

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**SUPLEMENTAÇÃO COM TORTA DE DENDÊ (*Elaeis  
guineensis*) SOBRE PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE  
CORDEIROS A PASTO**

**Lopes César Mugabe**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2016**

**SUPLEMENTAÇÃO COM TORTA DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*)  
SOBRE PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE CORDEIROS A PASTO**

**Lopes César Mugabe**

Zootecnista

Fundação de Ensino de Moçambique, 2011

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal (Produção Animal)

**Orientadora:** Profa. Dra. Adriana Regina Bagaldo

**Coorientadora:** Profa. Dra. Larissa Pires Barbosa

**CRUZ DAS ALMAS – BA  
2016**

## FICHA CATALOGRÁFICA

M951s	<p>Mugabe, Lopes César. Suplementação com torta de dendê (<i>Elaeis guineensis</i>) sobre parâmetros reprodutivos de cordeiros a pasto / Lopes César Mugabe. – Cruz das Almas, BA, 2016. 155f.; il.</p> <p>Orientadora: Adriana Regina Bagaldo. Coorientadora: Larissa Pires Barbosa.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Ovinos – Nutrição animal. 2.Ovinos – Alimentação e rações. 2.Ovinos – Reprodução animal – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 636.3</p>
-------	--

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**SUPLEMENTAÇÃO COM TORTA DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*) SOBRE PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE CORDEIROS A PASTO**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de  
Lopes César Mugabe

Aprovada em: 01 de agosto de 2016

Profa. Dra. Adriana Regina Bagaldo  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Orientadora

Dra. Rosani Marcelina Matoso  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador Externo

Dra. Ana Lúcia Santana  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador Externo

## DEDICATÓRIA

À minha irmã Carla César Mugabe, que no dia 16 de Janeiro de 2016 passou a noite contando as estrelas do céu, e decidiu se transformar numa delas. Ao meu querido pai César Becane Mugabe (*In Memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Reconhecer e agradecer o esforço e contribuição de todos os intervenientes na construção desta obra, é uma convicção de honra e bom senso, e portanto, quero agradecer de modo especial:

Às minhas orientadoras Profa. Dra. Adriana Regina Bagaldo e Profa. Dra. Larissa Pires Barbosa por terem aberto as portas para que eu fizesse parte do seu mundo acadêmico. Pela oportunidade de aprender, pelos conhecimentos transmitidos, caminhos certos revelados, pelo carinho e paciência, MUITO OBRIGADO.

Ao Prof. Dr. Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito, por ter me recebido no dia 18 de Agosto de 2014, e ter me conduzido às pessoas certas que me orientassem dentro das minhas pretensões.

Aos meus professores de mestrado: Profa. Dra. Adriana Regina Bagaldo, Profa. Dra. Soraya Maria Palma Luz Jaeger, Prof. Dr. Lincoln da Silva Amorim, Prof. Dr. Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira, Profa. Dra. Meiby Carneiro de Paula Leite, Prof. Dr. Alexandre Moraes Pinheiro e Prof. Dr. Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito. Afinal de contas esta dissertação resulta do somatório dos conhecimentos adquiridos em cada uma das aulas por eles ministradas.

À Profa. Dra. Ana Karina da Silva Cavalcante por ter permitido a utilização do laboratório para centrifugação de sangue e processamento histológico de testículos dos animais. Ao Prof. Dr. Fabiano Machado Martins pela simplicidade e permissão de uso do laboratório para realização de análises histológicas.

À Profa. Dra. Fabiana Lana de Araújo pelas contribuições e apoio concedidos ao longo do período experimental e na correção do projeto. À Profa. Dra. Rosani Valéria Marcelina Matoso Silva pelo auxílio na realização do experimento e nas análises bioquímicas. À Dra. Luciana de Mattos Moraes pelas contribuições ao longo da elaboração do projeto.

Ao Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro pelos conhecimentos partilhados sobre pastos e forragens, e no estabelecimento dos piquetes para a realização do experimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo financiamento concedido para a realização da pesquisa.

Ao Convênio entre Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (Brasil) e Universidade Zambeze (Moçambique), e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal pela oportunidade de realização do mestrado e pelo apoio financeiro concedido ao longo dos 24 meses de estudos.

À Renata Conceição dos Santos e à Superintendência de Assuntos Internacionais (SUPAI) pela assistência e apoio durante todo o período da minha estadia no Brasil.

Ao Prof. Dr. Nobre Roque dos Santos, Prof. Dr. Bhangy Cassy, Prof. Dr. Daniel Azarias Chongo, Prof. Dr. Lourenço Lázaro Magaia por ter criado a oportunidade de realização do mestrado no Brasil e por ter me dispensado a continuar com os estudos.

Ao Gabinete de Relações Internacionais da Universidade Zambeze pela assistência prestada antes e durante o período dos estudos.

Aos meus amigos Maicon Pereira Lents e Emmanuel Emydio Gomes Pinheiro que me acompanharam na luta do dia-a-dia (experimental e laboratorial) e me ajudaram a reunir todos os recursos que faltassem para que algumas atividades decolassem.

Ao NERA (Núcleo de Estudos em Reprodução Animal) e todos seus integrantes por ter me aceite como membro do grupo e ter aberto as portas para que eu tivesse oportunidade de aprender e partilhar conhecimentos. Pela convivência e amizade, pelo carinho e afeto, MUITO OBRIGADO.

À Profa. Rosiléia Silva Souza, pela ajuda na análise estatística dos dados, pela partilha de conhecimentos sobre tecnologias de sêmen (coleta, avaliação e congelamento), e sobretudo pelo seu dom de ser professora e vontade de ensinar os outros. Pelo seu bom senso de defender que na ciência não deve existir segredos, e que toda metodologia tem de ser revelada e de forma correta, MUITO OBRIGADO, LEVAREI ESSES ENSINAMENTOS COMIGO.

À Dra. Ana Lúcia Almeida Santana pela ajuda que me concedeu na análise estatística dos dados.

Aos funcionários da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela ajuda na formação de piquetes e outras atividades de exigência administrativa.

Aos meus colegas e amigos que me prestaram ajuda incondicional em todas as atividades: Maicon, Emmanuel, Áureo, Jéssica, Wellber, Caline, Bruna, Gabriel, Izabel, Paloma, Vânia, Hermano, Vinícius, Alessandro, Izabelle, Olga, João, Bruno, Jaivaldo, Jamile, Tamires, Gilberto, Talita, Daniella, Ari, Beth, Valdir, Vanessa, Henrique, Gabriela, José Roberto, Diana, Mirele e Yúri.

À Antônia Vicentina Nunes Rodrigues por ser uma amiga verdadeira e especial, e pelo coração lindo que tem. À sua mãe Mércia Machado pelo carinho e afeto.

À minha noiva Evnódia Gerquina Chongo Tivane, à minha mãe Maria Joana Luís Lapião, aos meus irmãos Fernando César Mugabe, Hélder César Mugabe, Nilton César Mugabe e Diogo César Mugabe, e aos meus familiares no geral que entenderam a minha ausência e compreenderam os meus motivos.

MUITO OBRIGADO

## ΕΠΙΓΡΑΦΕ

*“It is not about making sure the information is correct...  
it is also making sure people can understand it.  
If they can't understand it, it really doesn't matter if it is correct.”*

Senger, P.L.



## SUPLEMENTAÇÃO COM TORTA DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*) SOBRE PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE CORDEIROS A PASTO

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito de níveis de inclusão da torta de dendê sobre parâmetros reprodutivos de ovinos. Foram utilizados 40 cordeiros de raça Santa Inês, com idade média de 5 meses e peso corporal médio de  $24,10 \pm 2,72$  kg, distribuídos em quatro tratamentos e com 10 repetições, e arranjados em um delineamento inteiramente casualizado. Foram utilizados quatro tratamentos correspondentes a níveis de inclusão da torta de dendê (0%, 15%, 30% e 45%) na matéria seca da ração concentrada. As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas. Os animais foram mantidos no sistema semi-intensivo em piquetes de capim massai durante o dia com água *ad libitum*, e suplementados com concentrado pela manhã em comedouros privativos na proporção de 1,5% do peso corporal, com ajuste quinzenal de dietas baseado no peso de cada animal. O experimento durou 90 dias antecedidos por 15 dias de adaptação às dietas e ao ambiente experimental. Foi feita coleta de sangue por venopunção da veia jugular em tubos sem anticoagulante e posteriormente centrifugado a  $3500 \times g$  por 15 minutos, e do soro obtido foram avaliados parâmetros bioquímicos: colesterol total, triglicerídeos, lipoproteínas de alta, baixa e muito baixa densidade. Fez-se coleta de sêmen por eletroejaculador e foram avaliadas características físicas e morfológicas referentes ao volume, cor, aspeto, turbilhonamento, motilidade progressiva, vigor, concentração espermática e patologias. Os parâmetros testiculares foram avaliados por meio de mensurações biométricas da circunferência escrotal, comprimento e largura dos testículos direito e esquerdo, e determinação do volume e forma dos testículos. Os animais foram abatidos com peso corporal médio de  $35,24 \pm 4,41$  kg e fez-se a coleta dos testículos para o processamento histológico e estudo morfométrico. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e Levene para verificação da normalidade da distribuição dos resíduos e homogeneidade de variâncias entre os tratamentos respectivamente. Os dados com distribuição normal foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM e análise de regressão. Os dados com distribuição não paramétrica foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis utilizando SAS versão 9.0. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) nos níveis de colesterol total, lipoproteína de alta densidade, triglicerídeos e lipoproteína de muito baixa densidade com efeito linear crescente. As dietas afetaram ( $P < 0,05$ ) a concentração espermática e defeitos menores, não tendo influenciado ( $P > 0,05$ ) as demais características seminais. Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) nos parâmetros testiculares biométricos, no entanto, houve comportamento linear decrescente na porcentagem e volume dos vasos sanguíneos e comportamento quadrático negativo no volume dos túbulos seminíferos e índice gonadossomático. As demais variáveis morfométricas não foram afetadas ( $P > 0,05$ ) pela torta de dendê. Concluiu-se que a inclusão da torta de dendê até 45% na matéria seca do concentrado melhora os parâmetros bioquímicos e reprodutivos de machos, podendo ser utilizada como alternativa alimentar para cordeiros da raça Santa Inês.

**Palavras chave:** Alimentação animal; Produção ovina; Reprodução animal; Subprodutos agroindustriais

## EFFECTS OF PALM KERNEL CAKE (*Elaeis guineensis*) SUPPLEMENTATION ON RAMS REPRODUCTIVE PERFORMANCE

**ABSTRACT:** This study aimed to assess the effects of different levels of palm kernel cake on reproductive performance in Santa Inês rams. A total of 40 animals with a starting age of 5 months and mean body weight of  $24,10 \pm 2,72$  kg were assigned in completely randomized design to four treatments and 10 replicates, with levels of palm kernel cake in the concentrated diet: 0; 15; 30 and 45% based on dry matter. The animals were kept in individual stalls by morning to access concentrate supplements offered at 1,5% body weight with adjustment at fortnightly intervals based on liveweights, and grazing in Massai grass whole day. The trial lasted 90 days foregone by 15 days for adaptation. Blood chemistry parameters were measured in blood serum sampled every 45 days from jugular vein after 12 hours of food restriction, using 9mL vacutainer tube containing no anticoagulant. The samples were kept at 5°C and then centrifuged at 3500 x g for 15 minutes. Total serum cholesterol, triglycerides, high density lipoproteins, low density lipoproteins and very low density lipoproteins in the control and the test groups were assessed. Semen samples were collected by electroejaculator once for a week for three sequence weeks, and assessed for volume, color, aspect, wave motion, motility, sperm concentration, motility, vigor sperm and sperm morphology. The scrotal circumference was recorded with a cloth tape and measured as the largest diameter of the testes and scrotum after pushing the testes firmly. Scrotal length and width of all rams were recorded with a vernier caliper every fifteen days. Animals were slaughtered at  $35,24 \pm 4,41$  kg of mean liveweight and the testis were collected and preserved in the ice pack for histologic proceedings to morphometric assess. Dissected testis were measured with a sensitive weighing balance calibrated in grams. The data were subjected to Shapiro-Wilk and Levene's test to verify homogeneity of variances and normality respectively. Then were performed analysis of variance using the General Linear Model. Multiple regression equations were developed for the different levels of palm kernel cake. For data that were not normally distributed, the diet effect were analysed by Kruskal-Wallis non-parametric tests using SAS software. The total cholesterol, high density lipoprotein, triglycerides and very low density lipoprotein were affected ( $P < 0,05$ ) by the diet with linear increase effect. Furthermore, the diets affected ( $P < 0,05$ ) sperm concentration and minor defects but did not affected ( $P > 0,05$ ) other seminal characteristics. There was no difference ( $P > 0,05$ ) in testicular biometric parameters, however there was a decreasing linear behavior in percentage and volume blood vessels. The diets affected ( $P < 0,05$ ) volume of the seminiferous tubules and gonadosomatic index with quadratic effect. The other morphometric variables did not affected ( $P > 0,05$ ) by palm kernel cake. It was concluded that the inclusion of palm kernel cake up to 45% of dry matter concentrate improves rams reproductive performance and could be used as alternative resource for sheep.

**Keywords:** Agro-industrial by-product, Animal breeding, Animal feeding, Sheep production

## LISTA DE ABREVIATURAS

%	Porcentagem
µL	Microlitro
µm	Micrómetro
ABP	Androgen-binding Protein
AGRP	Peptídeo Agouti (Proteína relacionada ao gene Agouti)
AMPc	Monofosfato Cíclico de Adenosina
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CBRA	Colégio Brasileiro de Reprodução Animal
CE	Circunferência Escrotal
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
cm <sup>3</sup>	Centímetros cúbicos
CTS/GT	Comprimento dos túbulos seminíferos por grama por testículo
CTT	Comprimento total dos túbulos seminíferos
DHT	Dihidrotestosterona
dL	Decilitro
EROs	Espécies reativas ao oxigênio
FSH	Folicle-stimulating Hormone
GH	Growth Hormone
GnRH	Gonadotropin-releasing Hormone
HDL	High Density Lipoprotein
hPa	Hectopascal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGF	Insulin Growth Factor
IGFBPs	Insulin-like Growth Factor Biding Protein
IGF-I	Insulin-like Growth Factor 1
IGS	Índice gonadossomático
ILS	Índice Leydigossomático
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ITS	Índice tubulossomático
Kg	Quilograma
LDL	Low Density Lipoprotein
LH	Luteinizing Hormone

mg	Miligrama
MHz	Megahertz
mL	Mililitro
mm	Milímetro
NADPH	Dinucleotídeo de adenina e nicotinamida fosfato (forma reduzida)
NEFA	Ácidos graxos não-esterificados
nm	Nanômetro
NPY	Neuropeptídeo Y
NRC	National Research Council
°C	Graus Celsius
P	Nível de significância
POMC	Pro-opiomelanocortin
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acids
R <sup>2</sup>	Coeficiente de determinação
RNA <sub>m</sub>	Messenger Ribonucleic Acid
ST	Somatotropina
sSTAR	Steroidogenic Acute Regulatory Protein
Tab.	Tabela
TSPO	Translocator Protein
VLDL	Very Low Density Lipoprotein
α-MSH	Alpha-Melanocyte Stimulating Hormone

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

<b>Tabela 1</b> Composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais .....	31
<b>Tabela 2</b> Composição porcentual e químico-bromatológica das rações concentradas .....	32
<b>Tabela 3</b> Parâmetros bioquímicos em cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê no concentrado .....	37
<b>Tabela 4</b> Características físicas do sêmen de cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê a pasto .....	43
<b>Tabela 5</b> Características morfológicas do sêmen de cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê a pasto .....	46

### CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1</b> Composição químico-bromatológica dos ingredientes das rações experimentais .....	61
<b>Tabela 2</b> Composição porcentual e químico-bromatológica das rações concentradas .....	62
<b>Tabela 3</b> Parâmetros testiculares e pesos corporal inicial e final de cordeiros da raça Santa Inês mantidos a pasto e suplementados com níveis de torta de dendê .....	68
<b>Tabela 4</b> Parâmetros morfométricos de testículos de cordeiros suplementados com torta de dendê a pasto .....	70
<b>Tabela 5</b> Proporção volumétrica dos componentes do parênquima de cordeiros suplementados com torta de dendê .....	73
<b>Tabela 6</b> Índices e comprimento dos túbulos seminíferos dos testículos de cordeiros da raça Santa Inês .....	76

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1** Níveis de colesterol total (mg/dL) de cordeiros suplementados com torta de dendê a pasto..... 38
- Figura 2** Concentração de lipoproteína de alta densidade (mg/dL) de cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê a pasto..... 39
- Figura 3** Níveis de triglicérides (mg/dL) de cordeiros da raça Santa Inês suplementados a pasto..... 40
- Figura 4** Concentração sérica de lipoproteína de muito baixa densidade em cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê a pasto..... 41
- Figura 5** Concentração espermática ( $\times 10^9$ /mL) de cordeiros da raça Santa Inês... 44
- Figura 6** Defeitos menores espermáticos de cordeiros da raça Santa Inês..... 47

### CAPÍTULO 2

- Figura 1** Porcentagem dos vasos sanguíneos de cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê. .... 71
- Figura 2** Volume dos vasos sanguíneos de cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê. .... 73
- Figura 3** Volume dos túbulos seminíferos de cordeiros da raça Santa Inês suplementados com níveis de torta de dendê. .... 74
- Figura 4** Índice gonadossomático de cordeiros de raça Santa Inês suplementados com níveis de torta de dendê a pasto..... 77

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspetos gerais da criação de ovinos.....</b>	<b>4</b>
2.1.1	Coprodutos agroindustriais na alimentação animal .....	5
<b>2.2</b>	<b>Fatores que influenciam a reprodução .....</b>	<b>7</b>
2.2.1	Mecanismos endócrinos da reprodução .....	7
2.2.2	Estacionalidade reprodutiva.....	8
2.2.3	Efeitos da nutrição .....	9
2.2.4	Importância de lipídeos na reprodução.....	13
<b>2.3</b>	<b>Função testicular e produção espermática .....</b>	<b>16</b>
2.3.1	Espermatogênese.....	16
<b>2.4</b>	<b>Morfometria testicular .....</b>	<b>21</b>
2.4.1	Avaliação do potencial reprodutivo do macho .....	22
	<b>CAPÍTULO 1 – PARÂMETROS SANGUÍNEOS E SEMINAIS DE CORDEIROS MANTIDOS A PASTO E SUPLEMENTADOS COM TORTA DE DENDÊ.....</b>	<b>25</b>
	<b>CAPÍTULO 2 – PARÂMETROS BIOMÉTRICOS E MORFOMÉTRICOS DE TESTÍCULOS DE CORDEIROS SOB PASTEJO E SUPLEMENTADOS COM TORTA DE DENDÊ NO CONCENTRADO.....</b>	<b>55</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>84</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>85</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>95</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A reprodução representa o topo da pirâmide na produção animal, e por conseguinte, define a qualidade dos animais, tanto da prole bem como dos reprodutores. É uma das áreas que demanda muita precisão e eficiência devido à crescente necessidade de produzir animais cada vez mais precoces e de alto desempenho. Pode influenciar a viabilidade econômica dos sistemas de produção por ser o componente mais crítico do ciclo de vida de todas as espécies, pois inclui uma série de processos que ocorrem em sequência para produzir um novo ser saudável e fértil.

