



Universidade Federal Rural de Pernambuco
Programa de Pós-graduação em Biociência Animal
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal

**AVALIAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO NO PARÊNQUIMA TESTICULAR E
CONCENTRAÇÃO SÉRICA DE TESTOSTERONA, T3 E T4 EM OVINOS ALIMENTADOS
COM DIFERENTES TIPOS DE PALMA FORRAGEIRA**

Discente: Giselle Woolley Cardoso da Silva

Orientador: Prof. Dr. Valdemiro Amaro da Silva Júnior

RECIFE

2018

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Programa de Pós-graduação em Biociência Animal
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal

Giselle Woolley Cardoso da Silva

**AVALIAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO NO PARÊNQUIMA TESTICULAR E
CONCENTRAÇÃO SÉRICA DE TESTOSTERONA, T3 E T4 EM OVINOS ALIMENTADOS
COM DIFERENTES TIPOS DE PALMA FORRAGEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Biociência Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção do grau de Mestre em Biociência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Valdemiro Amaro da Silva Júnior

RECIFE

2018

Giselle Woolley Cardoso da Silva

**AVALIAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO NO PARÊNQUIMA TESTICULAR E
CONCENTRAÇÃO SÉRICA DE TESTOSTERONA, T3 E T4 EM OVINOS ALIMENTADOS
COM DIFERENTES TIPOS DE PALMA FORRAGEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de
Biotecnologia Animal da Universidade Federal
Rural de Pernambuco, como pré-requisito para
obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia
Animal.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Valdemiro Amaro da Silva- Orientador
Departamento de Medicina Veterinária – UFRPE

Profº Drº Pierre Castro Soares
Departamento de Medicina Veterinária – UFRPE

Profº Drº Huber Rizzo
Departamento de Medicina Veterinária – UFRPE

Drº Cleyton Charles Dantas de Carvalho
Departamento de Medicina Veterinária – UFRPE

**Recife,
2018**

Agradecimentos

A Deus e meus guias espirituais, que me guiaram da melhor maneira para chegar a todas as vitórias da minha vida, me livrando dos males do caminho e das pessoas.

Agradeço aos meus pais, que mesmo não estando presentes fisicamente, por formarem meu alicerce sempre me ensinando a valorizar o conhecimento, pessoas que me acompanharam na jornada e me manter uma pessoa honrada. Das etapas que galguei, apenas em minha aprovação no vestibular pude receber o abraço deles em comemoração, gostaria de poder abraça-los e sentir novamente o carinho deles em mais uma etapa concluída, como não é possível, sigo tentando ser uma pessoa a qual eles sentiriam orgulho.

Agradeço ao meu orientador Valdemiro Amaro que, mesmo sem me conhecer, me recebeu de braços abertos por acreditar que todos precisavam apenas de uma oportunidade, pelas orientações e aprendizado. Sem ele nada disso estaria sendo realizado.

À Seu Vicente (Jacaré) por seu apoio, carinho, atenção e zelo independente dos ocorridos. Aos meus amigos Gessika Cristina, Silvestre Jr, Diogo Jorge, Rodolpho Felype, Luiza Trindade, Wanessa Oliveira, Kérol Souto, João Paulo (Beee) por serem a família que adotei, e que mesmo na briga (como toda família) vocês não me abandonaram, vocês são importantes em minha na minha vida. A Edi por sempre está me dizendo que sou ótima e acreditando mais em mim do que eu mesma e as ajudas com o Excel que recebi além de sua companhia.

Aos tios que a vida me deu Tio Tito e Tia Kátia, que sempre me receberam como parte integrante da família, me hospedando, puxando minha orelha e se orgulhando de mim, amo vocês. Tenho por vocês o mesmo respeito e consideração que tive a meus pais. Falando em Hospedagem, não posso deixar de agradecer a meu amigo de laboratório e, agora mais que nunca, da vida toda Alluanan Adelson (Amorzinho). Pelas noites acordados fazendo estatística, discussão, rindo, bebendo, dançando, estudando e pesquisando. Sou muito grata por tê-lo em minha vida, você foi um instrumento indispensável para meu desenvolvimento científico e me trouxe amigos que hoje tenho como meus também. Você está intimado em permanecer sendo meu aquariano para sempre.

Agradeço a meus amigos de Laboratório Fabiana Félix, Katharyne Fagundes, Kelly Amâncio, Suellen (a adotada), Simone Regina, Jéssica Santana pelas trilhas sonoras, paródias, venenos. Mas principalmente por nunca se negarem a ajudarem uns aos outros, tenho orgulho de poder fazer parte dessa equipe.

Sou muito grata e apaixonada pela UFRPE onde terminei minha graduação e mestrado e a todos seus componentes que na sua grande maioria sempre foram solícitos e cordiais comigo. Agradece a FACEPE pelo financiamento do meu mestrado, permitindo que eu pudesse me dedicar exclusivamente a ele.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei;
não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. ”

Chico Xavier

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes tipos de palma forrageira no estresse oxidativo testicular, no perfil endócrino e no parênquima testicular de ovinos machos. Trinta e dois ovinos machos (oito meses de idade) com padrão racial não definido foram utilizados no estudo. O protocolo experimental foi aprovado pelo comitê de ética (n ° 053/2015). Os animais foram alimentados com dieta à base de feno de capim-elefante (GCE) ou substituição parcial por palma forrageira miúda (GPM), orelha de elefante mexicana (GOEM) e IPA Sertânia (GIP) durante 63 dias. No dia da eutanásia, os testículos foram retirados, fixados em glutaraldeído a 4%, submetidos ao processamento histológico da resina e corados pelo azul de toluidina. Em seguida, foram realizadas análises histológicas e morfométricas testiculares. Os animais do grupo IPA Sertânea apresentaram aumento de peso corporal ($p < 0,001$). Entretanto, o mesmo grupo apresentou redução na altura do epitélio (GCE $p < 0,001$; GOEM $p < 0,001$; GPM $p < 0,001$), diâmetro tubular (GCE $p < 0,001$; GOEM $p < 0,001$; GPM $p = 0,002$) e área tubular ($p < 0,001$). Todos os grupos apresentaram degeneração no epitélio germinativo, mas o grupo alimentado com capim-elefante apresentou maior intensidade nas lesões que os demais. Os níveis de testosterona foram maiores ($p = 0,025$) no GOEM, GPM e GIP do que no grupo GCE. O uso de palmito Míuda ($p = 0,002$) e IPA sertania ($p = 0,032$) na ração foi eficiente no aumento dos níveis de T3 em relação ao GEC. Os níveis de T4 foram aumentados no GPM quando comparado ao GEC ($p = 0,005$). De acordo com a análise do estresse oxidativo, os níveis de catalase foram aumentados no GPM em relação aos demais tratamentos (GCE $p = 0,002$; GOEM $p = 0,005$; GIP $p = 0,035$). Os níveis de malondialdeído foram maiores no GEC ($p = 0,006$) e GPM ($p = 0,008$) do que no grupo GIP. Em geral, os animais alimentados com palma forrageira apresentaram melhores resultados em análise quantitativa e qualitativa. Assim, as degenerações não podem ser atribuídas às dietas. No entanto, a palma forrageira foi eficaz na criação de mecanismos metabólicos para proteção do parênquima testicular

Palavras-chave: Palma forrageira, degeneração testicular, morfometria, testosterona, Nopalea e Opuntia

Abstract

The aim of this study was evaluate the influence of different types of forage palm in testicular oxidative stress, endocrine profile and testicular parenchyma of male sheep. Thirty-two male sheep (eight months old) with racial pattern non-defined were used in study. The experimental protocol was approved by ethics committee (n° 053/2015). The animals were fed with diet based on elephant grass hay (GCE) or partial replacement by MIÚDA forage palm (GPM), orelha de elefante mexicana (GOEM) e Ipa Sertânia (GIP) during 63 days. On the day of euthanasia, the testis were removed, fixed in glutaraldehyde 4%, submitted to histological resin processing and stained by toluidine blue. After this, were made testicular histological and morphometric analysis. The animals of IPA sertania group has increased body weight ($p < 0.001$). However, the same group has reduction on epithelium height (GCE $p < 0.001$; GOEM $p < 0.001$; GPM $p < 0.001$), tubular diameter (GCE $p < 0.001$; GOEM $p < 0.001$; GPM $p = 0.002$) and tubular area ($p < 0.001$). All the groups showed degeneration in the germinative epithelium, but the group fed with elephant grass had greater intensity in the lesions than the others. Testosterone levels were higher ($p = 0.025$) in GOEM, GPM and GIP than GCE group. The use of palm Míuda ($p = 0.002$) and IPA sertania ($p = 0.032$) in the diet was efficient on increase of T3 levels compared to GEC. T4 levels were increased in GPM when compared to GEC ($p = 0.005$). According to oxidative stress analysis, catalase levels were increased in GPM in relation to others treatments (GCE $p = 0.002$; GOEM $p = 0.005$; GIP $p = 0.035$). Malondialdehyde levels were higher in GEC ($p = 0.006$) and GPM ($p = 0.008$) than GIP group. Generally, the animals fed with forage palm showed better results in quantitative and qualitative analysis. Thus, the degenerations cannot be attributed on the diets. Nevertheless, the forage palm was effective to create metabolic mechanisms to protection of testicular parenchyma.

Keywords: Forrage Palm, Testicular degeneration, Morphometry, Testosterone, Nopalea and Opuntia

Sumário

1 Introdução.....	06
2 Revisão	
Bibliográfica.....	07
2.1 Importância da criação de ovinos no Brasil	07
2.2 Reprodução de ovinos.....	11
2.3 Estrutura do Testículo e espermatogênese.....	13
2.4 Importância da Palma Forrageira.....	14
2.5 Opuntia spp.....	17
2.6 Nopalea spp.....	19
2.7 Estresse Oxidativo	19
2.7.1 Lipoperoxidação.....	22
2.7.2 Defesa Antioxidante.....	23
2.7.3 Superóxido Dismutase (SOD).....	23
2.7.4 Catalase (CAT).....	24
2.7.5 Glutathiona reduzida (GSH).....	24
2.7.6 Glutathiona Redutase (GR).....	25
2.7.7 Glutathiona Peroxidase (GPx).....	25
2.7.8 α Tocoferol (Vitamina E).....	26
2.7.9 Palma forrageira e sua atividade antioxidante.....	26
3 Objetivos.....	27
3.1 Objetivo Geral.....	27
3.2 Objetivos específicos.....	27
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4.1 Local do Experimento.....	28
4.2 Animais.....	28
4.3 Índice Gonadossomático.....	29
4.4 Peso testicular, epididimário e biometria testicular.....	29
4.5 Eutanásia dos animais.....	29

4.6	Processamento histológico dos testículos.....	30
4.7	Histomorfometria testicular.....	30
4.8	Níveis séricos de testosterona.....	31
4.9	Níveis séricos DA T3 E T4.....	32
4.10	Análise Estatística.....	32
4.11	Resultados.....	32
5.	Discussão.....	38
6.	Conclusão.....	40
7.	Referências.....	41

Introdução

A palma forrageira foi introduzida no Brasil com intuito de produção de corante carmim, sendo desconhecida sua cultura agrícola, era cultivada em locais que apresentavam solos mais inférteis. Pertence à família das cactáceas, plantas conhecidas por sua capacidade em reter líquido, esta característica fez com que a mesma fosse utilizada na ovinocultura, por apresentar uma reserva estratégica de nutrientes e água nos períodos de estiagem, sendo o Brasil o maior produtor de palma forrageira do mundo (SANTOS et. al. 2006).

Várias pesquisas confirmam que a utilização da palma do gênero *Opuntia*, no âmbito nutricional, influencia de forma positiva no balanço iônico, dietético e fisiológico, no entanto quase não são realizadas pesquisas de âmbito reprodutivo. Em ovinos, assim como em outras espécies, a nutrição se relaciona diretamente com a estrutura do parênquima testicular e a eficiência do processo espermatogênico (MARTIN & WALKDEN-BROWN, 1995). Desta maneira, compreender como diferentes tipos de dieta influenciam o trato reprodutivo destes animais é fundamental para o desenvolvimento econômico.

A palma forrageira apresenta propriedade analgésica e anti inflamatória, anti tumoral, usado no tratamento de diabetes, reduzem o colesterol, apresenta vários antioxidantes entre eles ácido ascórbico, cisteína, carotenoides, flavonoides, utilizado no tratamento de úlceras, reduzem a atividade antiviral, apresenta efeito imunomodulador, intensifica a função das plaquetas, efeito de neuroproteção, inibição da monoamino – oxidase, ajuda na cicatrização e apresenta efeito espermatogênico testado em ratos. (CHAUHAN SP et al. 2010).

O Nordeste é o 3º maior criador de ovinos do Brasil, sendo esta atividade uma das principais fontes de renda da região do semiárido (IBGE, 2012), apresentando grande potencial como exportador, sendo o maior impasse a dificuldade em aumentar a produtividade do rebanho para que atinja um número necessário para suprir o consumo interno e externo (BARROS, 2008).

Neste sentido, este trabalho tem por objetivo a influência de diferentes tipos de palma forrageira (Orelha de elefante Mexicana, IPA Sertânia e Miúda), utilizadas na alimentação de ovinos sobre a função do sistema reprodutor masculino, analisando possíveis modificações estruturais e fisiológicas.

Revisão Bibliográfica

Os ovinos foram uma das primeiras espécies domesticadas no Brasil, devido a pluralidade de possibilidades que oferecem ao seu criador. Sendo utilizado na alimentação, dispendo na produção de carne e leite, afora apresenta matéria prima para produção de agasalhos por meio das fibras de lã (SHIBATA,2018). Segundo De Aquino et al (2016) o semiárido nordestino é onde ocorre a maior tendência do aumento de agronegócio da região sequeira, devido a capacidade destes animais se adaptarem ao clima e alimentação e por representarem um meio de renda e trabalho aos criadores das regiões (MORAES NETO *et al.* 2003, Da Rocha et al., 2016).

Os ovinos apresentam um ciclo reprodutivo rápido de 10 meses (5 meses de gestação e 5 meses de cria e recria) o que torna a ovinocultura garantia de retorno econômico. (DA ROCHA et al., 2016). A raça Santa Inês é a mais comum encontrada no Nordeste Brasileiro, devido a sua rusticidade, menor vulnerabilidade a parasitos, alta prolificidade, alta eficiência reprodutiva e não apresenta ciclos estacionais, ou seja, observa-se cio durante todo o ano (BUENO et al., 2000).

O Brasil apresenta uma baixa oferta para consumo de carne ovina, mesmo sendo um país promissor para exportação, já que atende diversos requisitos necessários como grande área verde, grande expansão de área para agropecuária, clima tropical, mão de obra barata, produzindo animais a baixo custo (DA SILVA GONÇALVES et al. 2017). Com tais características, o Brasil mostra ter potencial para competir com os países de maior potencialidade mundial em produção de carne Ovina como a China, Índia e Nova Zelândia, contudo o Brasil ainda importa carne Ovina de outros países por não atender a demanda interna (MADRUGA et al. 2005).

O nordeste Brasileiro, se mostra como um forte concorrente na exportação de ovinos para os Emirados Árabes, devido a menor distância entre os portos de Recife e Dubai, se comparado a distância até a Austrália, principal país exportador de ovinos vivos. No entanto, faz-se necessário o aumento no número de rebanhos e a melhoria na qualidade dos animais (BARROS, 2008). Um dos fatores que mais afeta a produção é falta de crédito, manejo inadequado dos animais e baixo nível de pastagens oferecidas (OLIVEIRA ET AL., 1995), bem como a baixa taxa de desfrute vem sido descrita a décadas em Pernambuco devido a problemas sanitários e manejo (ARAÚJO FILHO ET AL., 1999).

A ovinocultura ainda é vista por criadores de animais de grande porte como “teimosia de gente pobre”, levando ao descaso no manejo e oferta de pastagem (EMATER/EMPARN/ EMBRAPA CAPRINOS, 2006), no entanto devido a produção leiteira da caprinovinocultura (ARAÚJO FILHO ET AL., 1999) o semiárido nordestino apresenta grande possibilidade no crescimento do agronegócio animal em relação a agropecuária de sequeiro (SILVA ET AL., 2004).

A qualidade da carne pode ser analisada através de diversos parâmetros como higienização, apresentação, preparo e pela qualidade sensorial sendo esta percebidas pelos órgãos do sentido (SIQUEIRA et al., 2002; SAÑUDO, 1992). Hoje em dia o cuidado com o consumo de alimentos saudáveis está em maior evidência, é necessária uma carne de qualidade para agradar o mercado consumidor. As características sensoriais mais importantes na carne são cor, suculência, textura (dureza ou maciez), odor e sabor variando de acordo com a espécie, manejo pré e pós abate, castração, raça, tipo de dieta, peso de abate e idade, sendo a dieta o fator que influencia diretamente quase em todas as características sensoriais (COSTA et al. 2008; LEÃO et al. 2011).

Nutrição e Reprodução de Ovinos

Os pastos e forragens são de extrema importância na nutrição dos ovinos, principalmente em regiões de seca prolongada. Geralmente, o animal se alimenta de forragem do próprio ambiente onde vive, este cultivo serve para minimizar as longas caminhadas feita pelos animais evitando que percam peso (RIBEIRO et al,2018).

A média diária de ganho de peso pode variar de 50 a 200 gramas por cabeça ao dia sendo apontado em pesquisas que o uso da pastagem nativa em conjunto com forragens selecionadas, acabam levando a um aumento de peso, acarretando a um sucesso reprodutivo (ELOY et.al 2007).

A relação entre a nutrição e a taxa de desenvolvimento reprodutivo em ovinos provavelmente foi observada após a domesticação desses animais. No entanto a nutrição não afeta apenas a quantidade do tecido testicular, mas também o desenvolvimento dos gametas neste tecido (MARTIN & WALKDEN BROWN, 2004).

O “flushing”, um aumento nutricional em períodos que antecedem a monta, é responsável por aumentar taxa de ovulação entre as fêmeas (ABU EL-ELLA, 2006; SCARAMUZZI et al., 2006; AKÉ-VILLANUEVA et al., 2017). Apesar da maioria dos

estudos serem feitos relacionados a fêmea, a seleção do macho é de grande importância, já que um macho com alto desempenho reprodutivo pode servir a várias ovelhas num curto período de tempo, aumentando a disseminação de material genético e a pressão de seleção. Os fatores que devem ser analisados na escolha de um bom reprodutor é a qualidade seminal, desenvolvimento testicular e o comportamento sexual (PACHECO & QUIRINO 2010).

