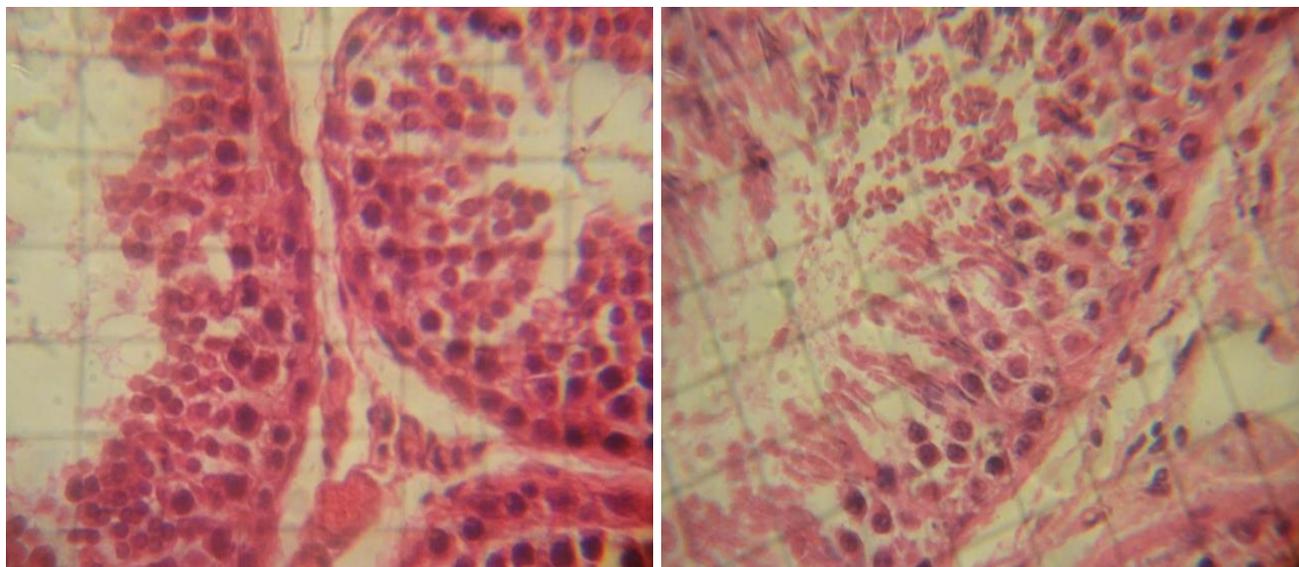


Figura 4. Fotomicrografia dos testículos de ovinos, em corte transversal (A e B). Observam-se as linhas de intersecção no retículo de contagem necessárias para determinar a proporção volumétrica dos compartimentos testiculares (400x).