A profunda compreensão da interação entre os fatores que influenciam sua eficiência, como genéticos, nutricionais, reservas energéticas corporais, sanitários e qualidade seminal, é o requisito central para otimizar a produtividade do rebanho. Para a funcionalidade sincronizada de todos os eventos fisiológicos que regulam a função reprodutiva do macho, é indispensável um manejo alimentar que responda na totalidade a todas as exigências nutricionais do animal, suprimindo a demanda para manutenção, crescimento e reserva de nutrientes.

No entanto, a produção de ruminantes em vários países, está sujeita a variações, tanto em quantidade como em qualidade dos seus produtos devido à diversidade climática que afeta a disponibilidade da biomassa, o que exige adoção de um manejo alimentar estratégico, como utilização de alternativas alimentares para reduzir limitações na produtividade dos animais (SITZIA *et al.*, 2015). A inclusão de subprodutos agroindustriais na composição das dietas tem sido recomendada por vários autores devido ao seu valor nutricional e a necessidade de aproveitamento destes ingredientes (NORDI *et al.*, 2014).

Adicionalmente, a utilização de subprodutos resultantes de processos agroindustriais, para além de reduzir a competição animal-homem pelo consumo de ingredientes como milho e soja, pode superar problemas de custos elevados na produção animal e melhorar as condições ambientais (VASTA *et al.*, 2008), sendo por isso estudadas várias alternativas para avaliar suas potencialidades e seus efeitos nos animais, sobretudo em ruminantes.

Dessas várias opções, atualmente sob intensivas pesquisas, é indicada a torta de dendê, produto resultante de processamento de fruto do dendezeiro



(*Elaeis guineensis* jacq.) como sendo uma boa fonte de nutrientes, podendo ser utilizada no confeccionamento de dietas para ruminantes. O interesse por esta planta é devido à sua disponibilidade no mercado durante todo ano e sua composição químico-bromatológica, que pese embora variável devido aos tipos de processamento (químico e mecânico) seu resíduo continua apresentando nutrientes em proporções consideráveis (SANTOS *et al.*, 2015).

Segundo Pimentele *et al.* (2015), a torta de dendê apresenta 92,25% de matéria seca, com proteína bruta estimada em 14,34% e considerada de alta qualidade por possuir elevado teor de metionina, extrato etéreo em torno de 10,56%, cerca de 65,63% de fibra em detergente neutro e 46,42% de fibra em detergente ácido. Os valores de matéria mineral e lignina são 3,13% e 18,31% respectivamente. De acordo com Costa *et al.* (2011), seu óleo apresenta ácidos graxos saturados (palmítico variando de 32 a 45% e esteárico com 2 a 7%) e insaturados (oléico com 38 a 52% e linoléico com 5 a 11%), para além de polissacarídeos de reserva como manose (58%), celulose (12%) e xilose (4%).

Os componentes acima mencionados, quando fornecidos ao animal na quantidade satisfatória, resultam em uma situação metabólica favorável elevando portanto, os níveis de glicose, insulina e fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-I) e por conseguinte, influenciam a atividade secretória hipotalâmica-hipofisária, estimulando a secreção do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), o que aumenta a síntese e liberação de LH. Todos estes fatores, interferem no crescimento dos órgãos reprodutivos, produção de sêmen viável e de boa qualidade (DIAS *et al.*, 2010).

Considerando que o desempenho reprodutivo constitui um dos principais componentes responsáveis pelo sucesso na produção, estando dependente de fatores como precocidade, longevidade reprodutiva e qualidade dos reprodutores, foram avaliados neste trabalho parâmetros reprodutivos de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com dieta contendo níveis de torta de dendê e mantidos a pasto decapim massai (*Panicum híbrido* vr. Massai). Adicionalmente, foram determinados os níveis de componentes bioquímicos presentes no plasma sanguíneo.

A hipótese é de que a inclusão da torta de dendê na dieta concentrada de machos ovinos de raça Santa Inês mantidos a pasto com capim massai, poderá influenciar positivamente os parâmetros reprodutivos.

O objetivo deste estudo é avaliar o efeito da torta de dendê sobre parâmetros sanguíneos e reprodutivos de cordeiros mantidos a pasto.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais da criação de ovinos

A ovinocultura é uma das atividades de maior destaque no setor de produção animal, sendo geralmente praticada para fins de corte, leite e lã, e sua maior difusão pelo Brasil é graças à habilidade que os ovinos têm de se adaptar a ambientes diversificados (HERMUCHE *et al.*, 2013). Brasil possui 27 raças ovinas registradas pela Associação Brasileira de Criadores de Ovinos, das quais a Santa Inês é a mais produzida (ARCO, 2016).

Segundo FAO (2013), o rebanho mundial de ovinos em 2013 era de 1.1 bilhão distribuídos por todos os continentes do planeta. Deste efetivo, Brasil era detentor de 17.290.519 cabeças, dos quais 56,53% se encontrava concentrado no Nordeste, sendo o estado de Bahia o primeiro maior produtor, apresentando 2.926.601 ovinos, o que representa 16,92% do efetivo Brasileiro, seguido de Ceará, Pernambuco e Piauí, com 2.062.654; 1.830.647 e 1.205.232 cabeças respectivamente (IBGE, 2013).

A espécie ovina, representa uma forma sustentável de aproveitamento de recursos naturais, principalmente pela sua capacidade de transformar material fibroso e não palatável para o homem, em produtos de alto valor econômico e alimentar como carne e leite, tornando a agricultura uma atividade de referência para o desenvolvimento econômico, social e ambiental sobretudo para países em desenvolvimento (NABARRO e WANNOUS, 2014 e ERTL *et al.*, 2015).

No entanto, em muitos países com predominância de clima tropical, a ovinocultura é praticada com grandes limitações de ordem nutricional devido à maior demanda pela forragem na época quente do ano (MANEERAT *et al.*, 2015). Nestes países com características tropicais, os ruminantes são criados basicamente a pasto, enfrentando períodos de escassez alimentar em épocas de menor disponibilidade, o que exige a utilização de alternativas alimentares ricas em nutrientes digestíveis para preencher as deficiências nutricionais dos animais (DAMAS MSAKI *et al.*, 2012 e RAHMAN *et al.*, 2014).

Segundo Aghsaghali e Maheri-Sis (2008), uma forma de minimizar o efeito das deficiências nutricionais é adotar estratégias de suplementação animal utilizando alternativas derivadas de produção agroindustrial. A suplementação, melhora a resposta da produtividade, e deve ser considerada, não só como recurso adicional no processo, mas também como uma forma de redução de custos de produção, havendo por isso necessidade de pesquisa das melhores fontes nutricionais disponíveis (TUFARELLI *et al.*, 2013).

### 2.1.1 Coprodutos agroindustriais na alimentação animal

A alimentação e a satisfação das exigências nutricionais, constituem um dos fatores de maior importância em qualquer sistema de criação, tanto para produção, bem como para o correto funcionamento fisiológico da reprodução dos animais. A nutrição determina a flutuação da resposta na produtividade em períodos diferentes (DEVENDRA e LENG, 2011). Desta forma, se torna indispensável o fornecimento de alimentos de boa qualidade aos animais para a efetiva expressão de todas as suas potencialidades genéticas (MAKKAR, 2014).

Segundo Bueso *et al.* (2015), países economicamente dependentes da agricultura, são os maiores produtores de resíduos e co-produtos resultantes de processamento de produtos agroindustriais para extração de óleos e outros derivados, e das culturas utilizadas para o efeito, a mais produzida no continente Americano é o dendezeiro. De acordo com Ngalle *et al.* (2014), sua produção mundial em 2013 era de cerca de 57,3 milhões de toneladas, superando outras culturas produzidas com o mesmo fim. Este fato, destaca o dendê como uma cultura estratégica para o crescimento econômico, e não só, suas características o tornam uma forma alternativa de geração de renda extra, podendo ser aproveitada na produção animal.

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), é uma palmeira originária da Costa Ocidental da África no Golfo da Guiné, perene e com colheita feita durante todo o ano. Apresenta um ótimo rendimento na produção de biodiesel. É uma das primeiras fontes de óleo vegetal, e sua aplicação é bastante vasta, pois, para além dos dois tipos de óleo extraídos do fruto, pode-se obter como co-produto a

torta é altamente utilizada para alimentação animal, com certas limitações nos monogástricos devido ao alto conteúdo de fibra bruta (LOH et al., 2002 e SHARMILA et al., 2014).

O fruto desta palmeira é composto por três camadas principais: o mesocarpo, uma estrutura externa e fibrosa denominada polpa, casca dura e um endocarpo que é a parte interna, também designada de amêndoa (SHARMILA et al., 2014). Do mesocarpo é extraído o azeite de dendê que é o produto principal e de maior valor econômico, e da amêndoa se extrai o óleo de palmiste, considerado o produto secundário, cujos resíduos são normalmente utilizados como torta de dendê para alimentação de animais (AKINYEYE et al., 2011 e CHANG et al., 2014).

Estes dois tipos de óleo são obtidos geralmente por dois métodos diferentes, nomeadamente: extração por prensagem mecânica, utilizada frequentemente por pequenos produtores, e extração por solventes químicos, aplicável para grandes empresas. No entanto, em alguns países como Malásia, para além dos métodos mencionados, é aplicado um método integrado: pré-prensagem seguido de extração química. Em ambos os casos, o método utilizado influencia o conteúdo de extrato etéreo da torta, com altos teores verificados na torta resultante do processo mecânico, sendo os níveis de carboidratos, proteína e fibra bruta similares para os três métodos (SHARMILA et al., 2014).

Contudo, alimentar animais com produtos derivados da indústria, exige conhecimentos aprofundados referentes a sua composição químico-bromatológica e seus efeitos sobre o desempenho, qualidade de carne e fertilidade do animal (DEVENDRA e LENG, 2011). Para além de motivos relacionados com aproveitamento de recursos naturais, seu uso também se destaca pelo fato de constituir uma forma de redução de fatores de poluição ambiental e redução dos custos de produção (DAHLAN et al., 2000).

## 2.2 Fatores que influenciam a reprodução

### 2.2.1 Mecanismos endócrinos da reprodução

A função reprodutiva de machos é marcada pelo início da puberdade, estágio ativado pelo centro hipotalâmico-pituitário-gonadal. O hipotálamo produz o fator liberador de gonadotrofinas, o GnRH (gonadotrophin releasing hormone), com função específica de estimular a hipófise anterior a secretar gonadotrofinas LH (luteinizing hormone) e FSH (folicle-stimulating hormone). No testículo, especificamente nas células de Leydig localizadas no tecido intersticial, é produzida a testosterona, hormônio derivado de colesterol. Esta ação é estimulada pela LH, cuja liberação ocorre de forma pulsátil em intervalos irregulares a cada 2 a 4 horas (WOLFE et al, 2014).

O controle da secreção de GnRH é importante, pois a pulsatilidade deste hormônio resulta em secreção coordenada e sincronizada de FSH e LH, considerando que esse mecanismo é mais evidente para o LH por apresentar uma meia-vida muito curta na circulação. A amplitude dos pulsos de GnRH e a sua frequência determinam os perfis de liberação de FSH e LH, sendo que frequências de pulso mais baixas favorecem a secreção de LH, e frequências mais rápidas reduzem sua secreção (COUNIS et al., 2005; KOTANI et al., 2014 e FISHER, 2004).

Ao nível das gônadas, no epitélio seminífero, existem também as células de Sertoli, que por ação de FSH são estimuladas a sintetizar ABP (androgen-binding protein) e outras proteínas de ligação, como inibina e ativina, que funcionam juntamente com a testosterona como um mecanismo regulador. Atuam exercendo o feedback negativo em três níveis diferentes: nos gonadotróficos da hipófise para limitar a secreção de LH e FSH, nas células de Leydig para regular a produção de andrógenos como a testosterona, e no hipotálamo para controlar a secreção de GnRH (BLACHE et al., 2000). No entanto, existem também outras substâncias como opióides endógenos ( $\beta$ -endorfina) que inibem a liberação de GnRH (PARK et al., 2015).

A proteína fixadora de andrógenos (ABP) se liga à dihidrotestosterona que é uma forma bioativa da testosterona, estimulando a manutenção dos níveis de testosterona dentro dos túbulos seminíferos. As gonadotrofinas LH e FSH, para além de regular as funções das gônadas, também estão envolvidas na regulação da espermatogênese nos túbulos seminíferos, atividade influenciada pelos níveis de testosterona. O FSH é um hormônio diretamente ligado ao início da atividade dos túbulos seminíferos para a produção das células espermáticas. Esta dinâmica endócrina é dependente de GnRH, cuja liberação é estimulada diretamente pela melatonina, que também influencia indiretamente a síntese de LH e FSH (LI e ZHOU, 2015 e MISZTAL et al., 2002).

### 2.2.2 Estacionalidade reprodutiva

A melatonina também conhecida como N-acetil-5-methoxitriptamina, atua no centro hipotalâmico determinando a resposta dos centros de liberação de GnRH. É sintetizada de forma rítmica pela pineal, glândula reguladora da reprodução em ovinos, altamente vascularizada e formada por dois tipos celulares: os pinealócitos, principais responsáveis pela produção da melatonina e as células neurogliais. Sua síntese é regulada por neurotransmissores com origem na terminal pós-ganglionar simpático e do núcleo supraquiasmático, como a norepinefrina que tem a função de facilitar a entrada do triptofano no interior dos pinealócitos para ativá-los (JÚNIOR *et al.*, 2008 e CASAO *et al.*, 2010).

Este aminoácido, o triptofano, após entrar nos pinealócitos é hidroxilado em 5-hidroxitriptofano e sofre a ação da enzima L-aminoácido aromático descarboxilase e é convertido em serotonina (5-hidroxitriptamina). Após a ativação dos pinealócitos, que contêm receptores adrenérgicos  $\alpha 1$  e  $\beta 1$  que se ligam ao norepinefrina, ocorre um aumento intracelular de AMPc nos pinealócitos, que resulta na produção de N-acetiltransferase. Esta enzima promove uma acetilação e uma metilação, convertendo a serotonina em melatonina (DÖNMEZ *et al.*, 2004 e MOREIRA e RODRIGUES, 2016).

A sua produção é regulada pelo sistema endógeno circadiano e inibida pela luz, sendo a sua secreção pulsátil, um fenômeno que ocorre exclusivamente durante a noite estabelecendo desta forma, um calendário endócrino que regula os ciclos sazonais na reprodução das espécies fotoperiódicas. Durante o dia, o fotoperíodo emite estímulos luminosos que são captados por fotorreceptores localizados na retina, e transportados através das fibras nervosas para a glândula pineal, resultando na inibição da síntese da melatonina (BUFFONI *et al.*, 2015).