Os efeitos nutricionais podem afetar, inclusive, carneiros em desenvolvimento embriológico, já que estudos demonstram que fêmeas subnutridas apresentam uma prole com algum tipo de déficit no desenvolvimento gonadal e com receptores de hormônios envolvidos no desenvolvimento reprodutivo. (RAE M.T. et al. 2002a; GUNN et al., 1995; RHIND et al., 1998; DELIGEORGIS et al., 1996). Os fetos femininos produzidos numa gestação de fêmeas desnutridas, apresentam retardo no desenvolvimento folicular e uma gestação considerada de média a tardia (RAE et al., 2001), enquanto nos fetos masculinos é observado o aumento da produção de testosterona no início da gestação sendo sua sensibilidade ao GnRH reduzida em torno dos 115 dias de prenhez (RAE et al., 2002b).

A reprodução é um processo que necessita de grande quantidade de energia. Os mecanismos que controlam o equilíbrio energético estão intimamente ligados com a fertilidade. Desta forma, em ambos os sexos, o acesso a determinados tipos de alimentos é que irá manter o controle metabólico ideal para reprodução destes animais (MARTIN et al., 2008).

A capacidade de gerar e manter gametas normais e viáveis é intrínseca a capacidade de proteger e consumir energia em forma de alimentos. Quando se trata de alterações endócrinas, o controle metabólico, apetite e função reprodutiva estão estreitamente ligados. Mudanças energéticas e alterações endócrinas relacionadas ao apetite, podem alterar o feedback fazendo com que ocorra alterações no eixo hipotálamo-pituitário-gonadal (MAURYA et al. 2010).

Com o aparecimento da puberdade, tem início a atividade sexual tanto nos machos quanto nas fêmeas (BELIBASAKI e KOUIMTZIS, 2000; SNOWDER et al., 2002). O genótipo e fenótipo influenciam no aparecimento da puberdade, fatores como raça e idade (BELIBASAKI e KOUIMTZIS, 2000; SNOWDER et al., 2002, GARNER e HAFEZ, 2004), estacionalidade (ROSA et al., 2000a), fatores hormonais e sociais (DICKSON e SANFORD, 2005; STELLFLUG e LEWIS, 2007), análises genéticas

(PACHECO & QUIRINO 2010), luminosidade, índice pluviométrico, desenvolvimento do sistema endócrino, temperatura e umidade irão contribuir para o aparecimento da puberdade (GARNER e HAFEZ, 2004).

A idade inicial da puberdade ainda é um fator bastante discutido entre os autores, porém o comportamento sexual, qualidade seminal e o desprendimento da aderência peniana são fatores considerados gerais para um animal púbere (PACHECO et al., 2012). Para que ocorra a fecundação da fêmea, é necessário que o macho apresente espermatozoides vivos e viáveis, além de um comportamento sexual que o estimule a monta (JIMENO et al., 2001).

Nas fêmeas, a puberdade é marcada a partir do aparecimento do primeiro estro (GRANADOS, 2006) além de sua atividade cíclica poder ser adiantada com o chamado efeito macho, onde a inserção de um macho pode auxiliar a manipulação da reprodução adiantando a puberdade ou acelerando a atividade reprodutiva, fornecendo algum grau de sincronização do estro na fase tardia do anestro sazonal (MARTIN et al., 1986), enquanto nos machos é marcado pelo instinto reprodutivo mesmo antes da formação completa da espermatogênese. (GRANADOS, 2006)

O genótipo e fenótipo influenciam no aparecimento da puberdade, fatores como raça e idade (BELIBASAKI e KOUIMTZIS, 2000; SNOWDER et al., 2002, GARNER e HAFEZ, 2004), estacionalidade (ROSA et al., 2000a), fatores hormonais e sociais (DICKSON e SANFORD, 2005; STELLFLUG e LEWIS, 2007), análises genéticas (PACHECO & QUIRINO 2010), luminosidade, índice pluviométrico, desenvolvimento do sistema endócrino, temperatura e umidade irão contribuir para o aparecimento da puberdade (GARNER e HAFEZ, 2004).

Alguns nutrientes como ácidos graxos, aminoácidos e carboidratos, geralmente indicam grande quantidade de energia disponível, seja em estoque ou na digestão no entanto, diante das variedades experimentais, torna-se difícil determinar um padrão global (BLACHE & MARTIN, 2009), em cabras o aumento de ingestão de lipídeo a nível celular não irá reduzir a o estímulo da produção de GnRH, no entanto (OHKURA et al., 2004), em carneiros, a ingestão de suplementos ricos em ácidos graxos levam a um aumento na produção do GnRH (BLACHE et al., 2000).

A sinalização do GnRH será importante nas vias de desenvolvimento gonadal assim como em outros órgãos relacionados a reprodução, incluindo a glândula pituitária, gônadas e glândulas mamárias, que também podem responder a insumos

metabólicos. Sistemas reprodutivos que envolvem mudanças do pulso de GnRh além de responder com precisão, devem funcionar de forma integrativa, e, além de hormônios e conexão neurais, os órgãos também sinalizam através de nutrientes (BLACHE & MARTIN, 2009).

Vários fatores podem influenciar no desenvolvimento reprodutivo dos ovinos como a idade, raça e fotoperíodo (MAIA et al. 2011). Apesar de não apresentarem restrição no seu período reprodutivo em regiões temperadas, esse período apresenta maior evidência no outono (HAFEZ & HAFEZ, 2004) nas regiões tropicais. No Nordeste, o início da atividade reprodutiva dos ovinos ocorre principalmente devido a nutrição, já que nestas regiões ocorrem poucas variações no fotoperíodo. Desta maneira, os ovinos não apresentam estacionalidade reprodutiva, podendo se reproduzir durante todo o ano de maneira linear, sendo as raças deslanadas as que apresentam desenvolvimento reprodutivo mais precoce se comparada as espécies com lã (MAIA et al. 2011).

Os efeitos da nutrição sobre comportamento sexual, que é avaliado através de testes que verificam os animais que possuem capacidade de reconhecer o cio da fêmea, apresentem desejo sexual e habilidade para cobertura, sendo esta uma característica almejada principalmente quando se trata de monta natural (AZÊVEDO et al. 2008)., medidas testiculares, concentração de testosterona e parâmetros seminais de carneiros foram analisados por Maurya et al. (2010) de acordo com o a corporal, onde foi observado que animais com escore mediano apresentaram melhor desempenho em todos os parâmetros se comparado ao animais com escore alto e baixo, corroborando a afirmativa de que a energia da dieta é de grande importância, sendo o excesso mais prejudicial do que a diminuição (MARTIN E WALKDENBROWN, 1995; BEARDEN et al., 2004).

Desta forma, o desenvolvimento reprodutivo do macho é o peso corporal e o peso testicular é influenciado significativamente pela dieta. Estes fatores irão desencadear o aumento da secreção de hormônios que estimulam a espermatogênese levando a um amadurecimento reprodutivo do animal (GRANADOS, 2006), enquanto que um animal que apresenta um baixo peso corporal demonstra vulnerabilidade na regulação térmica, sendo esta considerada uma das principais causas de degeneração testicular (BARROS JUNIOR et al 2017).

Portanto, a desnutrição em machos reduz a eficiência reprodutiva, ao passo que uma alimentação hipercalórica, ainda que promovendo aumento do escore corporal, da circunferência escrotal, pode gerar aumento na temperatura corporal devido ao excesso de gordura, a qual poderá reduzir a eficiência reprodutiva do animal (PACHECO et al., 2012).

Segundo Hoffman (1988), os ovinos são grandes consumidores de volumosos e em virtude do trânsito lento do alimento pelo trato digestivo, estão aptos a utilização dos constituintes fibrosos da parede celular das forragens. Estes pequenos ruminantes são adaptados a consumir uma grande variedade de plantas, apresentando um comportamento alimentar oportunístico, facilmente modificando suas preferências alimentares de acordo com a disponibilidade de forragem e a estação do ano.

A atividade reprodutiva dos ovinos pode ser influenciada por variações climáticas e nutricionais (MAIA et al. 2011), sendo que o aumento da temperatura corporal pode causar degeneração testicular levando a degradação do parênquima testicular o que afeta a espermatogênese levando a uma redução de espermatozoides viáveis e no ejaculado (JAINUDEEN & HAFEZ 2004).

Martins et al. (2003) desenvolveu um estudo relacionando o desempenho reprodutivo em diferentes períodos climáticos e observou que durante o período chuvoso ocorreu um aumento no perímetro escrotal bem como melhoria na quantidade e qualidade espermática, relacionando o resultado a abundância e qualidade das pastagens oferecidas.

Estrutura do testículo e espermatogênese

Nos ovinos, o escroto é o tecido que protege o testículo, caracterizado por ser um saco membranoso pendular ovoide e comprimido no sentido craniocaudal e suspenso anterior à flexura sigmoide na região inguinal (SISSON, 1986; EVANS e MAXWEL, 1990; NUÑEZ, 1993). Na parte externa, apresenta uma pele fina e flexível (FRANDSON et al., 2005), revestida por pelos e lã onde apresentam diversas glândulas sudoríparas e sebáceas (EVANS e MAXWEL, 1990), as glândulas sudoríparas protegem da ação térmica diminuindo a temperatura da região através de evaporação. A face interna escrotal possui duas membranas classificadas como

túnica dartos e a túnica vaginal, além do músculo cremáster externo (BLAZQUEZ et al., 1988a). Os testículos são em pares situados na região inguinal e púbica em posição vertical dentro do escroto, sua descida ocorre a partir do terceiro mês de gestação, devido a ação da testosterona (NUNES et al., 1997). Apresenta as extremidades alongadas (SISSON, 1986) e ovais e pesam cerca de 80 a 300 g no animal adulto (CHEMINEAU et al., 1991).

Os ovinos possuem os maiores testículos por unidade de peso corporal (STANBENFELD e EDQVIST, 1996). De acordo com Baril et al. (1993). O peso testicular pode variar de acordo com o estado nutricional, a estação do ano, a espécie e raça. O crescimento dos testículos se divide em duas etapas. A primeira, vai do nascimento até o início da espermatogênese, ocorre de forma mais retardada, ao passo que a segunda etapa é rápida, começa a partir do aparecimento da espermatogênese até a maturidade sexual (SKINNER et al., 1968).

Os testículos se dividem em dois compartimentos (MARTINS, 2006), os túbulos seminíferos que ficam no parênquima testicular contendo o epitélio germinativo, ocupando de 77 a 86% do volume testicular nos ovinos (QUEIROZ e CARDOSO, 1989; WROBEL et al., 1995) e o outro formado por tecido conjuntivo, também chamado de espaço intertubular onde encontram-se as células de Leydig, que produzem os andrógenos (EVANS e MAXWEL, 1990).

Os túbulos seminíferos estão localizados no interior dos testículos, contendo as células germinativas que formam o epitélio germinativo onde encontram-se as células de Sertoli, que apresentam função de nutrição e suporte da linha germinativa, sofre influência do FSH, hormônio anti-mulleriano, testosterona e inibina (WISTUBA et al. 2007). Em mamíferos neonatal, o FSH estimula a proliferação das células de Sertoli, a qual atinge números finais de células diferenciadas até a puberdade. Depois estas perdem sua habilidade de replicação, e se mantêm estáveis ao longo da vida (TAN et al. 2005).

Os epidídimos são formados enovelado de túbulos único dando origem aos ductos de Wolf (THIBAUT e LEVASSEUR, 1991), começa nos ductos eferentes da rede testicular (BARIL et al., 1993) que possui uma matriz fibrosa e densa, lúmen revestido por uma camada basal de pequenas células e uma parte formada por epitélio ciliado colunar (HAFEZ e HAFEZ, 2004). Nos ovinos o peso de cada um varia de 20

a 30g (THIBAUT e LEVASSEUR, 1991). Anatomicamente, o epidídimo apresenta três partes contínuas que são a cabeça (Caput epididymis), que tem o formato planar e está unida à parte superior do testículo no seu pólo dorsal, o corpo (Corpus epididymis) que é a parte mais estreita ligada a cabeça do epidídimo e ventralmente está a cauda (Cauda epididymis), nos ovinos se mostra de forma circular apresentando continuidade com o ducto deferente, podendo ser vista e palpada no animal vivo. Os primeiros segmentos estão relacionados com a maturação dos espermatozoides, sendo a cauda o segmento final, atuando na maturação e armazenamento (HAFEZ e HAFEZ, 2004)

A espermatogênese é um processo contínuo e altamente organizado onde a espermatogônia passa por diversos processos de mitose e meiose, além de mudanças morfológicas até a formação do espermatozoide (RUSSELL et al, 1990; FRANCA e CARDOSO, 1998; FRANCA et al, 1999; EMCKE et al. 2006). Os espermatozoides são produzidos dentro dos túbulos seminíferos, sendo dividido em três fases: 1) fase proliferativa ou espermatogonial onde vão ocorrer diversas divisões mitóticas nas espermatogônias, 2) Fase meiótica ou espermatocitogênica, onde ocorre a segregação e recombinação do material genético e cada espermatócito irá dá origem a quatro espermátides e 3) fase de diferenciação ou espermatogênica, onde ocorrerá a formação do espermatozoide (RUSSELL et al., 1990a; SHARPE, 1994).

Os estágios ou estádios compreendem como organização das células germinativas em associações distintas durante o ciclo do epitélio germinativo, sendo está influenciada pelo tempo (HERMO et al., 2010). Estes estágios ou estádios podem ser classificado de acordo com sua morfologia tubular, consistindo que todos animais apresentam 8 estádios, com exceção dos primatas (BERNDTSON, 1977; FRANÇA et al., 1998) e o método de sistema acrossômico, onde os estádios dependem das espécies (LEBLOND; CLERMONT, 1952; RUSSELL et al., 1990a).

Em mamíferos, a espermatogênese leva de 30 a 75 dias (RUSSELL et al., 1990; RUSSELL & FRANCA 1998) enquanto que em ovinos tem duração de 47.7 dias com um total de 8 estágios (FRANÇA et al. 1999).

O testículo do ovino sofre diversas mudanças histológicas no decorrer de seu desenvolvimento, sendo dividido em três fases: Pré- púbere (Animal com 1 a 5 meses),

maturidade (6 a 8 meses) e adultos (> 9 meses), onde a principal diferença encontra-se na constituição histológica destes testículos. (ELZOGHBY et al,2014).

Após iniciada a puberdade, o macho passa a depender fortemente da testosterona, produzida pelo estímulo do LH sobre células de Leydig, já que as gonadotrofinas como hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), hormônio folículo-estimulante (FSH), hormônio luteinizante (LH), androgênios como testosterona e outras biomoléculas estão relacionadas com o sucesso na produção de espermatozoides viáveis. (HOLDCRAFT; BRAUN, 2004; WALKER; CHENG, 2005; SMITH; WALKER, 2014).

Dieta com Palma Forrageira

Há indícios de que no México a palma forrageira é utilizada desde o período pré-hispânico, sendo usada em alimentação animal e humana, fonte de energia, cosmético, medicina, proteção e conservação do solo entre outras funções (SOUZA FILHO et al. 2014). A palma é rica em vitaminas A complexo B e C, minerais como cálcio, magnésio, sódio e potássio, se mostrando com grande potencial contra fome e desnutrição. (NUNES et al. 2011)

Apesar da palma forrageira ser rica em vitaminas e minerais essenciais a seres humanos, de apresentar valores nutritivos maiores de alimentos como couve, banana e beterraba e ser uma alternativa mais viável financeiramente, no Brasil o preconceito no consumo humano esbarra no fato de que a palma é comumente utilizada como matéria prima de ração animal. (NUNES et al. 2011)

A pecuária é uma das principais atividades desenvolvidas no Nordeste do Brasil, no geral os rebanhos bovinos, caprinos e ovinos se alimentam da vegetação oferecida na área extensiva onde são criados. Esta alimentação apresenta-se, geralmente, com baixo valor nutritivo, capacidade de suporte e valor produtivo podendo levar a um déficit nutricional (BISPO et.al. 2007).

Em Pernambuco, as maiores áreas de inserção da pecuária estão no Agreste e Sertão, locais esses marcados pela seca. Nesta região, as chuvas se apresentam forma irregulares e o período de estiagem é bastante longo (RAMOS et al. 2008). Desta forma, é preciso priorizar a plantas forrageiras que melhor se adequam a

realidade da região (OLIVEIRA et al. 2010), assim sendo, a palma forrageira vem como a melhor recurso forrageio seja por adaptar-se a ambientes extremos, seja por facilitar a economia da comunidade local (SÀENZ et al. 2004).

Como a palma forrageira pertence à família das cactáceas, apresentam grande capacidade em reter líquido, esta característica faz com que a esta seja utilizada na ovinocultura, já que apresenta uma reserva estratégica de nutrientes e água nos períodos de estiagem, o Brasil é maior produtor de palma forrageira do mundo (SANTOS et. al. 2006) no entanto não é uma espécie exclusiva nacional, pois é encontrada em todo continente com diversas funções, contudo a mais evidenciada é como alimentação animal (COSTA, 2008).

A palma forrageira faz parte do grupo das crassuláceas, que por sua vez apresentam uma forma de troca gasosa diferenciada que consiste em realizar a abertura dos estômatos essencialmente a noite, quando a temperatura é mais amena, evitando a evapotranspiração, o que demonstra adaptação a longa estiagens (FERREIRA et al., 2008), além desse mecanismo de racionamento de água, outra vantagem da cactácea é a facilidade de plantio (OLIVEIRA et al., 2007).

A palma pode apresentar em sua composição cerca de 90% de água, sendo este valor variável de acordo com as épocas do ano, em épocas secas mostra uma média de 76% de água, enquanto que em épocas chuvosas esse valor pode chegar a 95% de sua composição ser água (SANTOS et al. 2005), diante desta característica este alimento pode ser ofertado diretamente ao animal suprimindo, inclusive, parte de sua necessidade de consumo de água (SANTOS et al, 1997).

A palma forrageira é um alimento rico em carboidratos, especialmente os não fibrosos (WANDERLEY et al., 2002), baixa taxa de constituintes de parede celular (BISPO et al., 2007), alto coeficiente de digestibilidade de matéria seca, além de ser uma importante fonte de energia para os ruminantes (VAN SOEST, 1994).

Essa cactácea está em evidência por se tratar de uma forragem com um bom valor produtivo, nutricional e por sua distribuição no semiárido brasileiro, apresenta alto valor nutricional e ainda tem como característica a facilidade de manipulação, já que pode ser colhido ou deixado em campo por até quatro horas sem sofrer mudanças nutricionais (ANDRADE et al. 2016).