Os fotorreceptores responsáveis por essa atividade são de dois tipos: os bastonetes, sensíveis à luz de baixa intensidade, funcionando bem no escuro, e os cones, sensíveis à luz de alta intensidade, com eficiência funcional durante o dia. Estes fotorreceptores estimulam a atividade dos núcleos supraquiasmáticos conectados à retina por meio dos axônios da via hipotalâmica. Estudos mostram que existem pigmentos fotossensíveis, as melanopsinas, localizadas nos neurônios ganglionares da retina, responsáveis pela regulação dos ritmos biológicos em carneiros (MOLIK e BLASIAK, 2015).

### 2.2.3 Efeitos da nutrição

A reprodução é fundamentalmente afetada pelo balanço energético negativo. Em carneiros, o principal regulador da função reprodutiva é um grupo de células neuroendócrinas localizadas no centro preóptico-hipotalâmico, afetado pelas alterações do estado metabólico do animal. Sua função é sintetizar GnRH que é posteriormente liberado na corrente sanguínea e conduzida até à glândula pituitária anterior, onde estimula a síntese de LH em pulsos, e FSH em fluxo constante, ambos envolvidos na regulação da espermatogênese e síntese hormonal nos testículos. Entretanto, deficiência de energia causada pelo baixo consumo de alimentos ou gasto excessivo por meio de exercícios, reduz a secreção de gonadotrofinas (BLACHE *et al.*, 2000).

Um plano nutricional de boa qualidade induz alterações na concentração de nutrientes e de hormônios na corrente sanguínea e no fluído cerebrospinal, o que por consequência pode alterar a disponibilidade dessas substâncias no



tecido cerebral que controla a atividade reprodutiva. Dez dias de ingestão contínua de alimentos leva a um aumento na concentração de arginina, fenilalanina, prolina, tirosina, metionina e fosfoserina no plasma e no líquido cerebrospinal, enquanto que as concentrações de aspartato e serina aumentam apenas no plasma. Este regime eleva também as concentrações de ácidos graxos voláteis e ácido linoléico (CAMARGO e BERTOLUCCI, 2015).

Entre os fatores metabólicos homeostáticos, os níveis de insulina, leptina, glicose e fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGF-I) aumentam, mas no líquido cerebrospinal, apenas concentrações da insulina, leptina e glicose são afetados, o que indica que estes fatores, incluindo ácidos graxos voláteis e certos aminoácidos é que regulam a secreção de GnRH, controlando desta forma a atividade endócrina dos animais, podendo influenciar a puberdade e a resposta do centro hipotalâmico-pituitário às variações do estado metabólico (WAHAB *et al.*, 2015).

Todos os nutrientes são importantes para o funcionamento adequado da reprodução, mas entre eles, os ácidos graxos voláteis são os que sofrem mais influência da ingestão de alimentos em ovinos, sendo produzidos em grandes quantidades pelo processo de digestão. Existem, portanto, vários hormônios relacionados com a reprodução em carneiros, atuando como marcadores fisiológicos (BLASIO *et al.*, 2016).

Esses hormônios incluem a leptina, insulina e fatores de crescimento semelhantes a insulina. A leptina, mediador da interação entre a nutrição e a reprodução, é um hormônio peptídico produzido pelo tecido adiposo, secretado no sangue e transportado até ao seu local primário de ação, o hipotálamo, onde são encontrados seus receptores. Quando a quantidade do tecido adiposo aumenta sinalizando o excesso de armazenamento de energia, os adipócitos produzem altas quantidades de leptina, que circula pelo cérebro atravessando a barreira hematoencefálica por difusão facilitada e se liga aos seus receptores, os neurônios POMC e dos núcleos paraventriculares (FLAK e MYERS, 2016).

Essa ligação resulta na redução do armazenamento das gorduras, incluindo redução da produção hipotalâmica de estimuladores do apetite, como NPY e AGRP, ativação dos neurônios POMC, provocando a liberação do hormônio alfa melanócito estimulante ( $\alpha$ -MSH), ativação dos receptores da melanocortina, produção de substâncias como hormônio liberador de

corticotrofina, responsável pela redução na ingestão do alimento. Também contribui na diminuição da secreção da insulina pelas células beta pancreáticas, o que reduz o armazenamento de energia. Desta forma, a leptina é um meio pelo qual o tecido adiposo sinaliza para o cérebro que energia suficiente foi armazenada e que a ingestão de alimentos não é mais necessária (KANDIEL *et al.*, 2016).

Outro local de ação da leptina é na hipófise e nos testículos. Para além de estimular a lipólise e inibir lipogênese no organismo, este hormônio atua inclusive nos testículos onde também existem seus receptores. Défice na concentração da leptina, afeta a síntese de GnRH, reduz os níveis de LH, resultando na limitação de produção da testosterona. Neste momento, ocorre a diminuição dos níveis de FSH e conseqüentemente queda no peso testicular. Os ruminantes principalmente, são bastante sensíveis à dietas de baixa qualidade porque sua energia metabolizável deriva da produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, e portanto, a ação da leptina nestas espécies é acentuada (HOYA *et al.*, 2015).

A fisiologia reprodutiva é também modulada pela insulina, que regula a homeostase da glicose exercendo função importante no controle em variadas etapas do metabolismo de gorduras e proteínas (CHALMEH *et al.*, 2015).

De uma forma geral, a manutenção fisiológica do regulamento dos níveis de glicose no sangue é coordenada pela insulina, hormônio que facilita o ingresso da glicose existente no sangue em diversos tipos de tecidos, como músculos e fígado, onde as suas moléculassão armazenadas em forma de substância de reserva insolúveis, o glicogênio. O músculo representa cerca de 40% da massa corporal total é responsável por aproximadamente 30% do consumo energético (PAULI *et al.*, 2009 e SLIWOWSKA *et al.*, 2014).

A insulina é um hormônio polipeptídico anabólico, sintetizado pelas células-beta do pâncreas, processo ativado pelo aumento dos níveis circulantes de glicose e aminoácidos após a ingestão da dieta. Atua no hipotálamo onde se localizam seus receptores, estimulando a síntese de GnRH. Sua ação é também extensiva aos tecidos periféricos, principalmente no fígado, músculo esquelético e tecido adiposo. Tem efeitos metabólicos imediatos que incluem aumento da captação de glicose no tecido muscular e adiposo, aumento da síntese de proteínas, ácidos graxos e glicogênio. Também bloqueia a produção hepática de glicose, lipólise e proteólise (CHATTERJEE *et al.*, 2014).

O aumento dos níveis de insulina, coincide com aumento na frequência dos pulsos de LH, sugerindo uma forte ligação entre este hormônio com GnRH como resposta à variações do estado metabólico (BLACHE e MARTIN, 2009). A ingestão de uma dieta com baixo perfil energético e nutricionalmente deficiente, conduz o animal a um estado de balanço energético negativo, comprometendo sua função reprodutiva, pois, quando o animal estiver neste estado, há uma queda nos níveis de insulina e ocorre a lipólise, o que acarreta a liberação dos ácidos graxos não-esterificados (NEFA) na corrente sanguínea como fonte alternativa de energia (RUAS *et al.*, 2005).

De acordo com Sánchez *et al.* (2012), outro fator metabólicodependente da nutrição e que afeta a reprodução é o hormônio de crescimento (GH – *growth hormone*) pertencente à família das somatotropinas. É produzido na hipófise anterior pelos somatotrofose atua estimulando a síntese de fator de crescimento semelhante à insulina (IGF). De fato, a ingestão de alimento, promove aumento da síntese de proteína microbiana e fluxo de aminoácidos. Adicionalmente, causa a produção de ácido propiônico no rúmen e eleva as concentrações de glicose sanguínea, resultando na estimulação da secreção de insulina e fator de crescimento semelhante a insulina. Estes metabólitos favorecem a reprodução, pois atuam no sistema nervoso central estimulando a secreção de GnRH.

O fator de crescimento semelhante à insulina (IGF), também chamado de somatotrofina (ST) é um hormônio peptídico sintetizado e secretado pela glândula hipófise anterior. O controle das vias metabólicas é uma das principais funções do eixo somatotrópico e seus constituintes. As seis proteínas de ligação dos fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGFBPs) se ligam a IGF-I e IGF-II (receptores) e atuam como carreadoras e reguladoras das suas bioatividades no sangue, fluídos corporais e em vários tecidos, e sua função se resume em estimular o crescimento e reprodução de células. Maior parte das funções dos fatores de crescimento semelhantes à insulina é exercida mediante sua ligação ao receptor tipo I (IGF-I) (VERSTEYHE *et al.*, 2013 e KESSLER *et al.*, 2013).

Estes metabólitos e hormônios como a insulina, leptina, GH e IGF-I, estão envolvidos nos mecanismos fisiológicos pelos quais o sistema hipotalâmico-hipofisário é informado sobre o estado energético dos animais (MEIKLE *et al.*, 2004).

#### 2.2.4 Importância de lipídeos na reprodução

A suplementação alimentar com dietas contendo fontes lipídicas desencadeia eventos metabólicos importantes para a reprodução dos animais, principalmente pela capacidade que os lipídeos têm de interferir na maturação e capacitação espermática, marcada pelas modificações lipídicas na membrana plasmática (LIU et al., 2015). Também funciona como precursor de hormônios e eleva a quantidade e qualidade do sêmen produzido, favorecendo a morfologia espermática e a viabilidade dos espermatozoides (SILVA et al., 2014 e MAIA et al., 2010).

Dietas ricas em lipídeos podem aumentar os níveis séricos de colesterol, triglicerídeos, lipoproteínas de alta e baixa densidade (HDL e LDL respectivamente) e lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL). Os principais tipos de lipídeos são os fosfolipídeos, glicerídeos e esteróides (colesterol), que são constituintes da membrana celular, e no caso de espermatozoides, estão relacionados com sua sobrevivência após a criopreservação e reação acrossômica no momento da fertilização, sendo também necessários para sua permeabilidade (MANDAL et al., 2014; PRATES et al., 2014 e LEE et al., 2015).

O colesterol é um produto típico do metabolismo animal e pode ser encontrado na forma livre ou estratificado com ácidos graxos de cadeia longa, como é o caso de ésteres de colesterol. Para além de constituir a membrana celular e modular a fluidez das membranas da célula animal, é também precursor de muitas moléculas sinalizadoras como hormônios esteróides (progesterona, testosterona, estradiol e cortisol) (LEHNINGER et al., 2008 e KHAN et al., 2013).

Sua biossíntese ocorre a partir da acetil-CoA no citosol e compreende três estágios: (1) síntese de isopentenil pirofosfato, uma unidade isoprenóide ativada que funciona como principal bloco de construção do colesterol; (2) condensação de seis moléculas de isopentenil pirofosfato que forma o esqueleto; e (3) ciclização do esqualeno que resulta em uma molécula de colesterol. É sintetizado predominantemente no fígado e em uma menor extensão no intestino delgado (BERG et al., 2002).

No organismo animal, o colesterol é transportado em líquidos orgânicos na forma de partículas de lipoproteínas, em que cada uma delas corresponde a

um cerne de lipídeos hidrofóbicos, e são classificadas conforme a sua densidade crescente: VLDL, LDL e HDL. No entanto, as células localizadas fora do fígado e do intestino adquirem colesterol do plasma sanguíneo, utilizando HDL como sua fonte principal, onde o captam num processo chamado endocitose por receptor (LEHNINGER et al., 2008).

Pelo fato do colesterol ser uma molécula hidrofóbica, seu transporte no meio aquoso (sanguíneo) é efetuado pelas lipoproteínas. As VLDL são mais densas que os quilomícrons e ricas em triglicerídeos, que é a principal forma de reserva de energia nos animais, e sua principal função é transportar a maior parte dos triglicerídeos do fígado para outros órgãos, enquanto os quilomícrons efetuam o transporte de triglicerídeos do intestino para o fígado. Estas lipoproteínas hepáticas, estão estritamente associadas à apolipoproteína B-100 circulante, sintetizada igualmente no fígado para auxiliar na secreção das VLDL (KABAGAMBE et al., 2012 e KALMATH et al., 2013).

As lipoproteínas de baixa e alta densidade, LDL e HDL respectivamente, são produzidas principalmente no plasma, com pequenas frações de origem hepática. As duas são mais densas que a VLDL, no entanto, a HDL apresenta maior densidade em relação a LDL. Esta última, sua função é de transportar ésteres de colesterol do fígado para os órgãos periféricos, enquanto a HDL está envolvida no transporte de colesterol dos tecidos periféricos para o fígado, e nos ovinos, aHDL representa 80% do total de lipoproteínas plasmáticas (YANG et al., 2004).

Para que uma membrana celular desempenhe sua função, deve apresentar uma composição relativamente equilibrada de colesterol e fosfolipídios (MOCÉ et al., 2010). Os espermatozoides mais resistentes às condições de choque térmico são aqueles que apresentam uma maior concentração de colesterol na sua membrana e uma proporção maior de ácidos graxos insaturados e saturados (LEE et al., 2015). É importante que o espermatozoide mantenha sua viabilidade, pois constitui um dos principais fatores responsáveis pela fertilização (OLIVARES et al., 2015).

Alguns ácidos graxos insaturados como o ácido  $\alpha$ -linoléico (18:3 n-3) da série ômega-3 e ácido linoléico (18:2 n-6) pertencente à série ômega-6, incluindo os monoinsaturados e saturados, são considerados como essenciais (OCHOA et al., 2002), pois não podem ser sintetizados pelo organismo animal devido a falta

de enzimas  $\Delta 12$ - e  $\Delta 15$ -dessaturase, devendo ser fornecidos por meio da dieta (BEDERSKA-LOJEWSKA et al., 2013).

De acordo com Silva et al. (2014), o dendê é uma das alternativas alimentares com propriedades para enriquecer a dieta de ruminantes com ácidos graxos capazes de melhorar sua função reprodutiva, com maior destaque para os saturados (C12:0 – láurico, C14:0 – mirístico, C16:0 – palmítico, C18:0 – esteárico) e insaturados (C18:1 n-9 – oleico, C18:2 n-6 – linoléico, C18:3 n-3 – linolênico). Sua inclusão na dieta de carneiros até 19,5% na matéria seca não afeta os parâmetros sanguíneos como N-uréico e glicose (NUNES et al., 2011). Segundo Barbosa et al. (2015), a adição de ingredientes contendo este tipo de ácidos graxos aumenta a densidade energética da dieta e contribui para a redução do balanço energético negativo evitando a manifestação de distúrbios metabólicos.

Os lipídeos são maioritariamente constituídos por ácidos graxos que para ruminantes representam a maior fonte de energia metabolizável com uma quantidade 2,25 vezes mais elevada em relação aos carboidratos, sendo de rápida disponibilidade. No entanto, sua inclusão deve respeitar limites máximos de 5% na matéria seca para pequenos ruminantes (PIMENTEL et al., 2011), pois níveis acima do estabelecido podem afetar o consumo voluntário, digestibilidade de nutrientes, e reduzir a digestão da fibra e produção de metano devido ao efeito tóxico dos ácidos graxos sobre os microorganismos do rúmen, o que inibe a atividade microbiana (BOOYENS et al., 2013).

Adicionalmente, dos vários tipos de ácidos graxos, os insaturados merecem uma maior atenção na limitação do seu fornecimento, principalmente em animais pré-púberes sob risco de causar estresse oxidativo. No processo de espermatogênese, altas taxas de divisão celular causam um aumento na taxa de consumo de oxigênio promovendo a produção de espécies reativas ao oxigênio (EROs) como xantinas, NADPH-oxidase e citocromo P450, tornando os compartimentos intertubulares particularmente mais vulneráveis ao estresse oxidativo e aos danos devido a presença de radicais livres. Por isso que o sistema anti-oxidativo é um fator importante no funcionamento normal dos testículos, incluindo o correto balanço entre a produção e remoção do oxigênio durante a espermatogênese (MAXIE, 2015).

## 2.3 Função testicular e produção espermática

### 2.3.1 Espermatogênese

Na constituição do sistema reprodutor, se destaca o testículo que constitui o órgão central da reprodução do macho. É fortemente influenciado pelo sistema neuroendócrino e apresenta duas funções básicas, uma endócrina e outra exócrina. A endócrina consiste na síntese de andrógenos (esteroidogênese) responsáveis pelos efeitos metabólicos e pelo desenvolvimento e manutenção das características sexuais secundárias, e a exócrina, responsável pela geração de células germinativas haplóides por meio da espermatogênese (ETIM, 2015).

A esteroidogênese ocorre nas células de *Leydig* e a espermatogênese nos túbulos seminíferos. Do ponto de vista funcional, o testículo apresenta três compartimentos diferentes, nomeadamente: compartimento de tecido intersticial que contém as células de *Leydig*, localizadas entre os túbulos seminíferos, compartimento basal, contendo espermatogônias, e o compartimento adluminal onde os espermatócitos sofrem as divisões celulares (meiose e mitose) (MAKSIMOVIC *et al.*, 2016).

Dentro dos túbulos seminíferos existem as células de Sertoli. Estas células se estendem do compartimento basal até ao adluminal formando a barreira hematotesticular cuja função é evitar que componentes presentes no sangue e no fluido intersticial entrem no compartimento adluminal (KLEIN, 2014). Os túbulos seminíferos em carneiros ocupam cerca de 85% do volume das gônadas e compõem o parênquima testicular que contém no seu interior o epitélio germinativo e o espaço intertubular onde se localizam os nervos, vasos sanguíneos, linfáticos e as células de *Leydig* (PRESTON *et al.*, 2011 e MOHAMMADZADEH *et al.*, 2013).

O conteúdo produzido pelos túbulos seminíferos é liberado dentro da *rete testis*, que posteriormente efetua o transporte dos espermatozoides juntamente com o fluido dos túbulos até ao epidídimo. Este ducto, o epidídimo, para além de conduzir os espermatozoides, é responsável por fornecer um ambiente bioquímico para a maturação aos espermatozoides e dotá-los de capacidade de

fertilização, pois os espermatozoides que entram na cabeça do epidídimo provenientes da *rete testis* são imóveis, somente após passar pelo processo de migração e maturação na cabeça e corpo do epidídimo adquirem motilidade e capacidade para fertilizar (ZINI e AGARWAL, 2014).

As células de Sertoli constituem um dos dois tipos de células somáticas dos túbulos seminíferos. Juntamente com as células germinativas constituem o epitélio seminífero circundado por uma ou mais camadas de células mióides (JOHNSON *et al.*, 2008). As células de Sertoli proporcionam nutrientes para as células germinativas em desenvolvimento. De fato, estas células secretam substâncias químicas como piruvato, proteínas fixadoras de andrógenos (ABP), estrógenos, fluido tubular, dihidrotestosterona (DHT) e fator de crescimento epidermal (SALARVANDIAN *et al.*, 2015).

Segundo Mohammadzadeh *et al.* (2013), as células de Sertoli, para além de transportar células espermatogênicas do compartimento basal dos túbulos seminíferos para o lúmen, estão envolvidas no processo de fagocitose de células degeneradas proporcionando proteção para células germinativas. A quantidade de células de Sertoli determina a taxa de produção espermática e apresenta uma correlação positiva com a eficiência da espermatogênese.

A testosterona produzida pelas células de *Leydig* afeta a espermatogênese de diversas formas, ativando os receptores de andrógenos para manter a espermatogênese. Também previne a apoptose de espermatogônias do tipo A. Sua síntese resulta da transformação do colesterol, por meio de uma sequência de cadeias enzimáticas dentro destas células localizadas no interstício testicular. O colesterol utilizado para a síntese deste hormônio pode ser obtido pela síntese que ocorre dentro das células de *Leydig* ou a partir do colesterol extracelular (lipoproteínas de baixa densidade - LDL) (ILIYASU *et al.*, 2014).

As células germinativas agrupam-se de acordo com o estágio de maturação, de tal forma que em um corte histológico de um determinado ponto do túbulo seminífero seja observado com muita predominância um tipo de células germinativas, enquanto que um corte em um outro ponto (acima ou abaixo) mostra um tipo celular sucessivo ou precedente na ordem de maturação (ARREGUI *et al.*, 2008).



A espermatogênese é um processo cíclico e dinâmico que envolve processos de divisão e diferenciação. É altamente organizado e sincronizado, e por meio do qual as primeiras células germinativas a habitar os túbulos seminíferos, também designados por gonócitos, multiplicam-se e se diferenciam em espermatogônias diplóides. Posteriormente, as espermatogônias dividem-se por mitose para manter seu próprio número, resultando na produção de espermatócitos, que sofrem sucessivas divisões meióticas e se diferenciam em espermátides haplóides, liberados no lúmen como espermatozoides (KIM *et al.*, 2015 e YAO *et al.*, 2015).

Espermatogênese é funcionalmente dividida em três fases: espermatocitogênese, meiose e espermiogênese. A espermatocitogênese é uma fase proliferativa que consiste de duas funções principais: na primeira ocorre as divisões mitóticas das espermatogônias tipo A de forma a manter uma população de células-tronco a partir das quais o macho produz espermatozoides de uma forma contínua durante a sua vida, e na segunda função, as espermatogônias tipo A tornam-se espermatogônias tipo B que por meio de divisões mitóticas produzem espermatócitos primários (KLEIN, 2014; MANKU e CULTY, 2015; LIU *et al.*, 2015 e XUN *et al.*, 2015).

Na fase meiótica os espermatócitos primários sofrem duas divisões e originam células haploides. Nesta fase ocorre o pareamento de cromossomos homólogos, o que facilita a troca de material genético. Posteriormente, na primeira divisão os cromossomos homólogos segregam-se dando origem a duas células haploides, designadas de espermatócitos secundários, e na segunda, estes espermatócitos se dividem e dão origem a espermátides (FILIPPONI *et al.*, 2007; BROWN *et al.*, 2011; WYNNE *et al.*, 2012 e PINTOS *et al.*, 2015).

Na fase de espermiogênese também chamada estágio de maturação e desenvolvimento, as espermátides se diferenciam (sem se dividir) formando espermátides maduras. Esta fase é caracterizada principalmente pela formação do acrossoma a partir do complexo de Golgi, alongamento nuclear, desenvolvimento do flagelo, condensação da cromatina e perda de citoplasma (KAYA e MEMILI, 2016). Após a maturação final das espermátides, estas são liberadas em forma de espermatozoides, das células de Sertoli para o interior do lúmen dos túbulos seminíferos, processo designado por espermição (HAFEZ e HAFEZ, 2004 e CIARAMELLA *et al.*, 2015).

Este processo descrito (espermatogênese) envolve o movimento das células germinativas do compartimento basal para o adluminal dos tubos seminíferos. A fase mitótica da espermatogênese ocorre na região basal, enquanto que a fase meiótica ocorre na região adluminal. No entanto, o resultado da espermatogênese completa é: proliferação celular e manutenção de uma população de células germinativas, redução no número de cromossomos e variabilidade genética, e produção de espermatozoides (RODRIGUES *et al.*, 2012; PANAHI *et al.*, 2014 e KLEIN, 2014).

A transformação celular a partir da espermatogônia tipo A até os espermatozoides ejaculados, incluindo o tempo do trânsito epididimário, dura aproximadamente de 60 a 70 dias no carneiro. Em casos de ocorrência de algum fator que possa afetar o testículo ou o epidídimo, a diminuição da qualidade do sêmen pode ocorrer dentro de poucos dias até dois meses, e da mesma forma, no mínimo são necessários 60 dias para que o sêmen volte ao normal após um dano ao testículo (HAFEZ e HAFEZ, 2004 e KLEIN, 2014).

Existem fundamentalmente três tipos de hormônios que podem afectar direta ou indiretamente a espermatogênese, nomeadamente: testosterona produzida pelas células de Leydig, estradiol e inibina produzidos por células de Sertoli. A síntese de ambos ocorre ao nível dos testículos (KLEIN, 2014).

Durante a espermatogênese, podem ocorrer perdas de células germinativas numa taxa média de 50% devido a fatores como apoptose celular, principalmente das espermatogônias e espermatócitos, e estas perdas estão relacionadas com flutuações hormonais resultantes das alterações fotoperiódicas, restrições alimentares e mudanças na secreção de FSH. Entretanto, durante a espermatogênese a apoptose representa um mecanismo protetor pelo fato de eliminar células germinativas anormais, evitando que estas se multipliquem e sigam para os estágios mais avançados (MANKU e CULTY, 2015 e SHARMA *et al.*, 2015).

Uma compreensão efetiva das alterações degenerativas que ocorrem durante os processos espermatogénicos, inclui a avaliação morfométrica do epitélio seminífero contido dentro dos túbulos, centro de produção de gâmetas masculinos (FOLEY, 2001). Ao nível das gônadas, os túbulos são revestidos pelo epitélio germinativo, e no estudo histológico deste órgão, pode-se observar com clara evidência células em vários estágios de desenvolvimento, cujos

constituintes celulares dependem fundamentalmente da atividade espermatogênica dos túbulos, podendo ser espermatogônias, espermatócitos primários, espermatócitos secundários, espermátides ou espermatozoides (BANKS, 1992).

Segundo Johnson *et al.* (2000), o ciclo do epitélio seminífero (CES), também designado de ciclo espermatogênico, é definido como um conjunto de células da espermatogênese localizadas ao longo dos túbulos seminíferos, de tal forma que ao analisar uma secção transversal de um túbulo seminífero (corte histológico) verifica-se uma organização de células espermatogênicas formando uma camada desde a membrana basal até ao lúmen tubular. A associação repetida dessas células estabelece um ciclo seminífero.

Considerando que o ciclo do epitélio seminífero é um fenômeno temporal e constante, característico de cada espécie animal, sua duração é estimada em dias, sendo de 10,4 dias em carneiros (AMANN, 2008; RUSSEL *et al.*, 1990 e KNOBIL e NEILL, 2006). A forma mais adequada de classificar o ciclo de epitélio seminífero é com base no método de morfologia tubular, que consiste na avaliação morfológica de espermátides, principalmente seu núcleo e seus eventos meióticos (WROBEL *et al.*, 1995).

O método em referência, permite identificar os seis estágios do ciclo de epitélio seminífero. Em ovinos de cerca de 8 meses de idade, o diâmetro dos túbulos seminíferos mede cerca de 275  $\mu\text{m}$  e altura do epitélio 95  $\mu\text{m}$ . Estes valores apresentam uma baixa variação ao longo do ciclo, entretanto, da fase pré-leptóteno para diplóteno o volume celular dos espermatócitos primários aumenta aproximadamente cinco vezes e o volume nuclear registra um aumento em três vezes no mesmo estágio. Os espermatócitos secundários são observados exclusivamente no estágio 4 do ciclo de epitélio seminífero (WROBE *et al.*, 1995).

As células de Sertoli ocupam entre 27,6% (no estágio 3) e 36,6% (no estágio 1) do epitélio tubular. O volume médio destas células varia entre 6380  $\mu\text{m}^3$  no estágio 2 e 7195  $\mu\text{m}^3$  no estágio 4, e uma área superficial de cerca de 10550 a 12305  $\mu\text{m}^2$ . Entre os túbulos, se encontram os vasos sanguíneos, localizados no espaço intersticial intra-tubular. São rodeados por células de Leydig e outras células do interstício como macrófagos e células epiteliais linfóides (WROBE *et al.*, 1995 e YOSHIDA, 2010).

## 2.4 Morfometria testicular

O desenvolvimento testicular de uma espécie pode ser avaliado mediante a determinação de características morfométricas cujas variações são acompanhadas por modificações que ocorrem em resposta a vários fatores, principalmente de ordem ambiental. Este desenvolvimento pode ser usado como ferramenta para determinar o período do alcance da maturidade sexual que corresponde a transformações morfológicas e fisiológicas no organismo (CASTIGLIONI *et al.*, 2006). Estas modificações conferem ao animal a habilidade de produzir quantidades desejáveis de espermatozoides viáveis e níveis adequados de andrógenos para o correto funcionamento da função reprodutiva (GIER e MARION, 1970).

O índice gonadossomático é um dos parâmetros de maior destaque, pois representa o funcionamento específico da espermatogênese e tem relação direta com a massa corporal e porte do animal. A maior proporção de massa corporal e de gasto de energia alocados no tecido testicular ocorre com maior frequência em mamíferos de pequeno porte, contrariamente ao que acontece nos de porte maior. Grandes variações das variáveis morfométricas se verificam com alguma frequência, principalmente a proporção volumétrica dos túbulos seminíferos, células de Leydig, vasos sanguíneos e vasos linfáticos (AMANN, 1970).

Em várias espécies os túbulos seminíferos representam o componente mais abundante do parênquima testicular, e todas as estruturas celulares e teciduais relacionados com estes túbulos, como é o caso do diâmetro tubular, comprimento total dos túbulos, comprimento dos túbulos por grama de testículo e espessura do epitélio apresentam uma relação positiva com a produção de espermatozoides, despertando portanto, maior interesse nas pesquisas, uma vez que estas variáveis podem ser usadas para definir a capacidade produtiva dos testículos (FRANÇA e RUSSELL, 1998).

O estudo da histologia testicular, para além de caracterizar a puberdade e maturidade sexual dos machos, providencia informações úteis para o estabelecimento de comparação de animais de diferentes espécies. Parâmetros como volume do parênquima estão na origem da diferença na eficiência da espermatogênese. A histologia fornece informações que auxiliam na avaliação e

seleção de reprodutores, pois enquanto a mensuração do peso gonadal representa um método indireto de avaliação, as medidas morfométricas constituem um método direto de avaliar o estágio reprodutivo de machos (FONTANA *et al.*, 1990 e FRANÇA e GODINHO, 2003).

A quantidade, volume e a proporção das células de Leydig dentro do compartimento intersticial é fornecida pelo estudo histológico, e estas informações são importantes, pois conduzem a uma previsão da produção hormonal. Estas células, possuem receptores de LH capazes de detectar as concentrações suficientes deste hormônio para induzir a síntese de andrógenos que atuam nos receptores androgênicos do epitélio seminífero para modular a espermatogênese (O'DONNELL *et al.*, 2001). Outros parâmetros como células de Sertoli podem ajudar na compreensão da duração do ciclo do epitélio seminífero (COURROT, 1988).

#### 2.4.1 Avaliação do potencial reprodutivo do macho

A fertilidade é um dos parâmetros mais importantes e com maior impacto econômico no sistema de produção animal, no entanto, envolve vários fatores como perfil hormonal, desenvolvimento corporal e testicular, qualidade de sêmen produzido, quantidade e viabilidade da sua descendência (PETROVIC *et al.*, 2012). Estes fatores definem machos de alto desempenho reprodutivo no momento da seleção, devendo ser estudados integralmente nos testes de classificação de reprodutores pelo fato de apenas um ou dois parâmetros não indicar na totalidade todo potencial reprodutivo do animal (SNOWDER *et al.*, 2004), pois reprodutores com parâmetros testiculares e seminais semelhantes ainda podem apresentar diferenças de até 25% nos índices de fertilidade (LARSON e MILLER, 2000).

A avaliação de parâmetros seminais relacionados com motilidade e morfologia espermática, método frequentemente utilizado para definir a fertilidade do macho, melhora as taxas de concepção, no entanto, apresenta uma limitação de informação sobre a real qualidade do reprodutor, havendo necessidade de introduzir outros conceitos como avaliação ultrassonográfica e

de parâmetros sanguíneos (MOURA, 2005). Considerando que a massa testicular está positivamente correlacionada com a produção de sêmen, o tamanho e circunferência testicular é um indicador de eleição para predizer a fertilidade de carneiros e sobretudo sua produção espermática (AL-KAWMANI et al., 2014).

Apesar da circunferência escrotal apresentar variação em função a época do ano e da condição de escore corporal, sendo maior durante a estação de monta e de abundância alimentar, e menor fora deste período, podendo reduzir cerca de dois a três cm em situações drásticas, continua sendo um ótimo indicador de fertilidade por apresentar correlação positiva com a porcentagem e diâmetro dos túbulos seminíferos (OSOSANYA et al., 2014), produção de sêmen (MAKSIMOVIĆ et al., 2016 e RODRIGUES et al., 2016), níveis séricos de testosterona (MAKSIMOVIĆ et al., 2016), reserva espermática (UCHENDU et al., 2015) e peso corporal (AKPA et al., 2013).

É um indicador que apresenta uma herdabilidade maior e de fácil mensuração, o que reduz significativamente os erros técnicos (MUHAMMAD et al., 2016 e JUNIOR et al., 2008). Representa uma opção primária na seleção de jovens reprodutores, sendo também utilizada para predizer a precocidade da sua prole feminina, pois, filhas de machos com maior circunferência escrotal são mais precoces e apresentam melhores índices de fertilidade (BESTER et al., 2004; JIBRIL et al., 2011 e MENEGASSI et al., 2014).

Para aumentar a acurácia e confiabilidade dos resultados de avaliação da capacidade reprodutiva do macho, testes complementares são necessários, destes pode-se destacar a avaliação clínica por meio de ultrassonografia testicular. Este método, pode revelar possíveis desordens subclínicas com maior precisão e segurança principalmente de estruturas internas do testículo, túnica fibrosa, parênquima e mediastino, indicação de eventuais alterações atípicas e dificilmente identificáveis pelos testes andrológicos de rotina convencionalmente utilizados. Acompanha a evolução do desenvolvimento destes componentes de forma não invasiva (GOULETSOU e FTHENAKIS, 2010 e ANDRADE et al., 2014).

Adicionalmente, a fertilidade do macho pode ser avaliada através dos níveis de testosterona. Esta variável influencia diretamente o comportamento reprodutivo, sendo um dos principais indicadores que ajuda a entender melhor a

atividade endócrina do testículo (BENIA et al., 2013). Este hormônio, afeta também a qualidade de sêmen produzido por apresentar uma influência direta na atividade das glândulas sexuais acessórias. Estudos mostram que a eficiência das glândulas na síntese de componentes bioquímicos como a frutose, depende inteiramente dos níveis da secreção da testosterona ao nível dos testículos (EL-MOKADEM et al., 2015).

Vários fatores afetam a concentração da testosterona em carneiros, destes, a nutrição, o fotoperíodo e a secreção da melatonina merecem destaque, uma vez que podem resultar na flutuação dos níveis de testosterona do animal ao longo do dia (CASAO et al., 2010).