Apesar de, comumente, a palma forrageira ser ofertada diretamente no cocho de ovinos sem nenhuma mistura, o ideal é que ocorra a associação da palma forrageira com fontes de fibra efetiva (NEVES *et al.*, 2010), ela deve ser misturada a outros alimentos como feno, silagem, restolho de sorgo, de milho, de feijão ou mesmo capim seco, fontes de proteínas pra aumentar o nível proteico e de matéria seca dos animais evitando a ocorrência de diarreias quando ofertada sem complemento (SANTOS *et al.* 2006), já que independente do gênero ela apresenta um baixo teor de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (SILVA *et al.*, 2011).

No Nordeste a variação de palma forrageira mais frequente é a redonda, gigante e miúda. A redonda e a gigante (*Opuntia ficus – indica*) são as mais produzidas por apresentarem maior valor nutritivo bem como a melhor resistência a clima semiárido. No entanto também são as espécies que se apresentam com maior sensibilidade a praga cochonilha do carmim, demonstrando dificuldade em manter a reserva energética da planta, disseminando o inseto (VASCONCELOS *et al.* 2009)

Por outro lado, a miúda (*Nopalea cochinillifera*) apresenta melhor valor nutritivo do que a redonda e a gigante, apesar de apresentar menor produção de matéria verde comparada as outras duas, sua produção de matéria seca por área pode ser equiparada as demais. Outra espécie inserida em é a Orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta haw*), que apesar de apresentar espinhos, se mostra resistente a cochonilha do carmim. (VASCONCELOS *et al.* 2009)

Opuntia spp.

A *Opuntia* é um cacto do gênero *Opuntia*, subfamília Opuntioideae e da família Cactaceae. É uma cactácea que produz cerca de 200 – 300 espécies, mostrando crescimento nas áreas áridas (menos de 250 mm de precipitação anual) e nas semiáridas (250 a 450 mm de precipitação anua), apresenta grande variabilidade genética fazendo com que se adapte facilmente ecologicamente sendo encontrada em variados tipos de clima (STINTZING & CARLE, 2005).

A palma orelha de elefante (*Opuntia stricta haw*) além dessas características ainda apresenta espinhos em sua estrutura, o que dificulta o manejo na hora do

preparo para oferta aos animais. Acredita-se que a presença desses espinhos esteja relacionada a melhor adaptação ao clima semiárido, defesa contra animais que podem vim a se alimentar, além de reduzir a perda de água, no entanto a funcionalidade mais importante de tal estrutura se dá a capacidade em condensar água do ar (LEVITT, 1980).

A *Opuntia* spp possui vários minerais, entre eles o potássio aparece em maior concentração, cerca de 60% (166 mg / 100 g de peso fresco), seguido pelo cálcio (93 mg / 100 g de peso fresco), sódio (2 mg /100 g de peso fresco) e ferro (1,6 mg / 100 g de peso fresco) (STINTZING & CARLE, 2005).

O extrato da *Opuntia dillenii* administrado em ratos machos (250 mg/kg) apresentou resultados desanimadores quanto a produção e manutenção do sistema reprodutor. Observou-se uma diminuição no peso de testículos, epidídimo, vesícula seminal e próstata. Os achados histológicos demonstram que o número de células de Sertolli diminuíram significativamente, bem como a área nuclear dos túbulos seminíferos e células de Leydig sofreram redução. Com isso, mais de 86% ratos tratados com extratos dessa espécie sofreram redução na produção de seus espermatozoides e 100% sofreram perda de motilidade de seus gametas (GUPTA RS, 2008).

Em contrapartida, estudos realizados em ratos com o mesmo gênero *Opuntia ficus indica* usando a mesma concentração, mostraram que esta apresenta propriedades que ajudariam a restaurar peso dos testículos, túbulos seminíferos e a motilidade dos espermatozoides em ratos diabéticos (CHAUHAN SP et al. 2010). No entanto, pesquisas pormenorizadas sobre o sistema reprodutor de ovinos e a relação com qualquer espécie do gênero *Opuntia*, são escassas, surgindo a hipótese de uma alteração na fisiologia deste animal que poderia vir a causar comprometimento na função reprodutiva. O extrato de *Opuntia* também demonstrou eficácia na redução de células cancerígenas in vitro, diminuição nos níveis glicêmicos e anti ulcerações (CHAUHAN SP et al. 2010).

A orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta haw*) pertencente a subespécie *espatazeae* corresponde a um clone inserido no Brasil pela IPA do México, sendo o genótipo correspondente a IPA 200016. Esta espécie é considerada resistente a cochonilha do carmim, no entanto susceptível a cochonilha de escama (*Diaspis*

echinocacti) (SANTOS,2014). Desde 2001, a palma forrageira vem sofrendo principalmente com a praga da cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*) (Hemiptera: Dactylopiidae) sendo esta umas das principais causas de destruição da palma gigante perdendo apenas para pragas como o bicudo do algodoeiro, o gafanhoto do Nordeste e a mosca branca (LOPES, 2001).

Diante desta realidade, as espécies susceptíveis a tais pragas acabam levando a grande prejuízo econômico aos criadores da região, já que muitos contam apenas com a oferta da palma forrageira como alimentação dos animais. Sendo assim, é interessante que plantas com característica de resistências a praga da cochonilha do carmim sejam implantadas, visando a redução dos gastos econômicos e a maior qualidade de alimentação (LOPES et al. 2010).

A *Opuntia stricta* apresenta uma melhor produtividade quando comparada a espécies como a Miúda e IPA Sertânia em cultivares analisados em Sertânia e Serra Talhada (CUNHA et al., 2008) porém as técnicas utilizadas, a local de plantio, espaçamento e capacidade fotossintética da planta também deve ser levada em consideração (FARIAS et al. 2000), atualmente não são encontrados muitos estudos com a relação da *Opuntia Stricta haw* por se tratar de um clone recém inserido no Brasil (SANTOS,2014).

Nopalea spp

A *Nopalea cochenillifera Salm Dyck* é uma cactácea arbórea que mede cerca de 7 m de altura, apresenta muitos ramos, quando jovem não apresentam espinhos, cladódios alongados com cerca de 30 cm de comprimento e de 4 – 7 cm de largura. Quando mais velhos podem apresentar poucos espinhos, com cerca de 1 cm cada um, podendo este número aumentar quando esta planta está exposta ao sol (SCHEINVAR,2001).

No estado de Pernambuco as espécies *Nopalea spp.* e *Opuntia spp.* são as mais comuns de serem encontradas e utilizadas na alimentação dos animais do semiárido e agreste do Nordeste, porém apresentam diferença quanto necessidade de solo e quantidade de água (SANTOS et al. 2006), embora todas sejam do estilo CAM (ROCHA, 2012), o exemplar Miúda requer uma maior umidade do que a *Opuntia*. A *Nopalea cochenillifera Salm Dyck* (Miúda), a *Opuntia* se mostra resistente a

cochonilha do carmim (SANTOS et al. 2014), enquanto que a *Nopalea* apresenta 57,5% a mais de matéria seca do que a *Opuntia ficus- indica* (MELO, 2006).

A Ipa- Sertânia é outro exemplo de uma *Nopalea sp.* encontrada no Nordeste, também se apresenta resistente a cochonilha do carmim e susceptível a cochonilha de escama (*Diaspis echinocacti*) (SANTOS,2014), apresenta forma semelhante a Miúda, porém os cladódios de tamanho superior e brotação inferior sendo cogitado a possibilidade de a IPA Sertânia ser uma mutação da Miúda. (SANTOS, 2016). Esta palma é adaptada ao semiárido, no entanto é vulnerável a fusariose, demonstrando 40% de sobrevivência em algumas áreas (SANTOS, 2008).

PALMA FORRAGEIRA E SUA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A importância terapêutica da palma forrageira está relacionada aos carboidratos complexos (fibras solúveis, mucilagens, celulose, etc.), compostos fenólicos, carotenóides, vitaminas C e E, glutathione e ácidos graxos poli-insaturados presentes na sua constituição, de maneira que estes podem auxiliar na prevenção e cura de diversas doenças (MARTINS,2011).

De acordo com Alves (2015) a palma forrageira possui propriedades antioxidante, sendo capaz de evitar danos oxidativos causados pelas espécies reativas de oxigênio (EROs) nas células. Esta atividade, tanto no gênero *Opuntia* quanto *Nopalea*, é atribuída aos seus compostos fenólicos (ASTELLO-GARCÍA et al., 2015, (NECCHI, 2011; ALVES, 2015).

No entanto, a ação antioxidante de uma dieta não pode ser analisada isoladamente, deve ser considerada a ação sinérgica e sucessiva da alimentação ofertada de forma que possa atuar com vitaminas (ácido ascórbico), carotenoides, antocianinas, tocoferóis, alcaloides, ácidos fenólicos, aminoácidos não proteicos, carboidratos e enzimas, como a superóxido dismutase (SOD), glutathione redutase (GR), glutathione peroxidase (GPX), catalase (CAT) entre outras (ALVES, 2015).

Outro componente presente no suco da palma forrageira *Opuntia ficus indica* e *Nopalea* são as betalainas. Este composto, além de agir como analgésico, apresenta ação anti-inflamatória, antidiabético, anti-lipidêmicos, antimicrobiana, atividade hepatoprotetora e antioxidante. Esta função se dá devido a inibição da peroxidação

lipídica, já que betalaínas são poderosas antioxidantes, contribuindo para homeostase redox através do aumento da superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), peroxidase de glutathione (GPx) e glutathione redutase e a diminuição do malondialdeído (MDA) (KAUR et al. 2018)

Estresse Oxidativo

O estresse oxidativo é definido como estado em que a oxidação excede os sistemas antioxidantes no corpo secundário ocorrendo uma perda do equilíbrio entre eles. (YOSHIKAWA & NAITO, 2002). É caracterizado pela presença de radicais livre, que designa que existem moléculas com a presença de elétrons desemparelhado, o que as torna reativas pois permitem a ligação com outros compostos levando a formação de novas moléculas que podem ser tóxicas ao metabolismo (SANTOS, 2009).

Esse desequilíbrio é, geralmente, correlacionado a diversas patologias, exposição à radiação ionizante, estímulos tóxicos e diferentes tipos de xenobióticos por estimularem a formação de radicais livre, estes podem se ligar a diversas moléculas biológicas levando a formação de compostos tóxicos ao metabolismo, (YOSHIKAWA & NAITO, 2002; SANTOS 2009; COMPORTI, 1989; GILLHAM et al., 1997, BARREIROS et al., 2006).

Os testículos possuem um conjunto de enzima antioxidantes e eliminadoras de radicais livres para garantir o sucesso na produção de hormônios esteroides por Leydig e sucesso na espermatogênese, este sistema de defesa se mostra de grande importância nos testículos pelo fato de que o dano peroxidativo causado pelo estresse oxidativo, é um dos principais motivos da baixa funcionalidade testicular (AITKEN & ROMAN, 2008).

O estresse oxidativo está intimamente ligado a causas da infertilidade masculina, O ataque de ROS (espécie de oxigênio reativo) pode inibir a motilidade do espermatozoide bem como diminuir a capacidade em sustentar um desenvolvimento embrionário normal (AITKEN & BAKER, 2006; KUMAR, 1999).

A nível testicular, o estresse oxidativo pode impedir a capacidade esteroidogênica de Leydig (HALES et al., 2005), além de diminuir a capacidade do

epitélio germinativo na diferenciação de espermatozoides hábeis (NAUGHTON et al.,2001). A perda de equilíbrio entre os agentes oxidantes e antioxidantes levam a uma reação em cadeia (MANEESH E JAYALEKSHNI,2006) tendo como característica a disfunção espermática (ZINI E LIBMAN, 2006; MARCHESI E FENG, 2007) devido a danos gerados no DNA, proteínas e lipídeos (SIES 1993; SANOCKA E KURPISZ,2004)

Os agentes oxidantes comumente são bastante reativos devido ao curto tempo de vida, dentre diversos oxidantes os mais importantes envolvidos em processo patológicos são as espécies reativas de oxigênio (ERO) e as de nitrogênio (ERN). As principais ERO distribuem-se em dois grupos, as radicalares: superóxido ($O_2^{\bullet-}$), hidroxila (OH^{\bullet}) peroxila (ROO^{\bullet}) e alcoxila (RO^{\bullet}); e as não-radicalares: oxigênio “singlet” (O_2), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o ácido hipocloroso ($HClO^-$). Dentre as ERN incluem-se o óxido nítrico (NO^{\bullet}), o óxido nitroso (N_2O) e o peroxinitrito ($ONOO^-$), dentre outros (BARREIROS et al., 2006).

No entanto, estresse oxidativo tem papel fundamental na fisiologia normal, auxiliando na adaptação e regulando a transdução da sinalização intracelular (YOSHIKAWA & NAITO, 2002), o dano celular poderá ser remediado com os agentes antioxidantes, que quando ligado aos radicais livres, impedirá a formação de novos agentes oxidantes, este mecanismo de defesa celular apresenta duas vertentes. A primeira corresponde a ação detoxificadora dos agentes pré-lesão celular, estando presente nesta linha antioxidantes como a glutathiona reduzida (GSH), superóxido-dismutase (SOD), catalase, glutathiona-peroxidase (GPx) e vitamina E (HEBBEL, 1986; ROSS E MOLDEUS,1991).

A segunda corresponde a uma reparação, onde os agentes antioxidantes desenvolvem uma ação para reparar a célula lesada, os antioxidantes que representam esta linha são o ácido ascórbico, pela glutathiona redutase (GR) e pela GPx, entre outros. Todos os antioxidantes são encontrados a nível intracelular, com exceção da vitamina E (α - tocoferol), que representa um agente antioxidante estrutural da membrana (HEBBEL, 1986; ROSS E MOLDEUS,1991).

As EROS são encontradas em todos os sistemas biológicos. Ela sofre redução tetravalente, sendo a citocromo-oxidase responsável por acrescentar os quatro elétrons (Figura 1) a cada O_2 para gerar duas moléculas de H_2O (BENEŠ et al. 1999). No entanto, nem todo o oxigênio utilizado na cadeia respiratória é transformado em

água, aproximadamente 5% podem se transformar em intermediários da reação sofrendo mudanças e se modificando em superóxido, peróxido, hidroxila (SANTOS, 2009; SIMONIN & GALINA, 2013; COHEN, 1989).

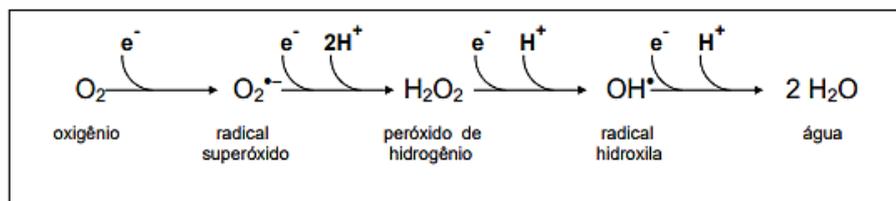


Figura 1. Redução tetraivalente do Oxigênio molecular (O_2) na mitocôndria até formação da água. Adaptado de Boveris, 1998.

Lipoperoxidação

A lipoperoxidação é um processo fisiológico que ocorre naturalmente na membrana celular, auxilia no processo de renovação celular, nos processos de pinocitose e fagocitose além de contribuir para síntese de prostaglandinas e leucotrienos. (SALGANIK, 2001; NOORI, 201)

Apesar disto, por serem formadas por proteínas e lipídios, as membranas são vulneráveis à ação exacerbada da oxidação, quando as espécies reativas se multiplicam além da ação de defesa dos antioxidantes, o processo de lipoperoxidação irá causar danos graves na permeabilidade e estrutura da membrana, provocando perda de seletividade, extravasamento de conteúdo de organelas e formação de conteúdo citotóxicos (como o malondialdeído e 4- hidroxinonenal) (MELLO FILHO et al., 1983; HERSHKO, 1989; HALLIWELL E GUTTERIDGE, 1990; SHAN et al., 1990; ROSS E MOLDEUS, 1991; FERREIRA E MATSUBARA, 1997).

A lipoperoxidação apresenta 3 etapas: iniciação, propagação e terminação (Figura 2). A iniciação é caracterizada pelo ataque a um lipídio de membrana por qualquer espécie que seja capaz de capturar um hidrogênio, o superóxido não é reativo o bastante para capturar um hidrogênio, sendo os radicais hidroxila (OH^{\bullet}) comumente iniciadores da lipoperoxidação.

Com a captura do hidrogênio, será formada um radical livre lipídico que tende se ligar com um O_2 , formando um radical peroxila (LOO^{\bullet}), estes radicais possuem a capacidade de retirar um próton de outra molécula lipídica, caracterizando a fase de propagação, a retirada de um hidrogênio de um lipídeo pelo grupo peroxila irá formar

a hidroperóxido lipídico (LOOH). A fase de terminação ocorre quando dois radicais produzidos durante as etapas passada se ligam formando um produto estável (HALLIWELL E GUTTERIDGE,2015).

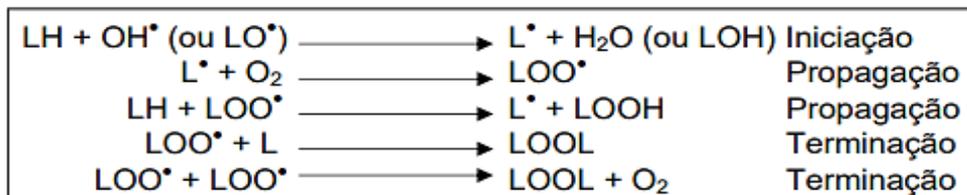


Figura 2. Reações de iniciação, propagação e terminação na peroxidação.
Adaptado Ferreira e Matsubara (1997)

Defesa Antioxidante

A defesa antioxidante tem finalidade de proteção contra o desequilíbrio dos agentes oxidantes, isto é, espécies reativas. Podem apresentar uma produção endógena de enzima antioxidantes e antioxidantes não enzimático (HALLIWELL E GUTTERIDGE,2015).

Estão amplamente difundidas pelo corpo, variando sua composição de tecido para tecido, podem se apresentar como agentes catalíticos, que removem cataliticamente os agentes oxidantes são exemplos as enzimas superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase (SALGANIK, 2001; BERNES et al., 1999).