De acordo com Gündoğan e Serteser (2005) e Yotov et al. (2013), os parâmetros metabólicos são indicadores importantes do pleno funcionamento do sistema reprodutor endócrino, principalmente os que estão mais relacionados com o perfil hormonal, como é o caso de colesterol, devendo ser considerados ao avaliar a fertilidade dos animais.

**CAPÍTULO 1 – PARÂMETROS SANGUÍNEOS E SEMINAIS DE CORDEIROS  
MANTIDOS A PASTO E SUPLEMENTADOS COM TORTA DE DENDÊ**

Artigo a ser submetido ao comitê editorial do Periódico Animal Reproduction  
Science, Qualis XYZ, na Área Zootecnia/Recursos Pesqueiros



## **Parâmetros sanguíneos e seminais de cordeiros mantidos a pasto e suplementados com torta de dendê**

**Lopes César Mugabe<sup>1</sup>, Adriana Regina Bagaldo<sup>2\*</sup>, Larissa Pires Barbosa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Zambeze – Faculdade de Engenharia Agronômica e Florestal, Departamento de Engenharia Zootécnica. Mestre em Ciência Animal

<sup>2</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – Bahia

<sup>3</sup>Universidade Federal da Bahia, Salvador – Brasil

\*Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas. Autor para correspondência: [arbagaldo@gmail.com](mailto:arbagaldo@gmail.com)

### **RESUMO**

Avaliou-se o efeito de níveis de inclusão de torta de dendê no suplemento sobre os parâmetros sanguíneos e a qualidade de sêmen de ovinos mantidos a pasto. Foram utilizados 40 cordeiros de raça Santa Inês com idade média de 5 meses e peso corporal de  $24,10 \pm 2,72$  kg, alocados em quatro tratamentos com 10 repetições em um delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram os níveis de inclusão de torta de dendê (0%; 15%; 30% e 45%) na matéria seca da ração concentrada, formulada para ser isonitrogenada. O experimento durou 90 dias antecedidos por 15 dias de adaptação, e neste período foi feita coleta de sangue em jejum alimentar de 12 horas, por punção da veia jugular utilizando tubos sem anticoagulante. As amostras foram centrifugadas, e do soro obtido foram avaliadas as variáveis do perfil bioquímico: colesterol total, triglicerídeos, lipoproteínas de alta, baixa e muito baixa densidade. O sêmen foi coletado por eletroejaculador e submetido à avaliação de volume, cor, aspeto, turbilhonamento, vigor, motilidade progressiva, concentração e patologias. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade e depois foi feita análise de variância, regressão e teste de Kruskal-Wallis. Foi observado

comportamento linear crescente nos níveis de colesterol total, lipoproteína de alta densidade, triglicerídeos e lipoproteína de muito baixa densidade. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) na lipoproteína de baixa densidade entre os tratamentos. Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) no turbilhamento, motilidade, vigor, número total de espermatozoides por ejaculado, espermatozoides viáveis por ejaculado, aspeto, defeitos maiores e totais. Houve comportamento linear crescente na concentração espermática com médias variando de  $2,50\pm 1,6$  a  $3,83\pm 5,7\times 10^9/\text{mL}$  e comportamento quadrático negativo para os defeitos menores. A inclusão da torta de dendê até 45% na matéria seca do concentrado melhora o perfil bioquímico sem prejuízo nas variáveis seminais de cordeiros, podendo ser utilizada como alternativa alimentar.

**Palavras-chave:** fontes lipídicas, nutrição animal, pequenos ruminantes, reprodução ovina

### **Biochemical and seminal parameters of rams supplemented with palm kernel cake on grazing system**

#### **ABSTRACT**

This study aimed to assess the effects of different levels of palm kernel cake on semen quality and biochemical parameters in male sheep. A total of 40 rams weighing  $24,10\pm 2,72$  kg of average body weight and aged five months were assigned in a completely randomized design into four groups and 10 replicates. The animals were subjected in different levels of palm kernel cake into concentrate diet: (0; 15; 30 and 45%) based on dry matter, feeding them in individual stalls by the morning. The diet prepared to be iso-nitrogenous were supplied at 1,5% body weight with adjustment according to the individual liveweights. The trial lasted 90 days foregone by 15 days for adaptation. Blood samples were collected every 45 days from jugular vein after 12 hours of total food restriction using vacuum tubes without anticoagulant. Total serum

cholesterol, triglycerides, high density lipoproteins, low density lipoproteins and very low density lipoproteins were assessed. Semen samples were collected by electroejaculation once for a week for three sequence weeks, and assessed for volume, color, aspect, wave motion, motility, sperm concentration, vigor sperm and sperm morphology. The data were subjected to analysis of variance by SAS 9.0 followed by regression analysis. Non-parametric data were analysed by Kruskal-Wallis non-parametric test. Increasing linear behavior was observed for total cholesterol, high density lipoprotein, triglycerides and very low density lipoprotein. There was no difference ( $P>0,05$ ) for low density lipoprotein. No difference was observed ( $P>0,05$ ) in mass motility, sperm motility, vigor, total sperm cells per ejaculate, viability sperm per ejaculate, aspect, major and total sperm defects. There was increasing linear behavior for sperm concentration with average ranged from  $2,50\pm 1,6$  to  $3,83\pm 5,7\times 10^9/\text{mL}$  and negative quadratic behavior for minor defects. The inclusion of palm kernel cake up to 45% based concentrate dry matter improves biochemical parameters and did not affect negatively ram seminal variables. It could be used as food alternative.

**Keywords:** animal nutrition, lipid sources, sheep breeding, small ruminants

## Introdução

O estado nutricional exerce grande influência sobre a atividade do centro hipotálamo-pituitária-gonadal dos animais. Nos machos, alterações na dieta refletem pela mudança no desempenho reprodutivo, começando por criar uma condição de balanço energético negativo, o que resulta no atraso à puberdade, baixo desenvolvimento testicular e redução na taxa de produção de sêmen, como consequência direta da baixa secreção de LH e FSH limitada pelo déficit de liberação episódica de GnRH (ZABULLI *et al.*, 2009).

Entretanto, a eficiência reprodutiva do macho e a qualidade do sêmen produzido dependem basicamente, do pleno funcionamento do seu sistema endócrino, que irá determinar a síntese de andrógenos a partir do colesterol. Um

dos hormônios derivados de colesterol é a testosterona, cuja biossíntese é regulada pelos cofatores sSTAR (proteína aguda reguladora da esteroidogênese) e TSPO (proteína translocadora), responsáveis pelo transporte de colesterol extra membranal para o interior da membrana mitocondrial. Sua concentração define os níveis de testosterona produzida, cuja redução está relacionada à disfunção testicular (HAFEZ, 2009).

O colesterol é resultado do metabolismo energético que ocorre no fígado, utilizando glicose e aminoácidos como precursores. Seus níveis séricos dependem da condição nutricional do animal, e principalmente, da composição dos ingredientes que constituem a dieta (FERNANDES *et al.*, 2012). Uma alimentação rica em ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) aumenta a densidade energética e melhora o desempenho reprodutivo de carneiros, com efeitos notáveis no perfil hormonal, desenvolvimento testicular e na qualidade do sêmen (BOATENG *et al.*, 2013 e FAIR *et al.*, 2014).

A torta de dendê é um ingrediente bastante rico em ácidos graxos desta natureza, com maior destaque para os ácidos láurico, mirístico, oléico, palmítico, esteárico e linoléico (OLIVEIRA *et al.*, 2015), e sua inclusão na dieta pode resultar em incremento nos índices reprodutivos de ruminantes. As principais famílias de ácidos graxos poliinsaturados que exercem maior influência na reprodução de machos são n-3 e n-6, cujos representantes são ácido linoléico e linolênico, respectivamente. Seu contributo está fortemente ligado à sua conversão em hormônios reprodutivos (SARTONI e GUARDIEIRO, 2010).

A adição da torta de dendê na ração eleva principalmente os níveis de ácido laurico (C12:0), ácido mirístico (C14:0) e ácido palmítico (C16:0), podendo ser utilizada como alternativa alimentar e fonte de lipídeos em ovinos (RIBEIRO *et al.*, 2011). Deste modo, este trabalho objetiva avaliar o efeito da torta de dendê sobre parâmetros bioquímicos e seminais de carneiros de raça Santa Inês.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no Setor de Ovinocultura da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) localizada em Cruz das Almas, latitude 12°67'36" Sul, longitude 39°10'17" Oeste e altitude de 225,87 metros acima do nível do mar (IBGE, 2010). O experimento foi realizado sob aprovação pela CEUA (Comissão de Ética no Uso de Animais) da UFRB com protocolo de registro número 23007.013783/2014-31 e decorreu de Janeiro a Abril de 2016 com duração de 90 dias antecedidos por 15 dias de adaptação às dietas experimentais. A região apresenta clima quente do tipo Af de acordo com classificação climática de Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 23,0°C, umidade relativa do ar de 75%, pressão em torno de 994,2 hPa e pluviosidade média anual de 1,136 mm (INMET, 2016).

Foram utilizados 40 cordeiros de raça Santa Inês com idade média de 5 meses e pesocorporal médio inicial de 24,1±2,72 kg, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 10 repetições. Os tratamentos foram níveis de inclusão da torta de dendê (0%; 15%; 30% e 45%) na ração concentrada. Os animais foram mantidos no sistema de pastejo em piquetes com capim massai (*Panicum híbrido* vr. Massai) durante o dia e suplementados com concentrado pela manhã em comedouros privativos na proporção de 1,5% de peso corporal.

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas (Tab. 2). A composição químico-bromatológica dos ingredientes e das dietas foi analisada segundo procedimentos da AOAC (1990) para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi feita de acordo com VAN SOEST *et al.* (1991).

Os carboidratos totais (CHOT) foram obtidos de acordo com a metodologia proposta por Sniffen *et al.* (1992), utilizando a equação: CHOT = 100 – (%PB + %EE + %Cinzas), e os carboidratos não fibrosos foram calculados

segundo Hall (2000), aplicando a seguinte expressão matemática:  $CNF = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%MM)$ . A hemicelulose (HEM) foi determinada pela diferença entre a fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), e a celulose calculada pela equação:  $celulose (\%) = FDA - lignina$  conforme Silva e Queiróz (2002). A determinação de nutrientes digestíveis totais foi feita de acordo com a fórmula proposta por NRC (1989):  $NDT (\%) = 87,84 - (\%FDA * 0,70)$ .

**Tabela 1** Composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Componentes	Ingredientes			C. massai
	T. dendê	F. soja	Milho moído	
Matéria seca	95,80	87,36	86,86	30,27
Matéria mineral	3,06	7,53	1,68	8,34
Extrato etéreo	8,21	3,44	5,24	1,48
Fibra em detergente neutro	71,37	16,58	31,54	66,59
Proteína bruta	10,05	45,25	7,48	5,32
Carboidratos totais	78,68	43,78	85,6	84,86
Carboidratos não-fibrosos	7,31	27,20	54,06	17,27
Hemicelulose	25,98	51,6	29,35	18,66
Lignina	4,28	3,09	1,32	3,37

T: torta; F: farelo; C: capim

**Tabela 2** Composição porcentual e químico-bromatológica das rações concentradas

Componentes	Níveis de inclusão de torta de dendê			
	0%	15%	30%	45%
Ingredientes	Composição porcentual no concentrado (%MS)			
Torta de dendê	-	14,50	29,0	44,0
Farelo de soja	33,0	35,0	31,0	29,00
Milho moído	62,0	45,50	35,0	22,0
Sal mineral	2,0	2,0	2,0	2,0
Uréia	3,0	3,0	3,0	3,0
Nutrientes	Composição química (%MS)			
Matéria seca	82,68	83,12	85,26	86,60
Extrato etéreo	4,38	4,78	5,28	5,76
Matéria mineral	3,53	3,84	3,81	3,90
Proteína bruta	19,57	20,07	19,56	19,19
Fibra em detergente neutro	25,03	30,50	36,88	43,15
Carboidratos não-fibrosos	47,49	40,18	34,47	28,00
Nutrientes digestíveis totais	85,28	80,83	76,58	72,10
Celulose	2,30	2,51	8,00	13,95
Hemicelulose	31,23	35,18	33,81	32,85
Lignina	5,36	7,51	8,09	8,53

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de cordeiros na fase de crescimento e possibilitar um ganho de peso corporal diário de 250 gramas segundo o NRC (2007).

Os animais foram pesados quinzenalmente para permitir o ajuste da dieta concentrada durante o período experimental. Na ocasião da pesagem foi feita avaliação da condição de escore corporal para determinar o estado nutricional dos animais.

Para a determinação dos parâmetros bioquímicos, foram feitas coletas de sangue por punção venosa da veia jugular em tubos a vácuo sem

anticoagulante a cada 45 dias durante o período experimental. As coletas foram realizadas às 08:00 horas da manhã após jejum alimentar de 12 horas. O sangue foi centrifugado a 3500 x g por 15 minutos e o soro obtido conservado em microtubos de polietileno, a uma temperatura de -20°C até ao momento de análise.

Para avaliar parâmetros do metabolismo energético fez-se análise das concentrações séricas de colesterol total utilizando o método de teste enzimático calorimétrico em fase líquida por meio de reagentes comerciais do kit colesterol monoreagente (reagente enzimático) da Bioclin® seguindo instruções do fabricante. A leitura das amostras foi feita em um espectrofotômetro automático com comprimento de onda ajustado para 500 nm, e os respectivos resultados de absorbância foram utilizados para determinar o colesterol total. Para o efeito foi aplicada a seguinte fórmula:

$$\text{Colesterol total (mg/dL)} = \frac{\text{absorbância da amostra}}{\text{absorbância do padrão}} * 200$$

As lipoproteínas de alta densidade (HDL) foram determinadas pelo método de teste enzimático calorimétrico, com leitura de absorbância feita em um espectrofotômetro automático e com 500 nm de ajuste de comprimento de onda. As concentrações do colesterol VLDL e LDL foram determinadas de acordo com a equação de Friedewald *et al.* (1972). A equação em referência, é apenas válida para amostras cujo valor de triglicérides não ultrapassa 400 mg/dL.

$$VLDL-c = \frac{\text{triglicérides}}{5} \text{ e } LDL-c = \text{Colesterol total} - (\text{HDL} + \text{VLDL}).$$

Decorridos 75 dias após início do fornecimento das rações concentradas foram feitas três coletas de sêmen com frequência de uma coleta por semana utilizando eletroejaculador, e os exames físico e morfológico realizados imediatamente após a ejaculação, segundo o Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013). Durante a coleta foi usado um eletroejaculador aplicando 5



estímulos elétricos de 3 volts (aumento gradativo de 1 volt) durante 3 segundos, com um intervalo de descanso de 5 segundos. Esta metodologia foi aplicada para todos os animais e mantida constante durante todas as coletas realizadas.

No exame físico foi feita avaliação do volume do ejaculado com leitura direta do tubo graduado. De seguida foram feitas avaliações visuais e sequenciais observando o aspecto e classificando-o decremoso, leitoso, turvo e aquoso, a cor com classificação de branco ou amarelo-marfim. Na avaliação das características microscópicas foi analisado o turbilhonamento colocando uma gota de sêmen numa lâmina e fazendo observação em microscópio de contraste de fase utilizando a objetiva de 20x. A classificação foi feita na escala de 0 a 5.

A motilidade espermática foi realizada colocando uma gota de sêmen numa lâmina e sobreposição de uma lamínula. Posteriormente fez-se observação em um microscópio de contraste de fase com objetiva de 40x. Este parâmetro foi determinado pela porcentagem de espermatozoides com movimento e classificado de 0 a 100%. O vigor foi avaliado pela deposição de uma gota de sêmen entre lâmina e lamínula e observado no microscópio óptico usando objetiva de 40x. Esta variável foi classificada de 0 a 5 de acordo com a qualidade do movimento retilíneo progressivo e sua velocidade.

A concentração espermática, que representa o número de células espermáticas por mL, foi determinada pela contagem de espermatozoides em câmara de Neubauer. Foi feita diluição de 10  $\mu$ L de sêmen em 4 mL de água destilada aquecida a 37°C, obtendo-se uma proporção de diluição de 1:400 em tubos de ensaio. Após a homogeneização da amostra, foram colhidas duas alíquotas e depositadas sob a lamínula, uma para cada lado da câmara, e esta, foi deixada em repouso durante 5 minutos para a sedimentação dos espermatozoides no fundo. Posteriormente, a câmara foi colocada no microscópio de contraste de fase e observada com uma objetiva de 100x. Fez-se a contagem de espermatozoides em cinco quadrados grandes de cada lado de acordo com CBRA (2013).

A quantidade total de espermatozoides por ejaculado foi determinada multiplicando-se o volume seminal ejaculado pela concentração de espermatozoide por cada mL, e o número total de células espermáticas viáveis por ejaculado foi determinado multiplicando-se o total de espermatozoides por ejaculado pela porcentagem de espermatozoides móveis referente a motilidade progressiva de acordo com a metodologia descrita por MARTIN RILLO (1996).

No exame morfológico foram determinados os defeitos de forma e estrutura dos espermatozoides e classificados em defeitos maiores e menores de acordo com Blom (1972). Foi feita preparação úmida de lâmina com uma alíquota de sêmen diluído em água destilada (10 µL de sêmen para 2 mL de água) colocada entre lâmina e lamínula. Posteriormente, foi feita observação em microscópio de interferência diferencial de fase com objetiva de 100x sob óleo de imersão. Foi feita contagem de 200 células, classificando os defeitos em três segmentos diferentes do espermatozoide (cabeça, peça intermediária e peça principal) segundo a metodologia descrita por CBRA (2013).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e Levene para verificação da normalidade da distribuição dos resíduos e homogeneidade de variâncias entre os tratamentos respectivamente. Os dados com distribuição normal foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo PROC GLM e regressão múltipla a 5% de significância, e os dados que não atenderam às premissas da estatística paramétrica foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis utilizando *Statistical Analysis System* versão 9.0 (SAS).

## **Resultados e discussão**

A concentração sérica de colesterol total aumentou com a inclusão da torta de dendê, com valores que variaram de  $46,12 \pm 8,32$  a  $54,78 \pm 5,83$  mg/dL (Tab. 3). Os níveis crescentes da inclusão da torta resultaram na redução do consumo diário de matéria seca, entretanto os níveis de colesterol cresceram linearmente, o que pode ter sido causado pelo aumento dos teores de extrato

etéreo no concentrado. Efeito similar foi observado por Nunes *et al.* (2010) ao testar níveis de até 19,5% de torta de dendê sobre condição hepática de cordeiros.

Segundo Oliveira *et al.* (2015), a torta de dendê constitui uma das fontes mais ricas em ácidos graxos saturados como ácido láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) com valores de 47,75; 16,89; 7,99 e 2,85% respectivamente. Quantidade reduzida de ácidos graxos insaturados como miristoléico (C14:1) com valor estimado em 0.02%, palmiotoléico (C16:1) com 0,04% e 13,84% de ácido oléico (C18:1), e ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) com destaque para linoléico (C18:2) na proporção de 2,88% e 0,13% de linolênico (C18:3).

Os níveis de colesterol sérico são indicados por Rhee (1992) e Lobb (2007), como sendo profundamente influenciados pela composição dos ácidos graxos da dieta fornecida, destacando o ácido palmítico (C16:0) como o principal responsável pelo aumento de colesterol devido a sua capacidade de elevar substancialmente os ácidos graxos saturados no organismo animal, ao contrário do ácido oléico (C18:1) que apresenta um efeito antagônico. O ácido esteárico (C18:0) incluindo outros ácidos graxos com 10 ou menos átomos de carbono não exercem nenhum efeito sobre o colesterol sanguíneo (RHEE, 1992; LOBB, 2007; VATANSEVER e DEMIREL, 2009; COSTA *et al.*, 2009 e ABDEL-FATTAH *et al.*, 2013).

Portanto, a adição destes ácidos graxos na dieta de ruminantes aumenta os níveis sanguíneos de colesterol total, lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e triglicerídeos, para além de favorecer as concentrações de hormônios de crescimento e da insulina (RYAN *et al.*, 1992; JENKINS *et al.*, 1993; SILVA *et al.*, 2014 e GRESSLER *et al.*, 2015), o que justifica os valores de colesterol encontrados neste estudo principalmente nos tratamentos que receberam 30 e 45% de torta de dendê.

Do colesterol total encontrado no organismo animal, 30% corresponde ao colesterol de origem exógena (JENKINS, 1993; MEDEIROS, 2003 e KHAN *et*

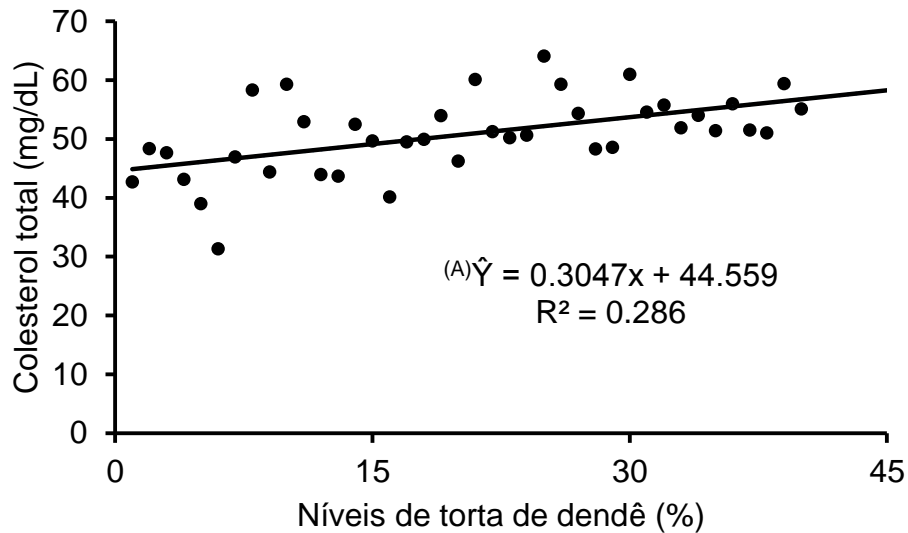
*al.*, 2015). Esta quantidade é menor relativamente ao colesterol sintetizado a partir do precursor acetil-CoA no fígado, glândula adrenal, intestino e gônadas (origem endógena), o que sugere que níveis de inclusão da torta de dendê até 15% na matéria seca, não foram suficientes para elevar o colesterol nos animais que recebem os tratamentos com 0 e 15% de dendê.

De acordo com González e Silva (2006), os valores de referência de colesterol em ovinos oscilam entre 52 a 76 mg/dL, podendo variar conforme o sexo. Sitmo (2014), faz referência aos níveis entre 64 a 104 mg/dL para machos adultos e 44 a 126 mg/dL para fêmeas. Os resultados encontrados neste estudo podem ser justificados pela idade dos animais utilizados que foi menor que um ano.

**Tabela 3** Parâmetros bioquímicos em cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê no concentrado

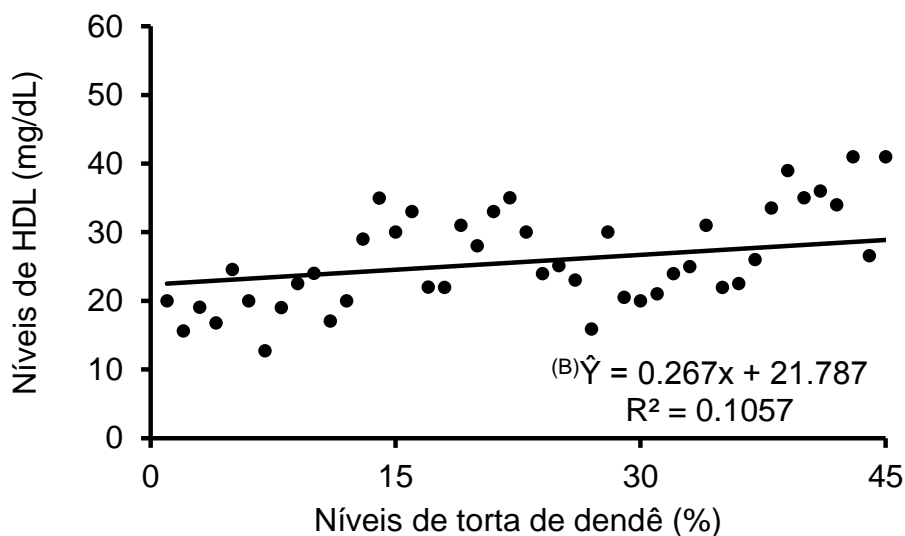
Parâmetros (mg/dL)	Níveis de torta de dendê				P Valor
	0%	15%	30%	45%	
CMS (g/dia)	156,7±38	132,6±32	107,1±41	104,5±56	0,0393
Colesterol total <sup>(A)</sup>	46,12±8,3	48,26±4,6	54,78±5,8	54,07±2,7	0,0030
HDL <sup>(B)</sup>	21,24±5,8	23,31±6,5	37,95±5,7	43,63±12,8	0,0002
Triglicerídeos <sup>(C)</sup>	31,05±3,7	30,66±8,8	30,20±1,2	42,45±1,6	0,0010
VLDL <sup>(D)</sup>	6,21±0,7	6,13±1,8	6,04±0,2	8,49±0,3	0,0010
LDL	14,58±8,6	17,70±6,9	14,93±6,6	8,40±1,3	0,1216
LDL/HDL (rácio)	0,78±0,6	0,84±0,4	0,42±0,2	0,22±0,1	0,0350

CMS – Consumo de matéria seca; HDL – lipoproteína de alta densidade; VLDL – lipoproteína de muito baixa densidade; LDL – lipoproteína de baixa densidade, LDL/HDL - relação lipoproteína de baixa densidade e lipoproteína de alta densidade.



**Figura 1** Níveis de colesterol total (mg/dL) de cordeiros suplementados com torta de dendê a pasto.

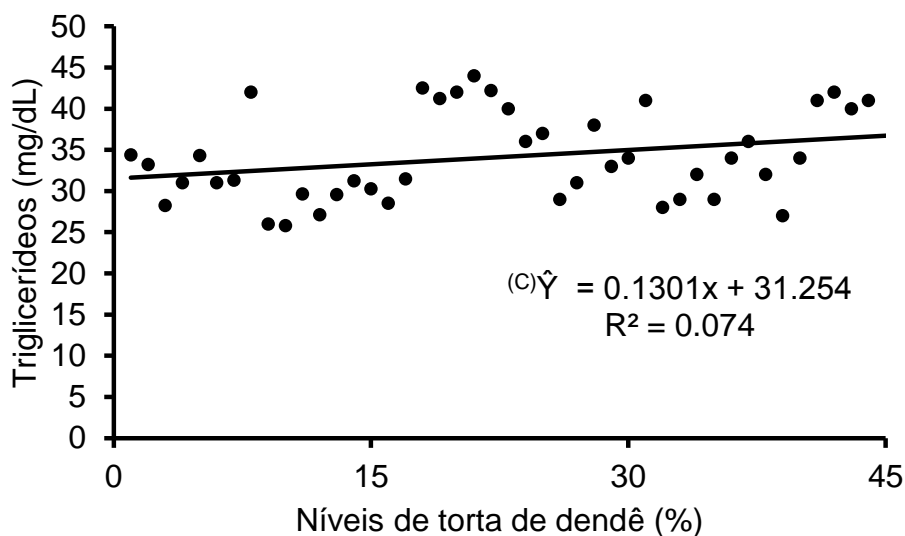
Houve comportamento linear crescente para os níveis séricos da lipoproteína de alta densidade (HDL) ( $P < 0,05$ ) (Fig. 2). Estes resultados podem ser relacionados aos do colesterol total que foi observado mesmocomportamento entre os tratamentos revelando uma interdependência fisiológica entre colesterol e HDL, considerando que a molécula de colesterol é hidrofóbica e sua circulação no plasma sanguíneo é carregada pelas lipoproteínas de alta e baixa densidade. Segundo Olswold e Andrade (2003) e Fredenrich e Bayer (2003), animais com altos níveis de colesterol também apresentam níveis altos de HDL.



**Figura 2** Concentração de lipoproteína de alta densidade (mg/dL) decordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê a pasto.

De acordo com Beynen *et al.* (2000), a suplementação com fontes de lipídeos aumenta a concentração de lipoproteínas de alta densidade nos ovinos. Esta constatação pode justificar os resultados de HDL encontrados neste estudo. Segundo Hawkins *et al.* (1995), esta lipoproteína representa a fração de colesterol que se encontra em maior proporção nos pequenos ruminantes em comparação com LDL e VLDL. SITMO (2014), encontrou médias de HDL entre 46,1 a 71 mg/dL em machos ovinos.

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da dieta sobre a concentração de triglicerídeos com comportamento linear crescente em relação aos níveis da torta de dendê no concentrado (Fig. 3). Os valores observados mostraram um comportamento crescente com valores maiores em animais que receberam dieta contendo 30 e 45% de torta de dendê. Nestes dois tratamentos os teores de extrato etéreo foram de 5,28 e 5,76% na matéria seca respectivamente, valores relativamente superiores em relação aos constantes nos tratamentos com 0 e 15% de torta de dendê, o que pode ter influenciado o comportamento observado dos triglicerídeos.



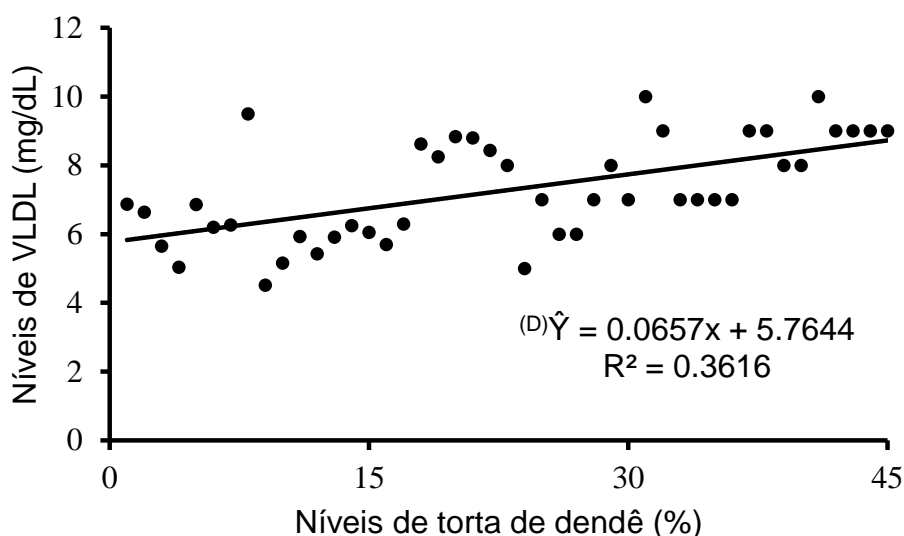
**Figura 3** Níveis de triglicerídeos (mg/dL) de cordeiros da raça Santa Inês suplementados a pasto.

Nos frutos de oleaginosas as gorduras se encontram na forma de triglicerídeos, e a inclusão destes ingredientes na dieta de ruminantes pode elevar as concentrações séricas de triglicerídeos circulantes. Segundo Palmquist e Jenkins (1980), quando alimentos ricos em gorduras são adicionados na dieta, e seus níveis de extrato etéreo estiverem acima de 5% na matéria seca, resultam no aumento da concentração de triglicerídeos.

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) da torta de dendê sobre as concentrações sanguíneas de lipoproteína de muito baixa densidade com efeito linear crescente (Fig. 4). De acordo com Champe e Harvey (2002), a VLDL é composta por 60% de triglicerídeos e 20% de colesterol e ésteres de colesterol. Esta constatação pode fundamentar o comportamento da lipoproteína de muito baixa densidade observado neste estudo e que se assemelha aos resultados dos triglicerídeos.

Em estudo realizado por Santos *et al.* (2015) testando níveis crescentes de propilenoglicol sobre parâmetros sanguíneos de cordeiros, os valores da lipoproteína de muito baixa densidade apresentaram mesmo comportamento aos dos triglicerídeos. Segundo os mesmos autores, estes metabólitos apresentam mesmo padrão de resposta em animais alimentados com mesma

ração. No estudo em referência foram observados níveis de VLDL variando de 5,93 a 8,87 mg/dL em carneiros de 9 meses de idade.



**Figura 4** Concentração sérica de lipoproteína de muito baixa densidade em cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê a pasto.

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) nas médias de lipoproteína de baixa densidade (LDL) entre os tratamentos (Tab. 3). Os valores variaram de  $8,40 \pm 1,38$  a  $17,70 \pm 6,93$  mg/dL. Alguns ácidos graxos são responsáveis por níveis de LDL sanguíneo, como é o caso dos ácidos mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) que favorecem o acúmulo de lipoproteínas de baixa densidade no organismo animal. Estes ácidos apresentam um efeito hipercolesterolêmico mais acentuado (FRENCH *et al.*, 2000).

O aumento da lipoproteína de alta densidade verificado entre os tratamentos afetou as médias da relação lipoproteína de baixa densidade e lipoproteína de alta densidade (LDL/HDL). De acordo com Wannmacher e Dias (1988), no metabolismo do colesterol é importante considerar esta relação uma vez que as LDL's carregam o colesterol do fígado até aos tecidos extra-hepáticos e as HDL's o fazem no sentido contrário.

A predominância de lipoproteína de baixa densidade em relação à de alta densidade, resulta na maior deposição de colesterol nos tecidos devido à sua



incapacidade em catabolizar o excesso de LDL, ou seja, as HDL's não conseguem fazer captação do colesterol excedente (FILIPPONI *et al.*, 2007). Perez *et al.* (2002) consideram que taxas baixas de LDL/HDL indicam um efeito positivo da dieta sobre manutenção de níveis de colesterol dentro dos padrões normais em animais.