Podem se apresentar como proteínas que minimizam a disponibilidade pró-oxidantes (íons de Cobre e Ferro) como transferinas e haptoglobinas. E como agentes de baixo peso molecular, aprisionam espécie reativa de oxigênio e nitrogênio como a glutathione, α tocoferol, ácido ascórbico, bilirrubina e ácido úrico (HALLIWELL E GUTTERIDGE,2015).

Superóxido Dismutase (SOD)

O íon superóxido é o maior fator de toxicidade do O_2 , além de ser o mais reativo dos íons. O SOD é responsável pela defesa deste íon atuando como scavenger do íon superóxido (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 2015)

Os radicais superóxidos podem ser produzidos de diversas formas auto oxidação das catecolaminas, hidroquinonas, tetraidropterinas, assim como ação catalítica de enzimas como xantina oxidase e aldeído oxidase (FRIDOVICH 1975)

Apesar de apresentar diferentes tipos de metaloenzima, a reação de catalisação do superóxido ocorre da mesma forma: Aumento da aceleração da dismutação do $O_2^{\bullet-}$, formando peróxido de hidrogênio e oxigênio (Figura 3) (FRIDOVICH E MCCORD 1969; BERNES et al., 1999, HALLIWELL E GUTTERIDGE,1999).

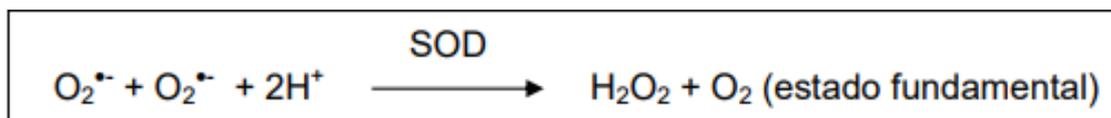


Figura 3 Reação de dismutação do radical superóxido. Adaptado por Halliwell e Guteridge (2015).

Catalase (CAT)

A catalase é responsável por reduzir o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) advindo do resultado da reação do SOD. Atua de forma semelhante a SOD, é realizada a dismutação da molécula (Figura 4) de H_2O_2 sendo reduzida a uma molécula de água (H_2O) e outra de Oxigênio (O_2) (PEDERZOLLI,2008).

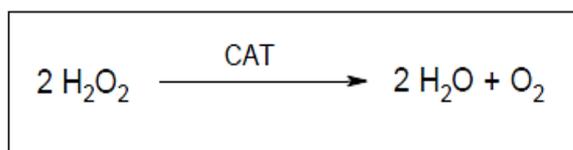


Figura 4. Reação de decomposição da molécula de peróxido de hidrogênio H_2O_2 ao oxigênio no estado fundamental. Adaptado Halliwell e Guteridge (2015).

A CAT é encontrada com maior frequência em organelas celulares que produtoras de peróxidos, que são os peroxissomas, no entanto também são encontradas no meio citosólico (CHANCE et al.,1979; WARD E PETERS, 1995).

A concentração maior da catalase nos animais encontra-se no fígado, embora esteja presente em todos os órgãos. Alguns órgãos apresentam níveis de CAT baixo, como o coração, cérebro e músculo esquelético tornando-os mais susceptíveis a ataque de radicais livres (BOVERIS E CHANCE, 1973).

Glutathiona reduzida (GSH)

É considerada o agente antioxidante mais importante protegendo a célula contra a lesão resultante da exposição a agentes como íons ferro, oxigênio hiperbárico, radiação e luz ultravioleta. O grupamento tiol (-SH), encontrado com maior frequência no meio intracelular, é o responsável pela sua capacidade redutora (SANTOS,2009)

A glutathiona é participante da detoxificação de agentes químicos e desempenha papel fundamental na lipoperoxidação, já que elimina produtos intermediários que são tóxicos ao metabolismo. Além disso, é importante na síntese do DNA, na formação de algumas prostaglandinas e algumas proteínas (MEISTER E ANDERSON, 1983; DENEKE E FANBURG, 1989; SHAN, 1990; GALLEANO E PUNTARULO, 1995).

Glutathiona Redutase (GR)

A GR possui a capacidade de regenerar a glutathiona oxidada (GSSG) em glutathiona reduzida (GSH). Para que essa reação ocorra é necessário a presença de uma molécula de NADPH para cada molécula de GSH (Figura 5) (CHANCE et al.,1979; WARD E PETERS, 1995). Devido a ação de regeneração da GR, é possível manter a GSH em sua forma redutora, o que é essencial para o sistema biológico (PEDERZOLLI,2008).

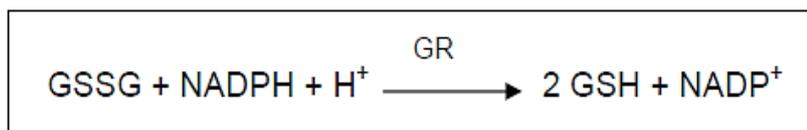


Figura 5. Regeneração da glutathiona reduzida (GSH) a partir da glutathiona oxidada (GSSH) através da enzima glutathiona redutase. Adaptado Halliwell e Guteridge (2015).

Por ser dependente das vias da pentose, a GR sofre um déficit em sua atuação quando ocorre a diminuição no fornecimento de NADPH e deficiência de glicose-6-fosfato desidrogenase (G6PD) (SHAN, 1990; ROSS E MOLDEUS, 1991; MATSUBARA et al., 1992).

Glutationa Peroxidase (GPx)

Atua removendo o H₂O₂ e outros peróxidos, ocorre de forma que ocorre a redução do peróxido até a molécula de H₂O ao mesmo tempo que realiza a oxidação do GSH (Figura 6) (PEDERZOLLI, 2008).

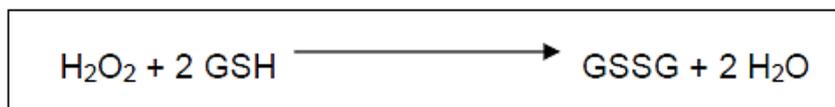


Figura 6. Reação de redução do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) até água molécula de água (H₂O) em conjunto a oxidação da glutaciona reduzida (GSH) (Adaptado Halliwell e Guteridge (2015)).

Geralmente está localizado em membranas, atua como doador de hidrogênio para o GSH, é considerado um potente antioxidante, sendo eficaz na defesa contra a lipoperoxidação (WENDEL, 1981). A ação da GPx exerce função sobre hiperperóxido de ácidos graxos, hidroperóxidos de tert-butil e do 7-β- hidroperóxido de colesterol servindo como catalisador no acoplamento do peróxido com o GSH. Nestes casos a reação de redução irá sempre resultar na formação de um álcool específico ao peróxido. (Figura 7).

No entanto, o GPx não exerce nenhuma função em lipoproteínas, membranas nem peróxidos de ácidos graxos esterificados a moléculas lipídicas, lipoproteína ou membrana, pois antes da ação da GPx é necessário que estas passem pela ação de lipases (HALLIWELL E GUTERIDGE, 1999; PEDERZOLLI, 2008).

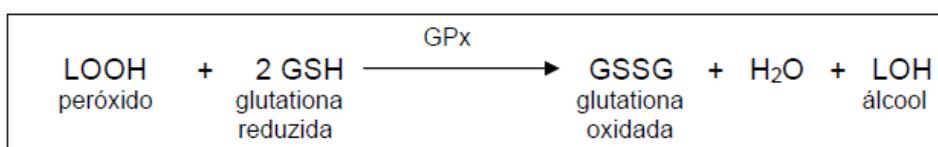


Figura 7 Reação de redução dos peróxidos a álcoois, catalisada pelo GPx. Halliwell e Guteridge (1999)

α Tocoferol (Vitamina E)

É um antioxidante classificado como não enzimático, é uma vitamina lipossolúvel, ou seja, encontrada em membranas, mitocôndrias e lipoproteínas. Se liga a radicais livres formando o tocoferoxil podendo ter esta ação revertida a partir da ação do ácido

ascórbico e do GSH (SOKOL,1989; WARD E PETERS, 1995; HALLIWELL E GUTTERIDGE, 1999).

Potente antioxidante com capacidade de se ligar a peroxilas, convertendo em tocoferoxilas. Quando apresentadas no formato desta molécula diminuem a possibilidade da continuação da liperoxidação, evitando que ocorra uma reação em cadeia formando compostos tóxicos ao sistema (HALLIWELL,2001).

Objetivo Geral

Determinar a influência de diferentes tipos de palma forrageira (Orelha de elefante Mexicana, IPA Sertânia e Miúda), administradas na alimentação de ovinos sobre a função do sistema reprodutor masculino, analisando possíveis modificações estruturais e fisiológicas.

Objetivos específicos

- Avaliar os pesos testicular e epididimário
- Calcular o índice gonadosomático (IGS) dos animais;
- Medir altura e área do epitélio seminífero,
- Medir diâmetro tubular e área do Lúmen;
- Dosar a concentração de testosterona sérica;
- Dosar a concentração de T3 e T4
- Determinação de estresse oxidativo no parênquima testicular.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de caprinos e ovinos do departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco localizada em Recife-Pe. Foram utilizados 40 ovinos, machos, sem padrão racial definido, inteiros, com peso corporal médio de 21,01 ± 2,01 kg e média de idade de 6 meses. O uso dos animais foi aprovado pelo comitê de ética para utilização de animais com a Licença de nº 053/2015.

Os animais foram distribuídos em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) que consistia de 4 tratamentos e 8 repetições, foram alojados em baias individuais

suspensas e ripadas na altura de 1,20m, com área de 1,5m², providas de comedouros e bebedouros individuais.

Os tratamentos experimentais consistiram de uma dieta base calculada pelo NRC (2007) com um ganho em peso médio de 200 g/dia, composta por Feno de Capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) fubá de milho, farelo de soja, ureia, sulfato de amônio, fosfato bicálcico e mistura mineral comercial, e as dietas teste, que consistiram na substituição parcial do Feno de Capim Elefante por palma forrageira Miúda, Orelha de Elefante Mexicana (OEM) ou IPA-Sertânea (Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes

Itens	Ingredientes					
	Feno de C. Elefante	Palma Miúda	Palma IPA-Sertânea	Palma OEM	Farelo de Soja	Fubá de Milho
	(g/kg de MS)					
Matéria seca	931,10	118,00	144,30	117,30	899,90	885,50
Matéria orgânica	888,60	890,10	893,60	889,30	913,50	985,70
Matéria mineral	111,40	109,90	106,40	110,70	86,50	14,30
Proteína bruta	57,30	56,90	57,50	59,70	533,80	86,10
Extrato etéreo	20,90	25,90	28,20	30,70	18,10	49,30
Fibra em detergente neutro	767,60	289,10	291,90	285,80	232,50	175,20
Fibra em detergente ácido	724,60	259,10	252,90	243,20	148,20	156,80
Hemicelulose	469,00	142,10	109,60	125,50	24,90	82,00
Carboidratos totais	265,60	117,00	143,40	117,80	66,20	131,90
Carboidratos não fibrosos	810,50	807,20	807,90	798,90	361,60	850,40
Ácido cianídrico	75,90	548,20	555,00	555,70	213,40	693,50
Oxalatos totais	-	-	0,05762	0,05347	-	-
	0,9671	1,7752	2,0774	2,5706	1,4009	0,9152

Tabela 2. Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos			
	Controle	IPA	Miúda	OEM
	(g/kg de MS)			
Feno de C.Elefante	70,99	25,03	26,31	23,21
Palma IPA-Sertânea	0,00	54,00	0,00	0,00
Palma Miúda	0,00	0,00	51,65	0,00
Palma Orelha de Elefante Mexicana	0,00	0,00	0,00	57,33
Farelo de soja	14,50	19,08	20,05	17,7
Fubá de milho	12,85	0,00	0,00	0,00
Ureia	0,62	0,56	0,44	0,00
Sal mineral ovínofós ¹	0,86	0,95	1,00	0,88
Fosfato bicálcico	0,14	0,33	0,50	0,79
Sulfato de amônio	0,05	0,05	0,05	0,09
Total	100,01	100	100	100

¹Níveis de garantia assegurados pelo fabricante: cálcio 120 g; fósforo 87 g; sódio 147 g; enxofre 18 g; cobre 0,59 g; cobalto 0,04 g; cromo 0,020 g; ferro 1,8 g; iodo 0,08 g; manganês 1,3 g; selênio 0,015 g; zinco 3,8 g; flúor máximo 0,87 g; Solubilidade do Fósforo (P) em ácido cítrico a 2% é 95% (min.).

O feno de capim elefante foi produzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba localizada no município de São João do Cariri – PB. A palma foi obtida na Fazenda Várzea Grande localizada no município de Pesqueira-PE. Os demais ingredientes foram comprados no comércio local.

O experimento teve duração de 70 dias, sendo 7 para adaptação às instalações e ao manejo alimentar e 63 dias para avaliação coletas. Imediatamente antes do período de adaptação os animais foram vermifugados e vacinados a ração foi fornecida duas vezes ao dia, na forma de mistura completa e água fornecida *ad libitum*.

O abate ocorreu no 70° dia, com a utilização de pistola de dardo cativo por cartucho de explosão para insensibilização dos animais, seguido de sangria, esfola e evisceração. O complexo testículo-epidídimo (CTE) foi removido. O testículo e o epidídimo foram pesados individualmente em balança digital (modelo Kern 410) com precisão de quatro casas decimais e mensurados (altura e largura) com auxílio de paquímetro. O índice gonadossomático foi calculado através da soma do peso de ambos os testículos, dividida pelo peso corporal do animal, sendo referenciado em porcentagem (BARBOSA et al. 2012).

Após as mensurações, os testículos foram seccionados em fragmentos de até 2 mm de espessura os quais foram submetidos à fixação em solução de glutaraldeído a 4% em tampão fosfato de sódio, 0,01 M e pH 7,2 e solução de formalina a 10% no mesmo tampão citado anteriormente.

Para os estudos ao microscópio de luz, os fragmentos permaneceram imersos em tampão fosfato por 2 horas, sendo posteriormente desidratados em série crescente de álcool 70°GL; 80°GL; 90°GL e 100°GL, (2 vezes cada) com trocas a cada 15 minutos, em seguida os imersos em na solução álcool resina com proporção de 1:1 overnight, após a desidratação, os fragmentos foram incluídos em resina plástica à base de glicol metacrilato (GMA, Leica). Cortes histológicos de 4 µm de espessura foram obtidos em micrótomo automático com navalhas de vidro para historresina (marca Reichert-Jung) e corados em azul de toluidina. Os fragmentos testiculares foram analisados morfológicamente e morfometricamente em microscópio Leica DM500E com câmera digital acoplada. Fotomicrografias testiculares em aumento de 100X e 400X foram avaliadas morfometricamente em software gratuito ImageJ versão 1.51J8 na Área de Patologia do Departamento medicina Veterinária da UFRPE.

A análise morfométrica de diâmetro tubular médio, altura e área do epitélio seminífero por animal foi obtido a partir da mensuração ao acaso de 15 secções transversais de túbulos seminíferos que apresentaram contorno o mais circular possível (Wrobel et al (1995). As medidas foram mensuradas através do software

ImageJ versão 1.51J8. A dosagem sérica de testosterona foi realizada por eletroquimioluminescência, utilizando-se analisador automatizado Access 2 (Beckman Coulter, Califórnia, USA), com uso do kit para dosagem de testosterona de acordo com o fabricante supracitado.

A dosagem dos níveis séricos de T3 e T4 foi realizada com equipamento analítico automatizado da marca Beckman Couter[®], com o uso do kit para dosagem de T3 e T4 de acordo com o fabricante supracitado.

Para o estresse oxidativo, as amostras de tecido testicular foram homogeneizadas em tampão de fosfato de potássio (pH 7,4, 0,2M), contendo EDTA 1M, utilizando um homogeneizador (OMNI) e centrifugadas (13,800 g a 4 ° C durante 10 min). O sobrenadante foi utilizado para a seguinte análise: enzimas antioxidantes superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathiona-S-transferase (GST); concentração de óxido nítrico (NO); peróxido de hidrogênio (H₂O₂); marcador de estresse oxidativo Malondialdeído (MDA) e níveis de proteína total. Os dados bioquímicos foram normalizados em relação aos níveis de proteína total no sobrenadante. As análises foram realizadas em duplicado. Todas as atividades enzimáticas foram determinadas por duplicado usando um espectrofotômetro (UV-Mini 1240, Shimadzu) ou um leitor ELISA (Thermo Scientific, Waltham, MA, EUA).

A atividade da superóxido dismutase (SOD) foi mensurada através do protocolo de Siddiqui *et al*. A atividade da catalase (CAT) foi determinada pela taxa de queda da absorbância, em 60 segundos, do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) (AEBI, 1940) a produção de H₂O₂ foi segundo a reação de Fenton (DIETERICH et al. 2000) e a atividade da enzima glutathiona S-transferase (GST) através da formação do conjugado glutathiona-2,4-dinitrobenzeno (CDNB). Os níveis de malondialdeído (MDA) que é o resultado da peroxidação lipídica, foram determinados utilizando-se solução TBARS (ácido tricloroacético 15% / ácido tiobarbitúrico 0,375% / ácido clorídrico 0,25M). Os níveis totais de MDA em cada amostra foram determinados por meio de curva padrão a partir de concentrações conhecidas de 1,1,3,3-tetramethoxypropane (TMPO) (WALLIN et al, 1993). A concentração de proteína total das amostras foi mensurada utilizando-se albumina do soro bovino como curva padrão (LOWRY et al, 1951)

A análise estatística obtida através do programa SIGMASTAT for *Windows* versão 3.2. O conjunto de dados foi submetido aos testes one way ANOVA e Kruskal

– Wallis e o dados representados como média e desvio padrão. Os valores $p < 0,05$ foram considerados significantes.

Resultados

Na tabela 3 podemos observar os dados referentes ao peso corporal dos animais dos grupos experimentais. De acordo com os resultados, os animais tratados com palmas forrageiras obtiveram maior peso corporal ($p < 0,001$) quando comparado aos animais do grupo feno de capim elefante. No entanto, o peso testicular e o IGS não diferiram entre os grupos experimentais.

Tabela 3. Medidas do Peso corporal, peso testicular e índice gonadossomático (IGS) de ovinos SRD alimentados durante 63 dias com feno de capim elefante (GC), palma orelha de elefante mexicana (GOEM), palma miúda (GM) e palma Ipa Sertânea (GIp).