A torta de dendê não afetou o volume seminal ( $P>0,05$ ) (Tab. 4), com valores variando de  $0,76\pm 0,35$  a  $1,06\pm 0,5$  mL entre os tratamentos. As dietas fornecidas não afetaram ( $P>0,05$ ) o turbilhonamento. Esta variável apresentou uma média geral de 3,00 considerada por CBRA (2013) como sendo normal para cordeiros. Esta variável mede a intensidade de movimentação dos espermatozoides em massa que depende da motilidade individual, do vigor e da concentração espermática indicando uma característica de qualidade de sêmen.

Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) na motilidade progressiva dos espermatozoides entre os tratamentos, e suas médias mostraram uma variação entre  $62,50\pm 45,00$  a  $85,00\pm 2,50\%$ . Selvaraju *et al.* (2012), trabalhando com adição de ácidos graxos poli-insaturados na dieta de carneiros observou diferença na motilidade espermática. No entanto, apesar da torta de dendê apresentar ácidos graxos poli-insaturados para além dos saturados na sua composição química, estes não afetaram a motilidade seminal.

**Tabela 4** Características físicas do sêmen de cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê a pasto

Parâmetros seminais	Níveis de torta de dendê				P Valor
	0%	15%	30%	45%	
Volume seminal (mL)	1,1±0,5	1,0±0,3	0,8±0,2	0,8±0,35	0,0001
Turbilhonamento (0 – 5)*	3,0±1,0	3,0±2,0	3,0±2,0	3,0±1,0	0,5227
Motilidade esperm. (%)*	75,0±15	85±2,5	62,5±45	65±5,0	0,0001
Vigor espermático (0–5)*	3±0,0	3±3,00	3±1,00	3±0,5	0,6731
Concentração (x10 <sup>9</sup> /mL) <sup>(A)</sup>	2,5±1,6	2,8±1,2	3,8±5,7	3,4±1,3	0,0025
Total de sptz./ejac (x10 <sup>9</sup> )	1,9±1,4	2,4±1,3	2,4±0,3	2,2±0,61	0,9527
Sptz. viáveis/ejac. (x10 <sup>9</sup> )	1,4±0,5	2,1±1,1	1,5±0,4	1,4±0,5	0,3770
Coloração*	Branco	Branco	Marfim	Marfim	0,0400
Aspetto*	Leitoso	Leitoso	Leitoso	Leitoso	0,0001

\* Dados não paramétricos (mediana±interquartil). Esperm. –Espermática, sptz. – espermatozoides,ejac. – ejaculado

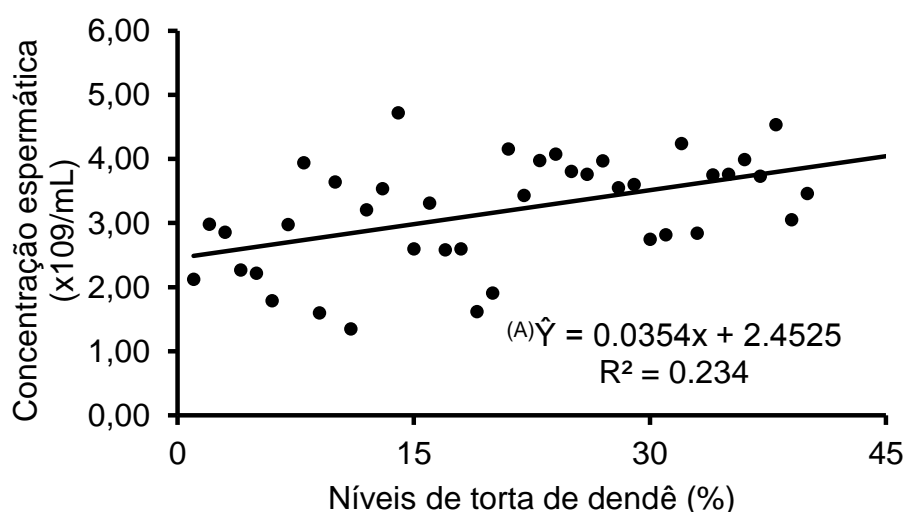
As dietas não afetaram ( $P > 0,05$ ) as características de vigor espermático (Tab. 4). Segundo Cunha *et al.* (2012), este parâmetro é de maior importância na reprodução por estar positivamente correlacionado com a viabilidade do sêmen, pois para que ocorra a fertilização é indispensável que o espermatozoide apresente um vigor igual ou superior a 3 e com membrana intacta. Fatores de ordem genética e ambiental com maior destaque para idade do animal, nutrição, temperatura e estado fisiológico testicular podem influenciar esta característica.

Cunha *et al.* (2012) e Adeyemi *et al.* (2015) indicam que níveis abaixo de 6% de extrato etéreo na dieta podem afetar características de vigor de espermatozoides de ovinos. No entanto, esta constatação não foi observada neste estudo.

Selvaraju *et al.* (2012) não encontraram efeitos de fontes de gordura sobre o vigor espermático de carneiros. Segundo Maia *et al.* (2011), o vigor é uma característica que é mais afetada pela temperatura escrotal. Os valores de vigor observados neste estudo são considerados normais pelo CBRA (2013) que

classifica um sêmen com vigor igual a 3 como sendo de boa qualidade por representar uma velocidade de deslocamento progressivo dos espermatozoides, o que favorece a fertilização.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) para a concentração espermática com comportamento linear crescente (Fig. 5). Rege *et al.* (2000) salientam que existe uma forte influência da dieta rica em gordura sobre a concentração espermática. Pacheco *et al.* (2009), encontraram diferença nas médias de concentração espermática de ovinos suplementados com dietas contendo no máximo 4,5% de extrato etéreo na matéria seca.



**Figura 5** Concentração espermática ( $\times 10^9/\text{mL}$ ) de cordeiros da raça Santa Inês.

De acordo com Brown (1994) e Cheah e Yang (2011), está ainda por se estudar e compreender os mecanismos pelos quais a nutrição pode afetar a concentração espermática em animais. No entanto, sustentam que o sêmen é formado durante o processo de ejaculação quando os espermatozoides transitam pelos ductos ejaculatórios e se juntam aos fluídos secretados por vesículas seminais, próstata e glândulas bulbouretrais, onde a frutose sintetizada pelas vesículas seminais vai garantir o suplemento nutricional aos espermatozoides e fornecimento de energia. Esta fusão entre as células espermáticas e o fluído seminal, pode determinar o volume do sêmen e a concentração de

espermatozoides no ejaculado. A espermatogênese também exerce influência, principalmente pela quantidade de células produzidas.

O número total de espermatozoides por ejaculado e o total de espermatozoides viáveis por ejaculado não diferiram ( $P>0,05$ ), o que revela que a torta de dendê nas proporções aplicadas não exerceu influência sobre estas variáveis. De fato, o total de espermatozoides por ejaculado depende mais da concentração espermática e do volume seminal, e a quantidade de espermatozoides viáveis por ejaculado sofre influência direta do parâmetro anterior e da motilidade progressiva.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) nas médias de defeitos maiores e totais. A ocorrência de maior porcentagem de patologias no sêmen tem sido muito frequente, principalmente em animais jovens por comprometer a qualidade seminal. Neste estudo as médias dos defeitos foram  $3.22\pm 1.63\%$  (mínimos),  $5.18\pm 1.87\%$  (máximo);  $2.83\pm 1.48\%$  (mínimo),  $5.38\pm 2.94\%$  (máximo) e  $7.47\pm 2.93\%$  (mínimo),  $8.59\pm 3.52\%$  (máximo) para defeitos menores, maiores e totais respectivamente. Estes valores são considerados normais pelo CBRA (2013).

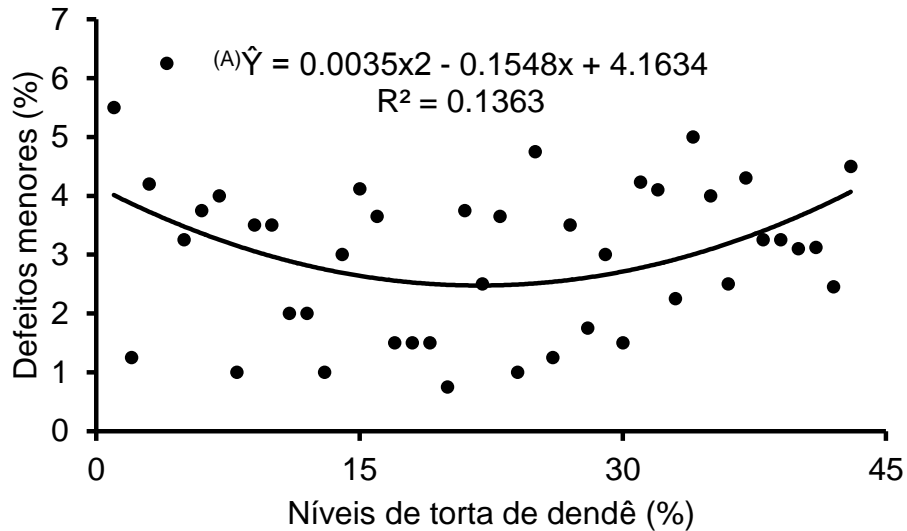
Entretanto, das patologias espermáticas observadas neste estudo foram registrados os seguintes defeitos menores: cabeça delgada (14,87%), cabeça gigante (2,63%), cabeça isolada normal (0,045%), cauda dobrada (7,62%) e implantação abaxial (0,455%), e defeitos maiores: cabeça isolada normal (7,98%), cabeça periforme (1,73%), cabeça pequena anormal (0,82%), cabeça estreita (0,045%), acrossomo (2,035%), peça intermediária encurvada (4,17%), peça intermediária fraturada (0,365%), cauda fortemente dobrada (7,115%) e gota citoplasmática proximal (0,135%).

**Tabela 5** Características morfológicas do sêmen de cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê a pasto

Patologias (%)	Níveis de torta de dendê				P Valor
	0%	15%	30%	45%	
Defeitos menores <sup>(A)</sup>	3.36±1.82	4.19±1.45	5.18±1.87	3.22±1.63	0,0230
Defeitos maiores	4.11±2.37	3.28±3.02	2.83±1.48	5.38±2.94	0,2000
Defeitos totais	7.47±3.53	7.47±2.93	8.00±2.51	8.59±3.52	0,2000

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) da dieta sobre defeitos menores espermáticos com comportamento quadrático negativo (Fig. 6). O nível de 22,11% de inclusão da torta de dendê apresentou valor mínimo de 2,45% de defeitos menores. Pacheco et al. (2009) reportaram valores de 25,90%; 30,10% e 28,40% de defeitos menores em carneiros pré-púberes, púberes e pós-púberes respectivamente, com defeitos totais atingindo 49.90%.

As alterações morfológicas de espermatozoides podem ter diversas origens como a espermatogênese, espermiogênese, transporte e armazenamento das células espermáticas no epidídimo, retenção espermática nas ampolas, ejaculação e até defeitos de manuseio após coleta (NÖTHLING e VOLKMANN, 1997 e NÖTHLING e IRONS, 2008). Segundo Dunn e Moss (1992), a ocorrência dos defeitos espermáticos podem resultar das alterações durante a espermatogênese ou maturação. oscilação nos níveis de testosterona também podem provocar a ocorrência de defeitos espermáticos.



**Figura 6** Defeitos menores espermáticos de cordeiros da raça Santa Inês.

Os parâmetros seminais avaliados neste estudo encontram-se dentro dos padrões considerados normais para ovinos. Quanto às características físicas e morfológicas, CBRA (2013), considera que em ovinos adultos o sêmen de boa qualidade é aquele que apresenta volume que vai de 0,5 a 3 mL, motilidade espermática maior ou igual a 80%, concentração espermática variando de 1 a  $3 \times 10^9$  espermatozoides por mL, espermatozoides morfolologicamente normais a partir de 80%.

### Conclusão

A inclusão da torta de dendê até 45% na matéria seca do concentrado afeta os parâmetros sanguíneos, concentração espermática e defeitos menores dos espermatozoides. No entanto, não altera as demais características seminais podendo ser recomendada para suplementação de cordeiros.

## Referências bibliográficas

ABDEL-FATTAH, M.S.; HASHEM, A.L.S.; SHAKER, Y.M.; ELLAMEI, A.M. e AMER, H.Z. Effect of weaning age on productive performance and some plasma biochemical parameters of barki lambs in Siwa Oasis, Egypt. **Global Veterinaria**, vol. 10, nº 2, p. 189-202, 2013.

ADEYEMI, K.D.; EBRAHIMI, M.; SAMSUDIN, A.A.; SABOW, A.B. e SAZILI, A.Q. Carcass traits, meat yield and fatty acid composition of adipose tissues and *Supraspinatus muscle* in goats fed blend of canola oil and palm oil. **Journal of Animal Science and Technology**, vol. 57, nº 42, p. 3-14, 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS–AOAC. Official Methods of analysis. 15. ed. Washington, 1990.

BEYNEN, A.C.; SCHONEWILLE, J.T.; TERPSTRA, A.H.M. Influence of amount and type of dietary fat on plasma cholesterol concentrations in goats. **Small Ruminant Research**, v. 35, nº 2, p. 141-147, 2000.

BLOM, E. A systematic search for abnormalities in testis-epididymis in pedigree bulls in Denmark. Copenhagen: Royal Veterinary and Agricultural University. Yearbook, p. 1-36, 1972.

BROWN, B.W. A review of nutritional influences on reproduction in boars, bulls and rams. **Reprod. Nutr. Dev.**, vol. 34, p. 89-114, 1994.

CHAMPE, P.C. e HARVEY, R.A. Bioquímica ilustrada. 2ª ed. **Porto Alegre: Artmed**, 446p, 2000.

CHEAH, Y. e YANG, W. Functions of essential nutrition for high quality spermatogenesis. **Advances in Bioscience and Biotechnology**, vol. 2, p. 182-197, 2011.

COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 3ª edição, Belo Horizonte: CBRA, 2013.

COSTA, R.G.; BATISTA, A.S.M.; AZEVEDO, P.S.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MADRUGA, M.S.; ARAÚJO FILHO, J.T. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. **R. Bras. Zootec.**, v. 38, nº 3, p. 532-538, 2009.

CRABO, B.; GUSTAFSSON, B.; NICANDER, L. e RAO, A.R. Subnormal testicular function in a bull concealed phagocytosis of abnormal spermatozoa in the efferent ductules. **J. Reprod. Fertil.**, v. 26, p. 393-396, 1971.

CUNHA, M.G.G.; GONZALEZ, C.I.M.; CARVALHO, F.F.R.de. e SOARES, A.T. Effect of diets containing whole cottonseed on the quality of sheep. **Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá**, v. 34, nº 3, p. 305-311, 2012.

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

FAIR, S.; DOYLE, D.N.; DISKIN, M.G.; HENNESSY, A.A. e KENNY, D.A. The effect of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids supplementation of rams on semen quality and subsequent quality of liquid stored semen. **Theriogenology**, vol. 81, p. 210-219, 2014.

FERNANDES, S.R.; FREITAS, J.A.de.; SOUZA, D.F.de.; KOWALSKI, L.H.; DITTRICH, R.L.; DITTRICH, R.L.; JÚNIOR, P.R. e SILVA, C.J.A.da. Lipidograma como ferramenta na avaliação do metabolismo energético em ruminantes. **Bras. Agrocência, Pelotas**, vol. 18, nº 1-4, p. 21-32, 2012.

FREDENRICH, A. e BAYER, P. Reserve cholesterol transport, high density lipoproteins and HDL cholesterol: Recent data. **Annals of Epidemiology**, vol. 14, p. 265-273, 2003.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.J. e MOLONEY, A.P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **J. Anim. Sci.**, v. 78, p. 2849-2855, 2000.



FRIEDEWALD, W.T.; LEVY, R.I. e FREDRICKSON, D.S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.*, vol. 18, p. 499-502, 1972.

GONZÁLEZ, F.H.D. e SILVA, S.C. Introdução à bioquímica clínica veterinária. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 357p, 2006.

GRESSLER, M.A.L.; SOUZA, M.I.L.; SOUZA, A.S. de; FILIÚ, W.F.O. de; AGUENA, S.M. e FRANCO, G.L. Respostas bioquímicas de ovelhas submetidas a flushing de curto prazo em região subtropical. **Rev. Bras. SaúdeProd. Anim., Salvador**, v. 16, nº 1, p. 210-222, 2015.

HAFEZ, Y.M., 2009. Semen quality and relevant blood plasma parameters of Rahmani rams fed different dietary energy levels. **Archiva Zootechnica**, vol. 12, nº 3, p. 64-72.

HALL, M.B. Neutral detergent-soluble carbohydrates. **Nutritional Relevance and Analysis**. Gainesville: University of Florida, 76 p, 2000.

HAWKINS, D.E.; NISWENDER, K.D. e OSS, G.M. An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 541-545, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010. Sinopse de Setores do IBGE. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/>. Acesso em: 02 de Maio de 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Dados meteorológicos. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/>, acesso no dia 07 de Julho de 2016.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **J. Dairy Science**, v. 76, p. 3851-3863, 1993.

JENKINS, T.C.; WALLACE, R.J.; MOATE, P.J. e MOSLEY, E.E. Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **J. Anim. Sci.**, vol. 86, p. 397-412, 2008.