	Grupos Experimentais				Valor de P
	GCE (n=8)	GPM (n=8)	GIp (n=8)	GOEM (n=8)	
Peso corporal (Kg)	24,6 ± 3,2a	34,6 ± 4,2b	34,9 ± 3,4b	33,3 ± 1,6b	<0,001
Peso Testicular (kg)	0,08 ± 0,05 a	0,15 ± 0,08a	0,19 ± 0,07a	0,180 ± 0,10a	0,050
IGS (%)	0,04 ± 0,02a	0,07 ± 0,04 a	0,09 ± 0,03a	0,09 ± 0,05a	0,043

Medias e desvio-padrão (nível de significância; $p < 0,05$). Letras diferentes na mesma linha indica diferença estatística.

Na tabela 4 estão representados os níveis séricos de testosterona, T3 e T4 entre os grupos experimentais. De acordo como os dados, foi observado aumento dos níveis de testosterona nos animais tratados com a variedade IPA Sertânia em relação ao grupo que recebeu feno de capim elefante ($p = 0,025$).

Em relação aos animais que receberam palma Orelha de Elefante Mexicana e Miúda não se constatou alteração de testosterona em relação aos tratados com feno de capim elefante. Entres os grupos tratados com palma forrageira não se constatou diferença estatística.

De acordo com análise dos níveis séricos de triiodotirosina (T3), os animais alimentados por palma miúda ($p = 0,002$) e IPA Sertânia ($p = 0,032$) tiveram um aumento no nível de T3 quando comparado ao grupo controle tratado com feno capim

elefante. Entre os grupos tratados com palma miúda e orelha de elefante mexicana, constatou-se aumento nos níveis séricos do referido hormônio dos animais tratados com palma miúda ($p = 0,019$).

Os níveis séricos de tiroxina (T4) tiveram aumento no grupo alimentado com palma forrageira miúda em comparação ao grupo tratado com feno capim elefante ($p = 0,005$).

Tabela 4. Níveis séricos (ng/dL) de testosterona, triiodotironina (T3), tiroxina (T4) de ovinos SRD alimentados durante 63 dias com feno de capim elefante (GC), palma orelha de elefante mexicana (GOEM), palma miúda (GM) e palma IPA Sertânia (Glp)

Grupos Experimentais					
Hormônios	GCE (n=8)	GPM (n=8)	Glp (n=8)	GOEM (n=8)	Valor p
Testosterona (ng/dL)	0,63 ± 0,35a	2,6 ± 3,53ab	8,72 ± 6,70b	5,51 ± 5,93ab	0,041
T3 (ng/dL)	2,40 ± 0,47a	3,5 ± 0,18bc	3,23 ± 0,78c	2,64 ± 0,46ac	0,002
T4 (ng/dL)	0,69 ± 0,11a	0,9 ± 0,054b	0,75 ± 0,14ab	0,75 ± 0,091ab	<0,007

Medias e desvio-padrão (nível de significância; $p < 0,05$). Letras diferentes na mesma linha indica diferença estatística.

De acordo com a análise do estresse oxidativo (Tabela 6 e figura 8), ocorreu aumento significativo nos níveis de catalase no grupo alimentando com palma miúda com relação aos demais tratamentos (GC $p=0,002$; GOEM $p= 0,005$; Glp $p=0,035$). Já no MDA, o grupo feno de capim elefante ($p=0,006$) e palma miúda ($p=0,008$), tiveram um aumento significativo com relação ao grupo tratado com palma IPA Sertânia. A análise de superóxido dismutase (SOD) e glutatona não apresentaram diferença significativa entre os grupos

Figura 8. Análise de Catalase, MDA, Glutaciona e SOD de carneiros tratados com feno de capim elefante (GC), miúda (GM), orelha de elefante mexicana (GOEM) e IPA Sertânia (GI).

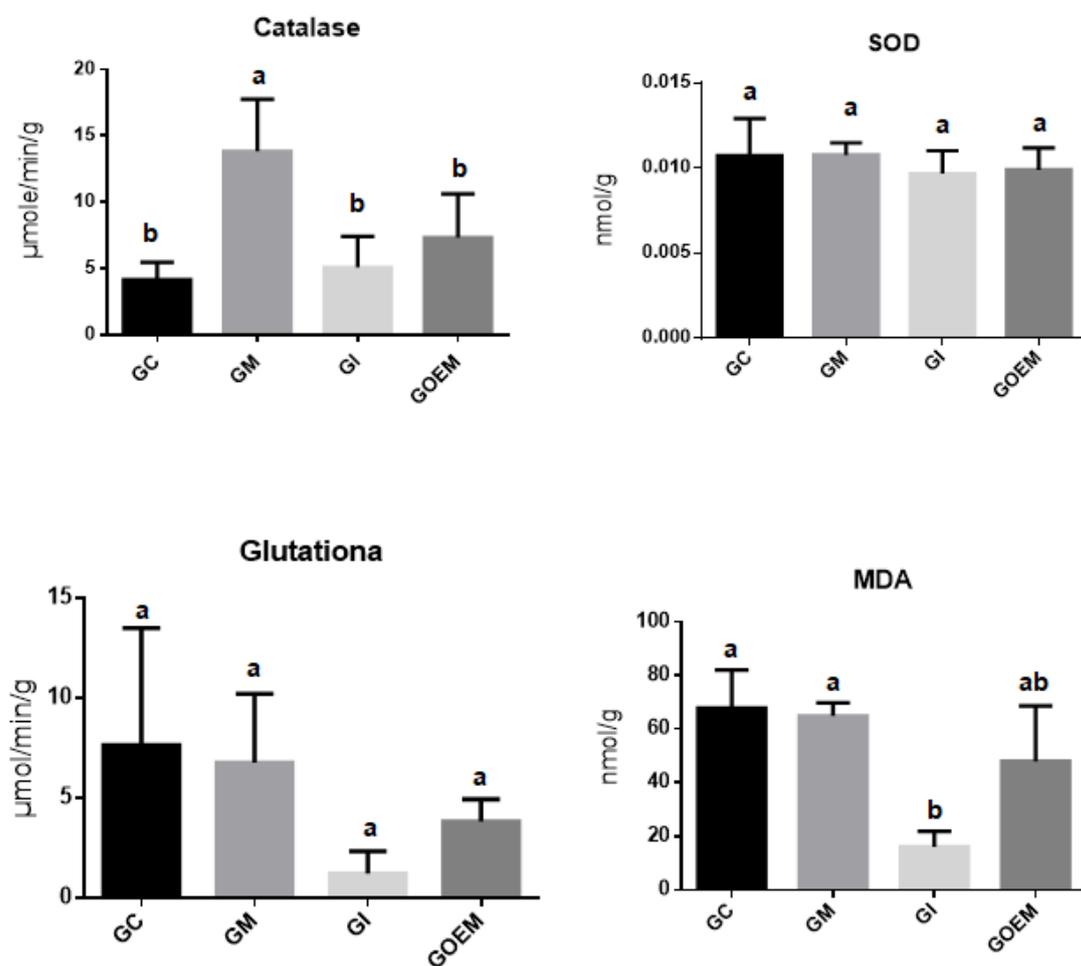


Tabela 5. Níveis de Catalase ($\mu\text{mole}/\text{min}/\text{g}$), superóxido desmutase (nmol/g), glutationa ($\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}$) e malondialdeído (nmol/g) de tecido testicular de ovinos SRD alimentados durante 63 dias com feno de capim elefante (GC), palma orelha de elefante mexicana (GOEM), palma miúda (GM) e palma IPA Sertânia (Glp).

Grupos Experimentais					
	GCE (n=8)	GPM (n=8)	Glp (n=8)	GOEM (n=8)	Valor P
Catalase ($\mu\text{mole}/\text{min}/\text{g}$)	4,1 \pm 1,3 b	13,8 \pm 3,9 a	7,3 \pm 3,3 b	5,1 \pm 2,3 b	0,423
SOD x 10³ (nmol/g)	1,1 \pm 2,0 a	1,1 \pm 8,0 a	9,4 \pm 1,4 a	10 \pm 1,0 a	0,575
Glutaciona ($\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}$)	7,6 \pm 5,9 a	6,8 \pm 3,4 a	1,2 \pm 1,1 a	3,8 \pm 1,1 a	0,265
MDA (nmol/g)	67,8 \pm 14,2 a	65,0 \pm 4,8 a	16,1 \pm 5,8 b	48,0 \pm 20,6 ab	0,004

Medias e desvio-padrão (nível de significância; $p < 0,05$). Letras diferentes na mesma linha indica diferença estatística

Parâmetros morfométricos testiculares tais como: diâmetro de túbulo, altura de epitélio, área tubular, área do lúmen e área do epitélio, podem ser observados na tabela 6. O grupo alimentado com palma IPA Sertânia teve maior diâmetro tubular quando comparado ao feno capim elefante, palma miúda e orelha de elefante mexicana. No que diz respeito à altura do epitélio, o grupo tratado com palma IPA Sertânia também apresentou um aumento em relação aos grupos alimentados com feno capim elefante ($p < 0,001$), palma orelha de elefante mexicana ($p < 0,001$) e palma miúda ($p < 0,001$). A área do lúmen e área do epitélio os animais do grupo IPA Sertânia aumentou em relação à todos os grupos, por outro lado, a área tubular do grupo arraçoado com palma miúda foi maior em relação ao que recebeu palma orelha de elefante mexicana na dieta ($p = 0,0035$)

Tabela 6 – Parâmetro morfométrico de diâmetro tubular e altura do epitélio (μm), de área tubular (μm^2) $\times 10^3$, área do lúmen (μm^2) $\times 10^3$ e área do epitélio (μm^2) $\times 10^3$ seminífero de testículo de tecido testicular de ovinos SRD alimentados durante 63 dias com feno de capim elefante (GC), palma orelha de elefante mexicana (GOEM), palma miúda (GM) e palma IPA Sertânia (Glp). Medias e desvio-padrão (nível de significância; $p < 0,05$). Letras diferentes na mesma linha indica diferença estatística

Grupos Experimentais					
Parâmetro morfométrico	GCE (n=8)	GPM (n=8)	Glp (n=8)	GOEM (n=8)	Valor P
Diâmetro Tubular (μm)	176,5 \pm 41,72a	229,9 \pm 38,8a	405,7 \pm 60,5b	110,1 \pm 80,2ac	<0,001
Altura do Epitélio (μm)	49,1 \pm 10,50a	54,3 \pm 14,9a	96,6 \pm 13,5b	27,1 \pm 20,7ac	<0,001
Área Tubular (μm^2) $\times 10^3$	32,2 \pm 15,9b	35,6 \pm 28,9b	16,8 \pm 45,0a	15,8 \pm 20,5b	<0,001
Área do Lúmen (μm^2) $\times 10^3$	10,4 \pm 28,4b	13,6 \pm 12,0ab	46,2 \pm 35,4a	1,3 \pm 0,6b	<0,001
Área do Epitélio (μm^2) $\times 10^3$	23,1 \pm 10,8ac	42,1 \pm 10,5c	112,1 \pm 26,3b	12,5 \pm 16,3c	<0,001

Medias e desvio-padrão (nível de significância; $p < 0,05$). Letras diferentes na mesma linha indica diferença estatística

As análises histopatológicas constataram diferentes níveis de degeneração testicular em todos os grupos experimentais. O processo degenerativo testicular foi caracterizado pela atrofia tubular, redução na altura do epitélio germinativo, vacuolização e necrose de células germinativas, vacuolização de células de Sertoli, descamação de células germinativas para lume tubular, aumento do espaço Inter tubular.

Contudo é importante ressaltar que dentre os grupos tratados com palma miúda, orelha de elefante e IPA Sertânia, grupo IPA Sertânia possuía alterações qualitativas e morfométricas nos túbulos seminíferos relevantes quando comparados aos demais grupos experimentais. Na figura 9 podemos observar fotomicrografias do parênquima testicular de ovinos submetidos a diferentes tipos dieta. Na figura 9A e 9B são os animais do grupo controle tratados com feno de capim elefante, na figura 9C e 9D animais tratados com palma IPA Sertânia, 9E e 9F tratamento com palma miúda e na figura 9G e 9H imagens do parênquima testicular de animais tratados com orelha de

elefante mexicana. A Figuras 9A mostra degeneração do parênquima testicular. A atrofia de túbulo seminífero (TS) é mostrada pela seta curta enquanto que a seta longa mostra a presença de descamação de células do epitélio germinativo. Na imagem 9B, mostra o aumento do espaço intertubular (EIT) e vacuolização de Sertoli (VS). A seta curta revela a diminuição do tamanho das células de Leydig, células em apoptose são exibidas pela seta longa enquanto que a cabeça de seta mostra espermatídes arredondas descamando. A Figura 9C mostra degeneração do parênquima testicular e atrofia de túbulo seminífero (TS). A redução do epitélio germinativo está sendo sinalizada pela seta, ao mesmo tempo que a estrela mostra a descamação de células arredondas para o interior do lúmen. Na Figura 9D o desprendimento das espermatídes arredondas do epitélio germinativo está sendo mostrado através da seta, além de revelar espaço Linfático (EL) e espaço intertubular (EIT). A medida que a seta longa mostra a presença de necrose de célula germinativa. Na Figura 9E a estrela aponta a degeneração de epitélio germinativo, sendo Figura 9F possível notar espermatídes arredondadas descamadas no lúmen do túbulo mostradas pela seta curta e células germinativas em necrose indicadas pela seta longa. Figura 9G. constata-se os túbulos seminíferos (TS) com degeneração de epitélio germinativo indicado pela seta, ao passo que na Figura 9H. nota-se estreitamento do espaço intertubular indicado pela estrela, vacuolizações de células de Sertoli no epitélio germinativo mostradas pela seta curta e necrose de células germinativas apontadas por seta.

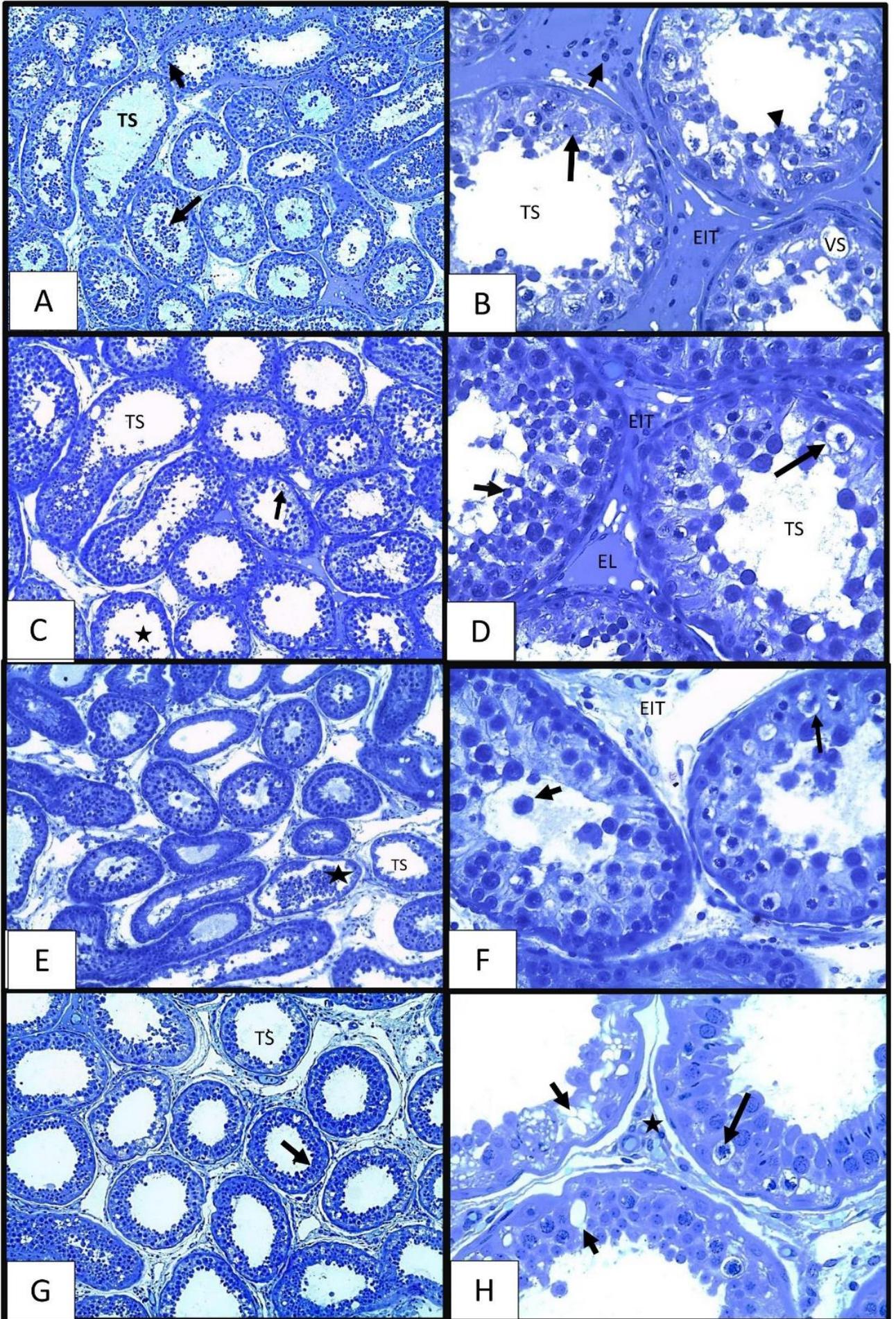


Figura 9A. Parênquima testicular de ovino arraçoado com feno de capim elefante. Observar degeneração do parênquima testicular, atrofia de túbulo seminífero (TS) e a presença de descamação de células do epitélio germinativo (seta). 100X **Figura 9B.** aumento do espaço intertubular (EIT), diminuição do tamanho das células de Leydig (seta curta) e vacuolização de Sertoli (VS), células em apoptose (seta longa) e espermátides arredondas descamando (cabeça de seta). 400X

Figura 9C. Parênquima testicular de ovino arraçoado com palma forrageira IPA Sertânia. Observar degeneração do parênquima testicular, atrofia de túbulo seminífero (TS), redução do epitélio germinativo (seta), descamação de células arredondas para o interior do lúmen (estrela). 100X **Figura 9D.** Observar desprendimento das espermátides arredondas do epitélio germinativo (Seta). Espaço Linfático (EL). Espaço intertubular (EIT). Notar necrose de célula germinativa (Seta Longa).400X

Figura 9E. Parênquima testicular de ovino arraçoado com palma forrageira Miúda. Observar atrofia de túbulos seminíferos (TS), degeneração de epitélio germinativo (estrela) 100X **Figura 9F.** Observar espermátides arredondadas descamadas no lúmen do túbulo (seta curta) e células germinativas em necrose (Seta). Espaço intertubular (EIT).400X

Figura 9G. Parênquima testicular de ovino arraçoado com palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (OEM). Observar os túbulos seminíferos (TS) com degeneração de epitélio germinativo (seta).100X **Figura 9H.** Observar vacuolizações de células de Sertoli no epitélio germinativo (seta curta) e necrose de células germinativas (seta). Espaço intertubular (estrela). 400X

Discussão

A nutrição é um fator limitante tanto físico quanto sexual em carneiros (PIRES & RIBEIRO, 2006). O volume do testículo está intrinsecamente ligado ao peso corporal do animal (DYRMUNDSSON, 1973) bem como a concentração de hormônios sexuais (FREITAS & NUNES, 1992). Desta forma o peso testicular pode ser utilizado como parâmetro de prolificidade dos ovinos machos (ELOY ET AL. 2008)

No presente estudo, não houve variação dos peso testiculares nos grupos experimentais. Os animais alimentados com diferentes tipos de palma obtiveram ganho de peso corporal mais eficientemente, quando comparados com aqueles que receberam a dieta de feno de capim elefante. A quantidade e qualidade de forragem oferecida influencia no desenvolvimento do ovino, estimulando o início precoce da puberdade e no sucesso reprodutivo (MANCIO et al., 2005). Machos subnutridos apresentam uma puberdade tardia e diminuição da qualidade seminal (PACHECO et al., 2012). Neste experimento, não houve variação na qualidade nem tampouco na quantidade da dieta oferecida.

O peso testicular é um parâmetro importante para definir a capacidade reprodutiva do animal uma vez que este tem relação direta com a produção espermática (NETO & DA SILVA, 2017). Segundo os nossos resultados a dieta a base de feno ou a adição de palma forrageira não interferiram neste parâmetro.

Todos os grupos experimentais no presente trabalho possuíam diferentes graduações de degenerações no epitélio seminífero. Contudo, o grupo tratado com feno capim elefante foi o que apresentou maior gravidade nas lesões. Desta maneira convém dizer que, os danos no parênquima testicular, apresentados em todos os grupos, fez com que o pesos testiculares não variassem entre si.

Existe uma relação entre os animais de escores corporais baixos com perda de tecido testicular, o que implica numa variação nutricional, resultando em ganho ou perda de peso (OLDHAM et al., 1978; MASTERS AND FELS, 1984), demonstrando, que a nutrição afeta o desenvolvimento gametogênico (Martin & WALKDEN BROWN, 1995).

O índice gonadossomático (IGS) está ligado a produção espermatogênica, visto que apresenta uma forte ligação com produção espermática e peso testicular, seu valor corresponde a relação entre o peso de ambos os testículos alocada no peso corporal (BARBOSA et al., 2012). Neste experimento, os valores do IGS não diferiram entre os tratamentos, indicando que houve proporcionalidade entre ganho/perda de peso testicular e corporal.

A testosterona, produzida pelas células de Leydig, influencia diretamente no aparecimento das características sexuais secundárias, aparecimento da libido, início da espermatogênese (ELOY et al., 1998) e funcionalidade das glândulas sexuais acessórias (LANNING et al. 2002). No presente experimento, animais tratados com palma forrageira tiveram níveis séricos de testosterona superior em relação àqueles arraçados com feno de capim elefante, sendo o grupo tratado com IPA Sertânia o que apresentou maior nível dentre os tratamentos.

Com relação aos hormônios tireoidianos, estudos demonstram uma ação direta destes hormônios com a função testicular, desempenhando um papel estimulatório sob as células de Leydig no processo de esteroidogênico (WAJNER et al., 2009). Segundo Krassas & Pontikides (2004), o hipotireoidismo apresenta ligação com a diminuição dos níveis de testosterona plasmática.

De acordo com os resultados observados, notou-se que os animais alimentados com palma forrageira tiveram maiores níveis de T3 e T4 quando relacionados aos animais arraçoados com feno de capim elefante. Desta maneira, este resultado está em concordância com a literatura supracitada, visto que os níveis de testosterona também foram maiores nos animais arraçoados com palma forrageira

Os achados mais comuns na degeneração do parênquima testicular é a atrofia dos túbulos seminíferos, vacuolização de Sertoli, espessamento da membrana basal, diminuição do epitélio germinativo, fibrose intersticial (FOSTER et al, 2009).

A utilização de feno capim elefante, tanto na dieta total quanto na parcial, é recorrente, no entanto, não apresenta correlação na degeneração testicular nem parâmetros reprodutivos como produção espermática diária, motilidade, circunferência escrotal e morfometria (RODRIGUES et al. 2010; ARAÚJO et al. 2018).

Em análise histopatológica realizada no presente estudo, foi observado que todos os grupos tiveram degeneração testicular, sendo o grupo tratado com dieta à base de feno capim elefante o que tiveram maior grau de lesão, enquanto que os animais tratados com palma forrageira tiveram maior preservação do epitélio germinativo

O tecido testicular e a membrana plasmática dos espermatozoides são ricos em ácidos graxos poliinsaturados (AGP). Este AGP vai estar relacionado a fluidez e estruturação do espermatozoide que permite a capacitação no momento da fertilização, no entanto este AGP é muito sensível ao ataque de ROS, o que acaba levando a degeneração das células germinativas empobrecendo o ciclo espermatogênico. (ALY et al.2018). Os dados observados neste trabalho, demonstram que em nenhum dos tratamentos foi observado um processo espermatogênico normal, diante das lesões encontradas nos túbulos. Na análise morfométrica é possível perceber que ocorre a diminuição na altura do epitélio germinativo, característica esta determinante na redução do processo espermatogênico ou degeneração testicular.

Em pesquisa realizada em ratos recebendo extrato de *Opuntia sp*, observou-se, que mesmo em diferentes concentrações, mostrou ter potencial em reverter infertilidade nos machos, reduzindo lesões testiculares no diâmetro do túbulo e altura de epitélio germinativo (RAMYA et al. 2017).

Provavelmente, fatores ambientais podem ter influenciado na degeneração testicular reportada no presente trabalho. Pesquisas voltadas a análises da ação da dieta de palma forrageira no parênquima testicular de ovinos ainda são muito escassa, no entanto o uso de palma forrageira demonstraram grande potencial em reversão de infertilidade (RAMYA et al. 2017; CHAUHAN et al. 2010; HFAiEDH et al 2014). Desta maneira não podemos atribuir a utilização dos diferentes tipos de dieta neste experimento ao processo degenerativo observado no testículo.

Pesquisas realizadas com ratos, mostraram que o estresse oxidativo e a produção de ROS estão relacionados negativamente aos níveis de testosterona nos animais (TURNER et al 2008). A catalase e a glutathione são enzimas que atuam no sentido de prevenção na formação de radicais, sendo ambas incumbidas de evitar o acúmulo de peróxido de hidrogênio (BARBOSA et al. 2010). O peróxido de hidrogênio é um dos principais ROS e sua presença nas células, mesmo em níveis mais baixos, induz a apoptose, causando degeneração tecidual (DING.et al. 2017).

No presente experimento foi possível observar menor nível de catalase nos animais arraçados com feno de capim elefante. A redução dos níveis das enzimas catalase corroboram com Hfaiedh et al. (2008), já que o baixo nível desta enzima implica em níveis elevados de peroxidação lipídica, que consiste em uma reação para formação de hidroperóxidos causando oxidação de diversas moléculas de ácidos graxos (JIALAL & GRUNDY, 1992). A catalase atua eliminando o H₂O₂ advindo da reação do superóxido dismutase evitando dano tecidual, desta forma, quando a catalase não atua de forma efetiva, ocorre o acúmulo de peróxido de hidrogênio levando a inativação da SOD (ALY et al. 2018).

O malondialdeído (MDA) é o principal produto da oxidação de ácido graxos, sendo, portanto, um dos principais marcadores da presença de peroxidação lipídica. O aumento do MDA pode levar a infertilidade, uma vez que, além de modificar a estrutura da membrana interrompendo o mecanismo celular, ocorre a degradação de DNA e proteína podendo levando a um processo degenerativo (LUCZAJ et al 2003).

No presente experimento, a dieta utilizando palma da variedade IPA Sertânia foi capaz de reduzir os níveis de peroxidação lipídica testicular em relação aos demais grupos.

Apesar de todos os grupos apresentarem degeneração, os níveis das lesões degenerativas presentes no parênquima testicular do grupo tratado com feno capim

elefante foram mais severos quando comparados com os animais cuja dieta continha palma forrageira, quando observamos os níveis de catalase na palma miúda, nota-se um aumento na concentração em relação aos demais grupos, levando a acreditar que a elevação na produção desta enzima ocorra como resposta ao dano tecidual sofrido, enquanto que no grupo controle, o aumento do MDA vem seguido pela diminuição da catalase, indicando que não houve o estímulo à produção de enzimas responsáveis pela homeostase redox,

A degeneração testicular geralmente está correlacionada com mudanças no controle de termorregulação (CELEGHINI et al. 2017), que pode ocorrer devido a mudanças ambientais, infecções ou em caso de carência nutricional (GOFF et al, 2006). As degenerações observadas neste trabalho não podem ser associadas a nenhuma das dietas utilizadas, no entanto, pode-se atribuir a palma forrageira a capacidade antioxidante, diminuindo a gravidade das lesões e obtendo resposta no equilíbrio oxidativo

Conclusão

A palma miúda teve influência positiva nos parâmetros testiculares relacionados diretamente com a produção espermática, sobre hormônios tireoidianos e enzima/indicadores relacionados a homeostase redox.

A degeneração testicular ocorreu em todos os grupos em graus variados, de maneira que não podemos atribuir aos diferentes tipos de palmas ou ao feno empregado na alimentação destes ovinos. Outros fatores devem ser considerados como responsáveis por este processo degenerativo testicular, muito provavelmente o estresse térmico ambiental.

A utilização dos diferentes tipos de palma durante o período experimental influenciou positivamente nos níveis séricos de testosterona em relação aos animais tratados com feno.

Este trabalho tem a importância de mostrar como estas forragens influenciam no sucesso reprodutivo dos ovinos haja vista que a palma é muito utilizada no semiárido Nordeste e existe uma escassez de pesquisas neste âmbito.

Referências

1. Aitken Rj, Baker Ma. Oxidative Stress, Sperm Survival And Fertility Control. *Mol Cell Endocrinol*. 2006;250:66–69.
2. Aitken, R. J., & Roman, S. D. (2008). Antioxidant Systems And Oxidative Stress In The Testes. *Oxidative Medicine And Cellular Longevity*, 1(1), 15-24.
3. Aké-Villanueva, J. R., Aké-López, J. R., Segura-Correa, J. C., Magaña-Monforte, J. G., & Aké-Villanueva, N. Y. (2017). Factors Affecting Conception Rate Of Hair Ewes After Laparoscopic Insemination With Chilled Semen Under Tropical Conditions. *Small Ruminant Research*.
4. Alves, F. A. L. (2015). Variabilidade Genética, Morfológica E Fitoquímica De Genótipos De Opuntia E Nopalea. (Tese De Doutorado). Universidade Federal Da Paraíba, Areia.
5. Andrade, S. F. J. D., Batista, Â. M. V., Carvalho, F. F. R. D., Lucena, R. B. D., Andrade, R. D. P. X. D., & Lima Júnior, D. M. D. (2016). Fresh Or Dehydrated Spineless Cactus In Diets For Lambs. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38(2), 155-161.
6. ARAÚJO, Jackson Victor De Et Al. Control Of Bovine Gastrointestinal Nematode Parasites Using Pellets Of The Nematode-Trapping Fungus *Monacrosporium Thaumassium*. *Ciência Rural*, V. 34, N. 2, P. 457-463, 2004. *Arthrotrys Robusta*. *Revista Brasileira Parasitologia Veterinária*, Rio De Janeiro, V. 7, N.2,
7. Astello-García, M. G., Cervantes, I., Nair, V., Santos-Díaz, M. Del. S., Reyes-Aguero, A., Guéraud, F., Negre-Salvayre, A., Rossignol, M., Cisneros-Zevallos, L., & Rosa, A. P. B. De. La. (2015). Chemical Composition And Phenolic Compounds Profile Of Cladodes From *Opuntia* Spp. Cultivars With Different Domestication Gradient. *Journal Of Food Compositiona And Analysis*, 43(1), 119-130.
8. Azevêdo Dmmr, Martins Filho R, Alves Aa, Araújo Aa; Lôbo Rnb. Comportamento Sexual De Ovinos E Caprinos Machos:Uma Revisão. *Pubvet*, V.2, N.6, 2008. Disponível Em: [Http://Www.Pubvet.Com.Br/Artigos_Det.Asp?Artigo=130](http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=130)
9. Barbosa, L. P., Oliveira, R. L., Silva, T. M., Jesus, I. B., Garcez Neto, A. F., & Bagaldo, A. R. (2012). Morfometria Testicular De Cabritos Alimentados Com Óleo De Licuri (*Syagrus Coronata*). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 64(4), 804-809.
10. Barreiros, Albs. Et Al. Estresse Oxidativo: Relação Entre Geração De Espécies Reativas E Defesa Do Organismo. *Química Nova*, V. 29(1), P. 113-126. 2006.
11. Barros, C. G. C. O Potencial Do Mercado Árabe Para Caprinos E Ovinos. I Encontro Paraibano Sobre Potencial Mercadológico Da Caprinovinocultura, 1998, João Pessoa, P.15.
12. Bearden Jh, Fuquay Jw, Willard St. *Applied Animal Reproduction*. 6.Ed. Upper Saddle River: Pearson-Prentice Hall, 2004. 427p.
13. Belibasaki S, Kouimtzis S. Sexual Activity And Body And Testis Growth In Prepubertal Ram Lambs Of Friesland, Chios, Karagouniki And Serres Dairy Sheep In Greece. *Small Rumin Res*, V.37, P.109-113, 2000.
14. Beneš, L., Ďuračková, Z., & Ferenčík, M. (1999). Chemistry, Physiology And Pathology Of Free Radicals. *Life Sciences*, 65(18), 1865-1874.
15. Berndtson, W. E. Methods For Quantifying Mammalian Spermatogenesis: A Review. *Journal Of Animal Science*. V. 44, P. 817 - 833, 1977.

16. Bettencourt, E.M.V Caracterização De Parâmetros Reprodutivos Nas Raças Ovinas Merina Branca, Merina Preta E Campaniça Tese (Mestrado). Faculdade De Medicina Veterinária, Universidade De Lisboa, 1999
17. Bispo, S. V., Ferreira, M. D. A., Vêras, A. S. C., Batista, A. M. V., Pessoa, R. A. S., & Bleuel, M. P. (2007). Palma Forrageira Em Substituição Ao Feno De Capim-Elefante. Efeito Sobre Consumo, Digestibilidade E Características De Fermentação Ruminal Em Ovinos. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 36(6), 1902-1909.
18. Blache D., Chagas L.M., Blackberry M.A., Vercoe P.E. And Martin G.B., 2000. Metabolic Factors Affecting The Reproductive Axis In Male Sheep. In: *J. Reprod. Fertil.*, 120. P. 1-11.
19. Blache, D., & Martin, G. B. (2009). Focus Feeding To Improve Reproductive Performance In Male And Female Sheep And Goats—How It Works And Strategies For Using It. In *Options Méditerranéennes, Series A, Mediterranean Seminars (Vol. 85, Pp. 351-364)*.
20. Bueno, M.S.; Cunha E.A.; Santos, L.E. Santa Inês Sheep Breed In The Intensive Lamb Meat Production In The Southeast Region Of Brazil. In: *Global Conference On Conservation Of Domestic Animal Resources*, 5., 2000, Brasília.
21. Chauhan, S. Et Al. Biological Actions Of Opuntia Species. *Systematic Reviews In Pharmacy*, V. 1, N. 2, P. 146, 2010
22. Ciechanowska, M., Łapot, M., Mateusiak, K., & Przekop, F. (2010). Neuroendocrine Regulation Of GnRH Release And Expression Of GnRH And GnRH Receptor Genes In The Hypothalamus-Pituitary Unit In Different Physiological States. *Reproductive Biology*, 10(2), 85-124.
23. Clark, R.T. (1934). Studies Of Reproduction In Sheep. I. The Ovulation Rate Of The Ewe As Affected By The Plane Of Nutrition. *Anatomical Record* 60, 125 134.
24. Cohen, Mv. Free Radicals In Ischemic And Reperfusion Myocardial Injury: Is This Time For Clinical Trials? *Ann Intern Med*, V. 111, P. 918- 931. 1989.
25. Comporti, M. Three Models Of Free Radical-Induced Cell Injury. *Chem Biol Interact*, V. 72(1-2), P. 1-56. 1989.
26. Costa, Roberto Germano Et Al. Carne Caprina E Ovina: Composição Lipídica E Características Sensoriais. *Revista Brasileira De Saúde E Produção Animal*, V. 9, N. 3, 2008.
27. Cunha, M. V.; Santos, D. C.; Silva, M. C. Et Al. Características Agronômicas De Genótipos De Palma Forrageira (Opuntia E Nopalea) No Semi- Árido De Pernambuco. In: *Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia*, 45, Lavras-Mg, 2008. Anais ... 2008
28. Da Rocha, Luciana Porangaba Et Al. Desempenho Produtivo E Econômico De Cordeiros De Diferentes Genótipos Terminados Em Confinamento. *Revista Brasileira De Saúde E Produção Animal*, V. 17, N. 2, P. 262-271, 2016. Santos, A. A. D. (2009). Efeito Reativador De Oximas Frente À Inibição Da Enzima Acetilcolinesterase Cerebral Induzida Pelo Malation E Malaixon.
29. Da Silva Gonçalves, Michelle Et Al. Qualidade Sensorial Da Carne De Cabritos E Cordeiros Criados Na Região Das Palmas–Alto Camaquã. *Revista Científica Rural*, V. 17, N. 1, P. P. 36-45, 2017.
30. De Aquino, Rafael Santos Et Al. A Realidade Da Caprinocultura E Ovinocultura No Semiárido Brasileiro: Um Retrato Do Sertão Do Araripe, Pernambuco. *Pubvet*, V. 10, N. 4, P. 271-281, 2016.
31. Deligeorgis, S.G., Chadio, S., Menegatos, J., 1996. Pituitary-Responsiveness To GnRH In Lambs Undernourished During Fetal Life. *Anim. Reprod. Sci.* 43, 113–121.

32. Deneke, sm; fanburg, bl. Regulation of cellular glutathione. *Am j physiol*, v. 257, p. 163-173. 1989.
33. Dickson ka, sanford lm. Breed diversity in fsh, lh and testosterone regulation of testicular function and in libido of young adult rams on the southeastern canadian prairies. *Small rumin res*, v.56, p.189-203, 2005.
34. Ehmcke, jens et al. Spermatogonia: origin, physiology and prospects for conservation and manipulation of the male germ line. *Reproduction, fertility and development*, v. 18, n. 2, p. 7-12, 2005.
35. Eloy, a. M. X., & santa rosa, j. (1998). Perfis plasmáticos de testosterona durante a puberdade de machos caprinos da raça moxotó. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 33(10), 1645-1652.
36. Elzoghby, E. M. A.; Sosa, G. A.; Mona, N. A. H. Postnatal Development Of The Sheep Testis.
37. Emater-rn, emparn, embrapa caprinos. Criação familiar de caprinos e ovinos no rio grande do norte: orientação para viabilização do negócio rural / organização de guilherme ferreira da costa lima et al; natal, 2006.
38. Farias ramos, j. P. D., mello vieira leite, m. L. D., oliveira junior, s. D., pereira do nascimento, j. O. S. É., & santos, e. (2011). Crescimento vegetativo de opuntia ficus-indica em diferentes espaçamentos de plantio. *Revista caatinga*, 24(3).
39. Farias, i., lira, m. A.; santos, d. C. Et al. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com o sorgo granífero, no agreste de pernambuco. *Pesquisa agropecuária brasileira*. V. 35, n.2, p. 341-347. 2000.
40. Ferreira, m.a.; pessoa, r.a.s.; silva, f.m.produção e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. Publicado: anais do i congresso brasileiro de nutrição animal, setembro, 2008/ceará.
41. Foster R.A. 2009. Sistema Reprodutivo Do Macho, P.1317-1348. In: Mcgavin M.D. & Zachary J.F. (Eds), *Bases Da Patologia Veterinária*. 4ª Ed. Elsevier, Rio De Janeiro.
42. Franca lr, becker-silva sc, chiarini-garcia h.. The length of the cycle of seminiferous epithelium in goats (*capra hircus*). *Tissue cell*. 1999;31: 274–280.
43. Franca lr, cardoso fm. Duration of spermatogenesis and sperm transit time through the epididymis in the piau boar. *Tissue cell*. 1998;30: 573–582.
44. França, I. R.; becker-silva, s. C.; chiarini-garcia, h. The length of the cycle of seminiferous epithelium in goats (*capra hircus*). *Tissue and cell*, v. 31, n. 3, p. 274-280, 1999.
45. Fridovich, I. (1975). Superoxide Dismutases. *Annual Review Of Biochemistry*, 44(1), 147-159.
46. Galleano, M; Puntarulo, S. Role Of Antioxidants On The Erythrocytes Resistance To Lipid Peroxidation After Acute Iron Overload In Rats. *Biochim Biophys Acta*, V. 1271(2-3), P. 321-326. 1995.
47. Gillham, B. Et Al. *Wills: Biochemical Basis Of Medicine*. 3. Ed. Oxford: Reed Educational And Professional Publishing Ltd, 1997: 196- 202.
48. Gordon I. *Controlled Reproduction En Sheep And Goats*. Wallingford, Uk: Cab International, 1999. V.2.
49. Granados, Luis Bernabe Castillo. Aspectos Gerais Da Reprodução De Caprinos E Ovinos / Luis Bernabe Castillo Granados, Ângelo José Burla Dias E Monique Pessanha De Sales. – 1º Ed. Campos Dos Goytacazes – 2006 1º Projeto Proex/Uenf

50. Gunn, R.G., Sim, D., Hunter, E.A., 1995. Effects Of Nutrition In Utero And In Early Life On The Subsequent Lifetime Reproductive Performance Of Scottish Blackface Ewes In Two Management Systems. *Anim. Sci.* 60, 223–230
51. Gupta Rs, Sharma R, Sharma A, Chaudhudery R, Bhatnager Ak, Dobha Mp, Et Al. Antispermatic Effect And Chemical Investigation Of *Opuntia Dillenii*.
52. Hafez B, Hafez E. *Reprodução Animal*. 7.Ed. Barueri: Manole, 2004. 582p
53. Hales Db, Allen Ja, Shankara T, Et Al. Mitochondrial Function In Leydig Cell Steroidogenesis. *Ann N Y Acad Sci.* 2005;1061:120–134.
54. Halliwell, B; Gutteridge, Jmc. Role Of Free Radicals And Catalytic Metal Ions In Human Disease: An Overview. *Methods Enzymol*, V. 186, P. 1-85. 1990.
55. Halliwell, B. (1999). Antioxidant Defence Mechanisms: From The Beginning To The End (Of The Beginning). *Free Radical Research*, 31(4), 261-272.
56. Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). *Free Radicals In Biology And Medicine*. Oxford University Press, Usa.
57. Hebbel, Rp. Erythrocyte Antioxidants And Membrane Vulnerability. *J Lab Clin Med*, V. 107, P. 401-404. 1986.
58. Hershko, C. Mechanism Of Iron Toxicity And Its Possible Role In Red Cell Membrane Damage. *Semin Hematol*, V. 26, P. 277-285. 1989.
59. Hikim, A. P.; Clegg, E. D. (Eds.). *Histological And Histopathological Evaluation Of The Testis*. Florida: Cache River Press. P. 1 - 40, 1990a.
60. Hoffman, R.R. Anatomy Of The Gastro-Intestinal Tract. In: Church, D.C.(Ed.). *The Ruminant Animal: Digestive Physiology And Nutrition*. Portland, O&B Books, Inc.,P.14-43, 1988.
61. Holdcraft, R. W.; Braum, R. E. Hormonal Regulation Of Spermatogenesis. *International Journal Of Andrology*. V. 27, P. 335 - 342, 2004.
62. Jainudeen M.R. & Hafez E.S.E. 2004. Falhas Reprodutiva Em Machos. In: Hafez E.S.E. & Hafez B. (Eds), *Reprodução Animal*. 7ª Ed. Trad. Renato Campanarut Barnabe. Manole, Barueri, Sp.
63. JIMENO, V. et al. Interacción-Reproducción en ovinos de leche. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001.
64. Krassas GE, Pontikides N. Male reproductive function in relation with thyroid alterations. *Best Pract Res – Clin Endocrinol Metab.*2004;18(2):183-95.
65. Kumar TR, Muralidhara Male-mediated dominant lethal mutations in mice following prooxidant treatment. *Mutat Res.* 1999;444:145–149.
66. Ladewig J, Price EO, Hart BL. Flehmen and vomeronasal organ function in male goats. *Physiol Behav*, v.24, p.1067-1071, 1980.
67. Leão, André Gustavo Et Al. Características Nutricionais Da Carne De Cordeiros Terminados Com Dietas Contendo Cana-De-Açúcar Ou Silagem De Milho E Dois Níveis De Concentrado. *Revista Brasileira De Zootecnia*, P. 1072-1079, 2011.
68. LEBLOND, C. P.; CLERMONT, Y. Definition of the stages of the cycle of the seminiferous epithelium in the rat. *Annals of the New York Academy of Sciences*. V.55, p. 548 - 573, 1952.
69. LEVITT, J. Response of plants enviromental stress. Vol II. Water, radiation, salt and other stress. New York, 1980.
70. Lopes, E. B., de Brito, C. H., de Albuquerque, I. C., & de Luna Batista, J. (2010). Seleção de genótipos de palma forrageira (*Opuntia spp.*) E (*Nopalea spp.*) Resistentes à

cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) na Paraíba, Brasil. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 7(1).

71. LUETJENS, C. Marc; WEINBAUER, Gerhard F.; WISTUBA, Joachim. Primate spermatogenesis: new insights into comparative testicular organisation, spermatogenic efficiency and endocrine control. *Biological Reviews*, v. 80, n. 3, p. 475-488, 2005.

72. Madruga, M.S.; Sousa, W. H.; Rosales, M. D.; Cunha, M. D. G.; Ramos, J. L. F. Qualidade Da Carne De Cordeiros Santa Inês Terminados Em Diferentes Dietas. *Revista Brasileira De Zootecnia*. V. 344, N.1, P. 309-315, 2005

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

74. MAIA, M. S.; MEDEIROS, I. M.; LIMA. C. A. C. Características reprodutivas de carneiros no Nordeste do Brasil: parâmetros seminais. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v. 35, n. 2, p. 175-179, 2011.

75. Mancio, A.B.; Santiago, L.L.; De Tonissi, R.H.; De Goes, B.; Martins, L.F.; Cecon, P.R. Perímetro Escrotal E Idade À Puberdade Em Ovinos Merino Australiano Submetidos A Diferentes Regimes Alimentares. *Acta Sci. Anim. Sci. Maringá*, V. 27, N. 4, P. 449-457, 2005.

76. Martin Gb, Oldham Cm, Cognie Y, Pearce Dt. The Physiological Response Of Anovulatory Ewes To The Introduction Of Rams- A Review. *Livest Prod Sci*, V.15, P.219-247, 1986.

77. Martin Gb, Walkdenbrown Sw. Nutritional Influences On Reproduction In Mature Male Sheep And Goat. *J Reprod Fertil Suppl*, N.49, P.437-449, 1995.

78. Martin, B.; Golden, E.; Carlson, O. D.; Egan, J. M.; Mattson, M. P.; Maudsley, S., 2008: Caloric Restriction: Impact Upon Pituitary Function And Reproduction. *Ageing Research Reviews* 7, 209–224

79. Martins, S. C. C. Avaliação Do Potencial Biológico De Opuntia Ficus-Indica (Figueira Da Índia). Dissertação (Mestrado Em Ciências Farmacêuticas). Universidade Fernando Pessoa, Faculdade De Ciências Da Saúde, Porto, 2011.

80. Masters, D. G.; Fels, H. E., 1984: Seasonal Changes In The Testicular Size Of Grazing Rams. *Proceedings Of The Australian Society Of Animal Production* 15, 444–447.

81. Maurya Vp, Sejian V, Kumar D, Naqvi Mk. Effect Of Induced Body Conduction Score Differences On Sexual Behavior, Scrotal Measurements, Semen Attributes And Endocrine Responses In Malpura Rams Under Hot Semi-Arid Environment. *J Anim Physiol Anim Nutr*, V.94, P.E308-E317, 2010.

82. Mccord, J. M., & Fridovich, I. (1969). Superoxide Dismutase An Enzymic Function For Erythrocyte (Hemocyte). *Journal Of Biological Chemistry*, 244(22), 6049-6055.

83. Meister, A; Anderson, Me. Glutathione. *Annu Rev Biochem*, V.52, P. 711-760. 1983.

84. Mello Filho, Ac. Et Al. Cell Killing And Dna Damage By Hydrogen Peroxide Are Mediated By Intracellular Iron. *Biochem J*, V. 218, P. 273- 275. 1983.

85. Melo, A.A.S. Palma Forrageira Na Alimentação De Vacas Leiteiras. 2006. Disponível Em:<Www. Abz.Org.Br/Files.Php?File=Documentos/Airon_Melo...Pdf >. Acesso em: Nov/2017.

86. Middendorff R, Müller D, Mewe M, Mukhopadhyay Ak, Holstein Af, Davidoff Ms. 2002. The Tunica Albuginea Of The Human Testis Is Characterized By Complex Contraction And Relaxation Activities Regulated By Cyclic Gmp. *J Clin Endocrinol Metab* 87: 3486–3499

87. Moraes Neto, O.T., A. Rodrigues, A.C.A.Albuquerque E S. Mayer. 2003. Manual De Capacitação De Agentes De Desenvolvimento Rural (Adrs) para A Caprinovinocultura. Sebrae/Pb. João Pessoa. 114 P.
88. Naughton Ck, Nangia Ak, Agarwal A. Pathophysiology Of Varicoceles In Male Infertility. Hum Reprod Update. 2001;7:473–481
89. Neves, A.L.A.; Pereira, L.G.R.; Santos, R.D.; Voltolini, T.V.; De Araújo, G.G.L.; Moraes, S.A.; Aragão, A.S.L.; Costa, C.T.F. Plantio E Uso Da Palma Forrageira Na Alimentação De Bovinos Leiteiros No Semiárido Brasileiro. Embrapa - Juiz De Fora, Mg, Dezembro, 2010 (Comunicado Técnico 62)
90. Nieschlag, Eberhard; Behre, Hermann M.; Nieschlag, Susan (Ed.). Testosterone: Action, Deficiency, Substitution. Cambridge University Press, 2012.
91. Noori, S. (2012). An Overview Of Oxidative Stress And Antioxidant Defensive System. Open Access Scientific Reports, 1(8), 1-9.
92. Nrc, Nutrients Requirements Of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, And New World Camelids. 1. Ed. Washinton, D.C: National Academic Press, 362p., 2007. Isbn 0-309-10213-8.
93. Nunes, C. D. S. (2011). Usos E Aplicações Da Palma Forrageira Como Uma Grande Fonte De Economia Para O Semiárido Nordestino. Revista Verde De Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável, 6(1), 58-66.
94. Ohkura S., Ichimaru T., Itoh F., Matsuyama S. And Okamura H., 2004. Further Evidence For The Role Of glucose As A Metabolic Regulator Of Hypothalamic Gonadotropin-Releasing Hormone Pulse Generator Activity In Goats. In: Endocrinology, 145. P. 3239-3246.
95. Oliveira, J., Braga, E., Dias, P., Zacharias, F., Maranhão, A., Mendes, P. & Moura Filho, B. (1995). Avaliação Da Adoção Das Tecnologias Usadas Pelos Produtores De Caprinos E De Ovinos Tropicais Dos Estados Da Bahia, Piauí, Pernambuco E Ceará. *Encontro Da Sociedade Brasileira De Sistemas De Produção*, 2, 128-147.
96. Oliveira, V.S.; Ferreira, M.A.; Guim, A.; Modesto, E.C.; Lima, L.E.; Silva, F.M. Substituição Total Do Milho E Parcial Do Feno De Capim Tifton Por Palma Forrageira Em Dietas Para Vacas Em Lactação. Consumo E Digestibilidade. Publicado: Revista Brasileira Zootecnia, V.36, N.5, P.1419-1425, 2007
97. Pacheco, A.; Quirino, C. R. Comportamento Sexual Em Ovinos. Revista Brasileira De Reprodução Animal, V. 34, N. 2, P. 87-97, 2010.
98. Palma Forrageira No Nordeste Do Brasil : O Estado Da Arte / Por Juliana Evangelista Da Silva Rocha. — Dados Eletrônicos. — Sobral : Embrapa Caprinos E Ovinos, 2012. 40 P. : Il. — (Documentos / Embrapa Caprinos E Ovinos, Issn 1676-7659 ; 106).
99. Pederzolli, C. D. (2008). Papel Do Estresse Oxidativo Na Neurotoxicidade Da 5-Oxoprolina E Do Ácido N-Acetilaspártico Em Encéfalo De Ratos.
100. Pérez, B.; Mateos, E. Seasonal Variations In Plasma Testosterone Levels In Verata And Malagueña Bucks. Small Rum. Res., V.15, P.155- 162, 1995.
101. Rae, M. T., Kyle, C. E., Miller, D. W., Hammond, A. J., Brooks, A. N., & Rhind, S. M. (2002). The Effects Of Undernutrition, In Utero, On Reproductive Function In Adult Male And Female Sheep. *Animal Reproduction Science*, 72(1), 63-71.
102. Rae, M.T., Palassio, S., Kyle, C.E., Brooks, A.N., Lea, R.G., Miller, D.W., Rhind, S.M., 2001. Effect Of Maternal Undernutrition During Pregnancy On Early Ovarian Development And Subsequent Follicular Development In Sheep Fetuses. *Reproduction* 122, 915–922.

103. Rae, M.T., Rhind, S.M., Kyle, C.E., Miller, D.W., Brooks, A.N., 2002b. Maternal Undernutrition Alters Trinodothyronine Concentration And Pituitary Response To GnRh In Fetal Sheep. *J. Endocrinol.*, In Press
104. Rawlings, N.C. Changes In Circulating Hormone Concentrations, Testes Histology And Testes Ultrasonography During Sexual Maturation In Beef Bulls. *Theriogenology*, V.46, P.345-357, 1996
105. Rhind, S.M., Elston, D.A., Jones, J.R., Rees, M.E., Mcmillen, S.R., Gunn, R.G., 1998. Effects Of Restriction Of Growth And Development Of Brecon Cheviot Ewe Lambs On Subsequent Lifetime Reproductive Performance. *Small Rumin. Res.* 30, 121–126
106. Rodriguez, R.E.; Wise, M.E. Ontogeny Of Pulsatile Secretion Of Gonadotropin-Releasing Hormone In The Bull Calf During Infantile And Puberty Development. *Endocrinology*, V.124, P.248-256, 1989.
107. Rosa Hjd, Juniper Dt, Bryant Mj. The Effect Of Exposure To Oestrous Ewes On Rams' Sexual Behaviour, Plasma Testosterone Concentration And Ability To Stimulate Ovulation In Seasonally Anoestrous Ewes. *Appl Anim Behav Sci*, V.67, P.293-305, 2000
108. Ross, D; Moldeus, P. Antioxidant Defense Systems And Oxidative Stress. In Vigo-Pelfrey C (Ed): *Membrane Lipid Oxidation*. 1th Ed. Boca Raton, Crc Press 1991; 151-70.
109. Russell Ld, Ettlín Ra, Sinha Hikim Ap, Clegg Ed. Mammalian Spermatogenesis. Russell Ld, Ettlín Ra, Sinha Hikim Ap, Clegg Ed Eds. *Histological And Histopathological Evaluation Of The Testis*. Vienna, Ill: Cache River Press; 1990: 1–40.
110. RUSSELL, D.L.; ETTLIN, R.A.; SINHA HIKIM, A.P. Et Al. Mammalian Spermatogenesis. In: RUSSELL, D.L.; ETTLIN, R.A.; SINHA HIKIM, A.P. (Eds). *Histological And Histopathological Evaluation Of The Testis*. Bolesta: Cache River, 1990. P.1-40.
111. Russell, L.D., Ettlín, R.A., Sinha-Hikim, A.P. And Clegg, E.D. 1990. *Histological And Histopathological Evaluation Of The Testis*. Cache River Press, Clearwater, Florida.
112. Sáenz, C., Sepúlveda, E., & Matsuhira, B. (2004). Opuntia Spp Mucilage's A Functional Component With Industrial Perspectives. *Journal Of Arid Environments*, 57(3), 275-290.
113. Salganik, R. I. (2001). The Benefits And Hazards Of Antioxidants: Controlling Apoptosis And Other Protective Mechanisms In Cancer Patients And The Human Population. *Journal Of The American College Of Nutrition*, 20(Sup5), 464s-472s.
114. Santos, D. C. Dos; Farias, I.; Lira, M. De A.; Santos, M. V. F. Dos; Arruda, G.P. De; Coelho, R. S. B.; Dias, F. M.; Melo, J. N. De. Manejo E Utilização Da Palma Forrageira (Opuntia E Nopalea) Em Pernambuco. Recife: Ipa, 2006. 48p. (Ipa.Documentos, 30)
115. Santos, D. C., Lira, M. A., Silva, M. C., Cunha, M. V., Pereira, V. L. A., Farias, I, Felix, A. C. Características Agronômicas De Clones Palma Resistentes A Cochonilha Do Carmim Em Pernambuco In: Congresso Nordeste De Produção Animal, 2008, Aracaju. Anais Do V Congresso Nordeste De Produção Animal. Aracaju: Snpa, 2008.
116. Santos, D. D., Silva, M. C., Júnior, J. D., Lira, M. A., & Silva, R. M. (2014). Estratégias Para Uso De Cactáceas Em Zonas Semiáridas: Novas Cultivares E Uso Sustentável Das Espécies Nativas. *Revista Científica De Produção Animal*, 15(2), 111-121.
117. Santos, D.C.; Farias, I,Lira,M.A. Et Al. 1997. A Palma Forrageira (*Opuntia Fincus - Indica, Mill E Nopalea Cochenillifera, Salm Dyck*) Em Pernambuco: Cultivo E Utilização. Ipa, 23p. (Ipa. Documentos, 25).
118. Santos, M.V. F. ; Ferreira, M.A.; Batista, A.M. V. Valor Nutritivo E Utilização De Palma Forrageira Na Alimentação De Ruminantes. In: Menezes, R. S. C. ; Simões D. A. ; Sampaio, E. V. S. (Eds).A Palma No Nordeste Do Brasil Conhecimento Atual E Novas Perspectivas De Uso. 2ªed. Recife: Ed Universitária da Ufpe. P.143 - 158, 2005

119. Sañudo, C. La Calidad Organoléptica De La Carne Com Especial Referencia A La Especie Ovina: Factores Que La Determinam, Metodos De Medida Y Causas De Variacion. In: Curso International Sobre Producción De Ganado Ovino, 3., 1992, Zaragoza. Anais... Zaragoza: Inia, 1992. 117p.
120. Scheinvar, L. Taxonomia Das *Opuntias* Utilizadas. In: Agroecologia, Cultivos E Usos Da Palma Forrageira. Estudo Da Fao Em Produção E Proteção Vegetal N.132 Sebrae/Pb, 2001
121. Setchell Bp, Maddocks S, Brooks De. 1994. Anatomy, Vasculature, Innervation And Fluids Of The Male Reproductive Tract. In The Physiology Of Reproduction (Ed. Knobil E, Neill Jd), Pp. 1063–1175. Raven Press, New York.
122. Shan, X. Glutathione-Dependent Protection Against Oxidative Injury. *Pharmacol Ther*, V. 47, P. 61-71. 1990.
123. Sharpe, R. Regulation Of Spermatogenesis. In: Knobil, E.; Neill, J. D. (Ed.). *The Physiology Of Reproduction*. 2. Ed. New York: Raven Press, P. 1363 - 1434, 1994.
124. Silva, D., Silva, A., Lima, A. & Melo, J. (2004). Exploração Da Caatinga No Manejo Alimentar
125. Silva, F.G.; Tabosa, J. N.; De Araújo Filho, J.T.; Silva, S. G.; De Oliveira, J. C.. Projeto Em Desenvolvimento No Pólo Da Bacia Leiteira De Alagoas Governo Do Estado – Seagri, 2009. Disponível Em: <[Http://Www.Agricultura.Al.Gov.Br/Informativo/Folder%20sacharina%20fep.Pdf](http://www.agricultura.al.gov.br/informativo/folder%20sacharina%20fep.pdf)>. Acesso Em: Nov/2011.
126. Simonin, V., & Galina, A. (2013). Nitric Oxide Inhibits Succinate Dehydrogenase-Driven Oxygen Consumption In Potato Tuber Mitochondria In An Oxygen Tension-Independent Manner. *Biochemical Journal*, 449(1), 263-273.
127. Siqueira, E.R.; Roça, R.O.; Fernandes, S. Et Al. Características Sensoriais Da Carne De Cordeiros Das Raças Hampshire Down, Santa Inês E Mestiços Bergamácia X Corriedale Abatidos Com Quatro Distintos Pesos. *Revista Brasileira De Zootecnia*, Viçosa, V. 31, N. 3, P. 1269-1272, 2002.
128. 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.
129. Smith, Lb, Walker, W. H. The Regulation Of Spermatogenesis By Androgens. *Seminars In Cell And Developmental Biology*. V. 30, P. 2 - 13, 2014.
130. Snowden Gd, Stellflug Jn, Van Vleck Ld. Heritability And Repeatability Of Sexual Performance Scores Of Rams. *J Anim Sci*, V.80, P.1508-1511, 2002.
131. Sokol, R. J. (1989). Vitamin E And Neurologic Function In Man. *Free Radical Biology And Medicine*, 6(2), 189-207.
132. Souza Filho, P. F. D. (2014). Palma Forrageira (*Opuntia Ficus Indica* E *Nopalea Cochenillifera*) Como Matéria-Prima Para Produção De Etanol Celulósico E Enzimas Celulolíticas (Master's Thesis, Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte).
133. Stellflug Jn, Cockett Ne, Lewis Gs. The Relationship Between Sexual Behavior Classifications Of Rams And Lambs Sired In A Competitive Breeding Environment. *J Anim Sci*, V.84, P.463-468, 2006.
134. Stintzing, F. C., & Carle, R. (2005). Cactus Stems (*Opuntia* Spp.): A Review On Their Chemistry, Technology, And Uses. *Molecular Nutrition & Food Research*, 49(2), 175-194.
135. Tan Ka , De Gendt K , Atanassova N , Walker M , Sharpe Rm , Saunders Pt , Denolet E , Verhoeven G 2005 The Role Of Androgens In Sertoli Cell Proliferation And Functional

- Maturation: Studies In Mice With Total Or Sertoli Cell-Selective Ablation Of The Androgen Receptor. *Endocrinology* 146:2674–2683
136. Vasconcelos, A. D., Lira, M. D. A., Cavalcanti, V. L. B., Santos, M. D., & Willadino, L. (2009). Seleção De Clones De Palma Forrageira Resistentes À Cochonilha-Do-Carmim (*Dactylopius* Sp). *Revista Brasileira De Zootecnia*, 38(5), 827-831.
 137. SHIBATA, Luciana Watanabe. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DO QUEIJO DE COALHO CONDIMENTADO PRODUZIDO A PARTIR DO LEITE DE CABRA CONGELADO. 2018. Wajner, S. M., Wagner, M. S., & Maia, A. L. (2009). Clinical Implications Of Altered Thyroid Status In Male Testicular Function. *Arquivos Brasileiros De Endocrinologia & Metabologia*, 53(8), 976-982.
 138. Walker, W. H.; Cheng, J. Fsh And Testosterone Signaling In Sertoli Cells. *Reproduction*. V. 130, P. 15 - 28, 2005.
 139. Ward, R. J., & Peters, T. J. (1995). *Free Radicals. Clinical Biochemistry: Metabolic And Clinical Aspects*. New York: Churchill Livingstone, 765-777.
 140. Wendel, A. (1981). [44] Glutathione Peroxidase. *Methods In Enzymology*, 77,325-333.
 141. Wistuba, Joachim Et Al. Organization Of Seminiferous Epithelium In Primates: Relationship To Spermatogenic Efficiency, Phylogeny, And Mating System. *Biology Of Reproduction*, V. 69, N. 2, P. 582-591, 2003.
 142. Wistuba, Joachim; Stukenborg, Jan-Bernd; Luetjens, C. Marc. Mammalian Spermatogenesis. *Functional Development And Embryology*, V. 1, N. 2, P. 99-117, 2007
 143. Xavier Gc. 2007. Efeito Da Suplementação Alimentar Com Selênio + Vitamine “E” Em Caprinos Submetidos A Insulação Escrotal. 23f. Dissertação (Mestrado Em Ciência Veterinária) – Programa De Pós-Graduação, Universidade Federal Rural De Pernambuco.
 144. Yoshikawa, T., & Naito, Y. (2002). What Is Oxidative Stress?. *Japan Medical Association Journal*, 45(7), 271-276.
 145. LANNING, Lynda L. Et Al. Recommended Approaches For The Evaluation Of Testicular And Epididymal Toxicity. *Toxicologic Pathology*, V. 30, N. 4, P. 507-520, 2002.
 146. ELOY, Angela Maria Xavier; SANTA ROSA, Janete. Perfis Plasmáticos De Testosterona Durante A Puberdade De Machos Caprinos Da Raça Moxotó. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, V. 33, N. 10, P. 1645-1652, 1998.
 147. Ramya, M. C. Et Al. Reversible Antifertility Effect Of *Opuntia Elatior* Mill. Fruit Extract. *International Journal Of Reproduction, Contraception, Obstetrics And Gynecology*, V. 4, N. 2, P. 392-397, 2017.
 148. CELEGHINI, Eneiva Carla Carvalho Et Al. Degeneração Testicular: Visão Científica. 2ª Reunião Da Associação Brasileira De Andrologia Animal (ABRAA) ANAIS, P. 30, 2017.
 149. Goff, J. P. Vitaminas. In: Reece, W. O. *Fisiologia Dos Animais Domésticos*. 12. Ed. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. P. 520
 150. . HFAIEDH, Mbarka; BRAHMI, Dalel; ZOURGUI, Lazhar. Protective Role Of Cactus Cladodes Extract On Sodium Dichromate-Induced Testicular Injury And Oxidative Stress In Rats. *Biological Trace Element Research*, V. 159, N. 1-3, P. 304-311, 2014.
 151. TURNER, Terry T.; LYSIAK, Jeffrey J. Oxidative Stress: A Common Factor In Testicular Dysfunction. *Journal Of Andrology*, V. 29, N. 5, P. 488-498, 2008.
 152. SWELUM, Ayman Abdel-Aziz Et Al. Effect Of Sexual Excitation On Testosterone And Nitric Oxide Levels Of Water Buffalo Bulls (*Bubalus Bubalis*) With Different Categories Of Sexual Behavior And Their Correlation With Each Other. *Animal Reproduction Science*, V. 181, P. 151-158, 2017.

153. Jialal, I., Grundy, S.D. Influence Of Antioxidant Vitamins On Ldl Oxidation. *Annals Of The New York Academy Of Sciences*, New York, V.669, N.30, P.239-248, 1992.
154. Hfaiedh, Mbarka; Brahmi, Dalel; Zourgui, Lazhar. Protective Role Of Cactus Cladodes Extract On Sodium Dichromate-Induced Testicular Injury And Oxidative Stress In Rats. *Biological Trace Element Research*, V. 159, N. 1-3, P. 304-311, 2014.
155. BARBOSA, Kiriaque Barra Ferreira Et Al. Oxidative Stress: Concept, Implications And Modulating Factors. *Revista De Nutrição*, V. 23, N. 4, P. 629-643, 2010.
156. Ding, Xiao Et Al. Protective Effect Of Dhea On Hydrogen Peroxide-Induced Oxidative Damage And Apoptosis In Primary Rat Leydig Cells. *Oncotarget*, V. 8, N. 10, P. 16158, 2017.
157. Luczaj W, Skrzydlewska E (2003) Dna Damage Caused By Lipid Peroxidation Products. *Cell Mol Biol Lett* 8:91–413
158. ALY, Hamdy AA; HASSAN, Memy H. Potential Testicular Toxicity Of Gentamicin In Adult Rats. *Biochemical And Biophysical Research Communications*, 2018.
159. BARROS JUNIOR, C. P. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos em diferentes raças de caprinos na Região Nordeste brasileira. *Embrapa Meio-Norte-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
160. Dieterich, S.; Bielick, U.; Beulich, K.; Hasenfuss, G.; Prestle, J. *Circulation* 2000, 101 (1), 33–39
161. Siddiqui, I. A.; Raisuddin, S.; Shukla, Y. *Cancer Lett.* 2005, 227 (2), 125–132.
162. Aebi, H. *Methods Enzymol.* 1984, 105 (1947), 121–126
163. Wallin, B.; Rosengren, B.; Shertzer, H. G.; Camejo, G. *Analytical Biochemistry.* 1993, pp 10–15.
164. Lowry, O. H.; Rosebrough, N. J.; Farr, L.; Rabdall, R. *J. Anal. Biochem.* 1951, 193, 265–275.
165. PIRES, A.V.; RIBEIRO, M.C. Aspectos da nutrição relacionados a reprodução. In: BERCHIELLI, T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. *Nutrição de Ruminantes*, Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.531-535.
166. DYRMUNDSSON, O. R. Puberty and early reproductive performance in sheep. II. Ram Lambs. *Animal Breeding Abstract*, v. 41, n. 9, p. 419-430, 1973.
167. FREITAS, V.J.F.; NUNES, J.F. Parâmetros andrológicos e seminais de carneiros deslanados criados na região litorânea do Nordeste Brasileiro. *Reprodução Animal*, v. 16, n.3-4, p.95-104, 1992.
168. AMANN, R.P. Sperm Production Rates. In: JOHNSON A.D.; GOMES, W.R.; VANDEMARK, N.L. (Ed.) *The Testis*. New York, 1970, v.1, cap.7, p.433-482.
169. RUSSELL, L.D., ETTLIN, R.A., SINHA HIKIM, A.P., CLEGG, E.D. (Ed.) *Histological and histopathological evaluation of the testis*. Cache River Press, Clearwater, FL, 1990, 213p.
170. FRANÇA, L.R.; RUSSELL, L.D. The testis of domestic animals. In: REGADERA, J.; MARTINEZ- GARCIA, F. (Ed.). *Male reproduction. A multidisciplinary overview*. Madrid: Churchill Livingstone. 1998, p.197-219.
171. JOHNSON, L.; VARNER, D.D.; THOMPSON JR., D.L. Effect of age and season on the establishment of spermatogenesis in the horse. *J Reprod Fertil.*, v.44, p.87-97, suppl., 1991.
172. FRANÇA, L.R.; AVELAR G.F.; ALMEIDA F.F.L. Spermatogenesis and sperm transit through the epididymis in mammals with emphasis on pigs. *Theriogenology*, v.63, p.300–318, 2005
173. 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.

174. CASTRO, A.C.S.; BERNDTSON, W.E.; CARDOSO, F.M.. 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.
175. RIBEIRO, Gabriella Morena Martins; DE MOURA SILVA, Nathalie; LEITE, Magda Alves. A MENSURAÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO DA CULTURA DE OVINOS NA AGRICULTURA FAMILIAR. *QUALIA: a ciência em movimento*, v. 3, n. 1, p. 49-74, 2018.
176. EVANS, G.; MAXWELL, W.W.C. Salamon's artificial inseminations of sheeps and goats. *Butterworths*. P. 194, 1990.
177. NUÑEZ, Q.M. Morfologia del tract genital de los pequenos ruminantes. *Revista Científica, FCV - Luz, Falcon*, v.3, n.2, p.77-86, 1993.
178. FRANDSON, R.D.; WILKE, W.L; FAIL, A.D. Anatomia e Fisiologia dos Animais de Fazenda. 6º ed: Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 454p. 2005.
179. BLAZQUEZ, N.B.; MALLARD, G.F.; WEDD, S.R. Relationship of scrotal circumference to age, body weight and onset of spermatogenesis in goat. *Theriogenology*. New York, v. 18, n.5, p. 513-524, 1988a.
180. CHEMINEAU, P.; COGNIE, Y.; GUÉRIN, Y.; LEBOEUF, B.; ORGEUR, P.; VALLET, J.C. Training manual on artificial insemination in sheep and goats. INRA. Nouzilly, 222p. 1991
181. NUNES, J.F.; CIRÍACO, A.L.T.; SUASSUNA, U. Produção e Reprodução de Caprinos e Ovinos. 1ª ed., Fortaleza, CE. Gráfica LCR, 199p., 1997.
182. STABENFELTD, G.H.; EDQVIST, L. Processos reprodutivos do macho. In: SWENSON, M.J.; REECE, W. O. *Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 35, p. 603-614, 1996.
183. BAILEY, T.L.; HUDSON, R.S.; POWE, T.A.; RIDDELL, M.G.; WOLFE, D.F.; CARSON, R.L. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. *Theriogenology*. v. 49, p. 581-94, 1998.
184. SKINNER, K.D.; BOOTH, W.D.; ROWSON, L.E.A.; KARG, H. The post-natal development of the reproductive tract of the Suffolk ram and changes in the gonadotropin content of the pituitary. *Journal of Reproduction and Fertility*. Colchester, v. 16, p. 463-477, 1968.
185. WROBEL, K.H.; REICHOLD, J.; SCHIMMEL, M. Quantitative morphology of the ovine seminiferous epithelium. *Annals of Anatomy*, Berlin, v. 177, p. 19-32, 1995
186. QUEIROZ, G.C.; CARDOSO, F.M. Avaliação histológica do rendimento da espermatogênese de carneiros deslançados adultos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v. 13, n.2, p. 99-108, 1989
187. HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. *Reprodução Animal*. 7 ed., São Paulo: Manole, 2004. 530 p.
188. KAUR, Ginpreet et al. Pharmacological potentials of betalains. **Journal of Complementary and Integrative Medicine**, 2018.
189. NETO, LISBOA; DA SILVA, Antônio Francisco. EFEITO DO CRUZAMENTO RACIAL SOBRE AS CARACTERÍSTICAS SEMINAIS E BIOMETRIA ESCROTO-TESTICULAR EM OVINOS SUBMETIDOS À INSULAÇÃO ESCROTAL. 2017.
190. ARAÚJO, Morgana Santos. AVALIAÇÃO DO CRUZAMENTO RACIAL SOBRE A ESTRUTURA TESTICULAR E ESPERMATOGÊNESE EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS E MISTIÇOS DE SANTA INÊS E DORPER. 2018.
191. DO CEARÁ, UNIVERSIDADE ESTADUAL. **Utilização de subproduto de caju (*Anacardium occidentale*) no desempenho reprodutivo e produtivo de ovinos criados no Nordeste do Brasil**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Ceará.