KHAN, K.M.H.; HAMASALIM, H.J.; SADQ, S.M. e RAMZI, D.O.M. Changes in lipid profile and some blood biochemical parameters in Karadi lambs receiving different levels of pomegranate peels. **Res. Opin. Anim. Vet. Sci.**, vol. 5, nº 5, p. 210-214, 2015.

LOBB, K. Fatty acids in foods and their health implications. In: CHOW, C.K. (ed.), 3ª ed. Texas, 1296 p., 2007.

MAIA, M.S.; MEDEIROS, I.M. e LIMA, C.A.C. Características de carneiros no Nordeste do Brasil: Parâmetros seminais. **Rev. Bras. Reprod. Anim., Belo Horizonte**, v. 35, nº 2, p. 175-179, 2011.

MARTIN RILLO, S. Bora semen evaluation in practice. **Reproduction Domestic Animal**, v. 31, nº 4, p. 519-526, 1996.

MEDEIROS, S.R. Modulação do perfil lipídico de bovinos: implicações na produção e aceitação da carne. In: **V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de bovinos de corte e leite, Goiânia**, p. 43-72, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL–NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 6<sup>th</sup> rev. ed. Washington, DC: National Academy of Science, 168 p., 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL–NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7<sup>th</sup> ed. National Academy Press, Washington, D.C., 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL–NRC. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, 2007.

NÖTHLING, J.O. e IRONS, P.C. A simple multidimensional system for the recording and interpretation of sperm morphology in bulls. **Theriogenology**, v. 69, p. 603-611, 2008.

NÖTHLING, J.O. e VOLKMANN, D.H. Dilatation of the ampullae and an increased incidence of loose sperm heads after bilateral vesiculectomy in a bull. **Reprod. Domest. Anim.**, v. 32, p. 321-324, 1997.

NUNES, A.S.; OLIVEIRA, R.L.; BORJA, M.S.; BAGALDO, A.R.; MACOME, F.M.; JESUS, I.B.; SILVA, T.M.; BARBOSA, L.P. e GARCEZ NETO, A.F. Consumo,

digestibilidade e parâmetros sanguíneos de cordeiros submetidos a dietas com torta de dendê. **Arch. Zootec.**, v. 60, nº 232, p. 903-912, 2011.

OLIVEIRA, R.L.; FARIA, M.; SILVA, R.; BEZERRA, L.; CARVALHO, G.; PINHEIRO, A.; SIMIONATO, J. e LEÃO, A. Fatty acid profile of milk and cheese from dairy cows supplemented a diet with palm kernel cake. **Molecules**, v. 20, p. 15435-15448, 2015.

OLIVEIRA, R.L.; NETO, S.G.; LIMA, F.H.S.de.; MEDEIROS, A.N.de.; BEZERRA, L.R.; PEREIRA, E.S.; BAGALDO, A.R.; PELLEGRINI, C.B.de. e CORREIA, B.R. Composition and fatty acid profile of milk from cows supplemented with pressed oilseed cake. **Animal Science Journal**, 2015.

OLSWOLD, C. e ANDRADE, M. de. Localization of genes involved in the metabolic syndrome using multivariate linkage analysis. **BMC Genetics**, vol. 4, Supl. 1, p. 2-5, 2003.

PACHECO, A.; MADELLA OLIVEIRA, A.F.; QUIRINO, C.R. e LANDIM, A.V. Características seminais de carneiros da raça Santa Inês na pré-puberdade, puberdade e na pós-puberdade. **Ars Veterinaria, Jaboticabal, SP.**, v. 25, nº 2, p. 90-99, 2009.

PALMQUIST, D.L. e JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of DairyScience**, Savoy, v. 63, p. 1-14, 1980.

PEREZ, J.R.O.; BRESSAN, M.C.; BRAGAGNOLO, N.; PRADO, O.V.; LEMOS, A.L.S.C. e BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas**, v. 22, nº 1, p. 11-18, 2002.

RAO, A.R.; BANE, A. e GUSTAFSSON, B. Changes in the morphology of spermatozoa during their passage through the genital tract in dairy bulls with normal and impaired spermatogenesis. **Theriogenology**, v. 14, p. 1-12, 1980.

REGE, J.E.O.; TOE, F. MUKASA-MUGERWA, E.; TEMBELY, S.; ANINDO, D.; BAKER, R.L. e LAHLOU-KASSI, A. Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep: II Genetic parameters of semen characteristics and their

relationship with testicular measurements in ram lambs. **Small Ruminants Research**, v. 37, nº 3, p. 173-187, 2000.

RHEE, K.S. Fatty acids in meats and meat products. In: CHOW, C.K. (ed.). Fatty acids in foods and their health implications. New York: Marcel Dekker, p. 65-93, 1992.

RIBEIRO, R.D.X.; OLIVEIRA, R.L.; MACOME, F.M.; BAGALDO, A.R.; SILVA, M.C.A.; RIBEIRO, C.V.D.M.; CARVALHO, G.G.P. e LANNA, D.P.D. Meat quality of lambs fed on palm kernel cake meal, a by-product of biodiesel production. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.**, vol. 24, nº 10, p. 1399-1406, 2011.

RYAN, D.P.; SPOON, R.A. e WILLIAMS, G.L. Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers fed high fat diets and treated with follicle stimulating hormone. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3505-3513, 1992.

SANTOS, R.P.dos.; SOUSA, L.F.; SOUSA, J.T.L.de.; ANDRADE, M.E.B.; JÚNIOR, G.L.M. e SILVA, S.P.da. Parâmetros sanguíneos de cordeiros em crescimento filhos de ovelhas suplementadas com níveis crescentes de propilenoglicol. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife**, v. 10, nº 3, p. 473-478, 2015.

SARTORI, R. e GUARDIEIRO, M.M. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **R. Bras. Zootec.**, v. 39, p. 422-432, 2010.

SAS. Institute Incorporation SAS/STAT. **User's Guide**, Version 9, Cary, NC: SAS Institute Inc. 5136 p, 2002.

SELVARAJU, S.; RAJU, P.; RAO, S.B.N.; RAGHAVENDRA, S.; NANDI, S.; DINESHKUMAR, D.; THAYAKUMAR, A.; PARTHIPAN, S. E RAVINDRA, J.P. Evaluation of maize grain and polyunsaturated fatty acid (PUFA) as energy sources for breeding rams based on hormonal, sperm functional parameters and fertility. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 24, p. 669-678, 2012.

SILVA, D.J. e QUEIRÓZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos, 3ª ed. Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, 235 pp, 2002.

SILVA, G.R.; GARCIA, A.R.; FATURI, C.; LOURENÇO JÚNIOR, .J.B.; NAHÚM, B.S.; GONÇALVES, A.A.; KAWHAGE, P.R.; SILVA, L.H.M. e MENESES, A.M.C. Adição de óleo de palma na dieta sobre a lipídemia e a qualidade do sêmen de bubalinos (*Bubalus bubalis*). Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, vol. 66, nº 1, p. 152-160, 2014.

SITMO, M.S. Effect of gender on some plasma biochemical parameters of sheep from Southern Al Jabal Al Akhdar in Libya. **Journal of American Science**, vol. 10, nº 8, 2014.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, nº 10, p. 3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, vol. 74, nº 10, p. 3583-3597, 1991.

VATANSEVER, L. e DEMIREL, G. Fatty acid content and composition of Turkish beef and lamb at retail. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.**, vol. 33, nº 1, p. 71-75, 2009.

WANNMACHER, C.M.D. e DIAS, R.D. Bioquímica fundamental. 6ª ed. Rio Grande do Sul, 556p, 1988. Insuficiência funcional e lipídose hepática em ovinos: Protocolo para indução experimental. **Revista da FZVA Uruguaiana**, v. 12, nº 1, p. 123-134, 2005.

WEISS, W. Energy prediction equations for ruminant. 2ª ed. In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 61. Ithaca. Proceedings. Cornell University. Ithaca, pp. 176-185., 1999.

ZABULI, J.; TANAKA, T.; LU, WENGENG; KUROIWA, T. e KAMOMAE, H. Responses of gonadotropin secretion to short-term dietary supplementation in ovariectomized goats with different body weights. **Animal Reproduction Science**, vol. 116, p. 274-281, 2009.

**CAPÍTULO 2 – PARÂMETROS BIOMÉTRICOS E MORFOMÉTRICOS DE  
TESTÍCULOS DE CORDEIROS SOB PASTEJO E SUPLEMENTADOS COM  
TORTA DE DENDÊ NO CONCENTRADO**

Artigo a ser submetido ao comitê editorial do Periódico Arquivo Brasileiro de  
Medicina Veterinária e Zootecnia, Qualis B1, na Área Zootecnia/Recursos  
Pesqueiros

## **Parâmetros biométricos e morfométricos de testículos de cordeiros sob pastejo e suplementados com torta de dendê no concentrado**

**Lopes César Mugabe<sup>1</sup>, Adriana Regina Bagaldo<sup>2\*</sup>, Larissa Pires Barbosa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Zambeze – Faculdade de Engenharia Agronômica e Florestal, Moçambique

<sup>2</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – Bahia

\*Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas.

Autor para correspondência: [arbagaldo@gmail.com](mailto:arbagaldo@gmail.com)

### **RESUMO**

Avaliou-se o efeito da torta de dendê sobre o desenvolvimento testicular e características morfométricas de ovinos. Foram utilizados 40 cordeiros de raça Santa Inês com idade média de 5 meses e peso corporal médio de  $26,17 \pm 1,55$  kg, distribuídos em quatro tratamentos e 10 repetições em um delineamento inteiramente casualizado. As rações foram formuladas para serem isonitrogenadas, com níveis de torta de dendê (0%; 15%; 30% e 45%) na matéria seca do concentrado. Os animais foram mantidos no sistema semi-intensivo em piquetes de capim massai durante o dia e suplementados com concentrado pela manhã em comedouros privativos, numa quantidade correspondente a 1,5% de peso corporal de cada animal. O experimento durou 90 dias antecedidos por 15 dias de adaptação, e neste período foram feitas mensurações biométricas dos testículos obtendo-se as medidas da circunferência escrotal e comprimento e largura dos testículos direito e esquerdo. Os animais foram abatidos com peso médio de  $35,24 \pm 4,41$  kg e fez-se coleta de testículos para o processamento histológico. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade de variâncias entre os tratamentos e análise de variância e regressão múltipla. Foi aplicado teste de Kruskal-Wallis para variáveis não

paramétricas utilizando SAS 9.0. Não houve efeito ( $P>0,05$ ) das dietas sobre as variáveis biométricas testiculares cujas médias variaram de  $22,89\pm 3,52$  a  $25,00\pm 3,10$  cm para circunferência escrotal,  $7,32\pm 1,43$  a  $8,02\pm 1,24$  cm para comprimento do testículo direito,  $4,28\pm 0,77$  a  $4,79\pm 0,76$  cm para largura do testículo direito, e para comprimento e largura do testículo esquerdo as médias variaram de  $7,20\pm 1,48$  a  $7,91\pm 1,52$  e  $4,26\pm 0,75$  a  $4,80\pm 0,72$  cm respectivamente. O volume testicular foi de  $225,8\pm 105$  a  $302,9\pm 121$  cm<sup>3</sup> e classificação de longa moderada para a forma dos testículos. Houve comportamento linear decrescente para porcentagem e volume dos vasos sanguíneos e comportamento quadrático decrescente para volume dos túbulos seminíferos e índice gonadossomático. No entanto, as dietas não afetaram ( $P>0,05$ ) as demais variáveis morfométricas. Concluiu-se que a torta de dendê não afeta os parâmetros testiculares, podendo ser utilizada como alternativa alimentar com inclusão até 45% na matéria seca do concentrado de cordeiros.

**Palavras chave:** epitélio seminífero, espermatogênese, índice gonadossomático, parênquima testicular, reprodução animal

### **Evaluation of biometric and morphometric testicular parameters of rams under grazing and supplemented with palm kernel cake**

#### **ABSTRACT**

This study was performed to assess testicular parameters of rams fed diets containing levels of palm kernel cake. Forty animals aged five months and initial mean weight of  $24,10\pm 2,72$  kg were distributed into four groups and 10 replicates in a completely randomized design. The diets were prepared to be isonitrogenous with increasing levels of palm kernel cake (0%; 15%; 30% and 45%) dry matter of concentrate. The animals were kept in semi-intensive system containing massai grass for whole day and subjected to concentrate in creep feeding by the morning. The trials lasted 90 days preceded by 15 days of adaptation. Scrotal



circumference as well as length and width of the right and left testicles were recorded *in situ* every fifteen days. Testicular shape and volume were calculated by mathematical equations. After slaughter the testicles were collected for *in vitro* histologic proceedings and morphometric assess. The data were subjected to normality and homogeneity test, variance and regression analysis. Kruskal-Wallis statistic were used for nonparametric variables using SAS. There was no difference ( $P > 0,05$ ) on the biometric variables whose averages ranged from  $22,89 \pm 3,52$  to  $25,00 \pm 3,10$  cm for scrotal circumference,  $7,32 \pm 1,43$  to  $8,02 \pm 1,24$  cm for right testicle length,  $4,28 \pm 0,77$  to  $4,79 \pm 0,76$  cm for right testicle width. Length and width of the left testicle ranged from  $7,20 \pm 1,48$  to  $7,91 \pm 1,52$  and  $4,26 \pm 0,75$  to  $4,80 \pm 0,72$  cm respectively. The testicular volume were  $225,8 \pm 105$  and  $302,9 \pm 121$  cm<sup>3</sup> and moderate long for the testicle shape. There was decrease linear effect in percentage and volume of blood vessels, and decrease quadratic behavior for volume of the seminiferous tubules and gonadosomatic index. Diets does not affect ( $P > 0,05$ ) other morphometric variables. It was concluded that the palm kernel cake up to 45% into dry matter concentrate does not adversely affect testicular parameters and could be used as alternative foodstuff for rams.

**Keywords:** animal reproduction, gonadosomatic index, seminiferous epithelium, spermatogenesis, testicular parenchyma

## Introdução

A capacidade reprodutiva do macho é profundamente influenciada pelo estado nutricional e o balanço energético. Estes fatores afetam o peso corporal do animal, níveis de produção de testosterona e o desenvolvimento funcional dos testículos, alterando desta forma a eficiência de outros eventos reprodutivos como a espermatogênese que é dependente da atividade de duas gonadotrofinas, o FSH (hormônio folículo estimulante) e LH (hormônio luteinizante) para a produção e maturação dos espermatozoides (MAKSIMOVIĆ *et al.*, 2016 e ALMEIDA *et al.*, 2016).

Nos países mediterrâneos, um dos grandes problemas na produção animal é a oscilação na disponibilidade de alimento ao longo do ano, o que causa desordens na fisiologia reprodutiva dos animais. Segundo Kheradmand *et al.* (2006); Tufarelli *et al.* (2011) e Azizunnesa *et al.* (2013), nos períodos de escassez alimentar uma das estratégias viáveis para evitar limitações na reprodução é suplementar animais com fontes de lipídios para elevar o teor de energia, melhorar a ingestão de proteína, promover o ganho de peso, induzir a frequência de picos de GnRH e elevar a qualidade dos componentes testiculares.

Em carneiros o fornecimento de alimentos ricos em energia e proteína, estimula a secreção de GnRH e LH dentro de 5 a 6 horas, e o aumento da concentração plasmática de FSH se verifica 10 dias depois, o que mostra que o estado metabólico controla a capacidade reprodutiva do macho em três níveis principais: hipotálamo, glândula pituitária e gônadas. Esta interação se reflete na alteração dos parâmetros testiculares e na qualidade e quantidade do sêmen produzido (BLACHE *et al.*, 2006).

Segundo Mohammad *et al.* (2006) e Kheradmand *et al.* (2006), o tamanho testicular é um indicador fundamental da fertilidade do macho, e variações na qualidade de sêmen resultam das alterações no tamanho e circunferência dos testículos, ocasionadas principalmente pelo estado nutricional e condição de escore corporal.

Alimentos ricos em ácidos graxos podem melhorar as características de fertilidade de machos. A torta de dendê constitui uma fonte lipídica que pode melhorar a qualidade das dietas e elevar o desempenho animal. Diante deste pressuposto, este estudo objetiva avaliar o efeito da suplementação com torta de dendê sobre características biométricas e morfométricas de testículos de cordeiros da raça Santa Inês.

## Material e métodos

O experimento foi realizado na Fazenda experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no campus de Cruz das Almas, latitude 12°67'36" Sul, longitude 39°10'17" Oeste e altitude de 225,87 metros acima do nível do mar (IBGE, 2010). Decorreu de Janeiro a Abril de 2016 com duração de 90 dias antecedidos por 15 dias de adaptação dos animais às dietas e ao ambiente experimental. A região apresenta clima quente do tipo Af de acordo com classificação climática de Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 23,0°C, umidade relativa do ar de 75%, pressão em torno de 994,2 hPa e pluviosidade média anual de 1,136 mm (INMET, 2016).

O experimento foi realizado sob aprovação pela CEUA (Comissão de Ética no Uso de Animais) da UFRB com protocolo de registro número 23007.013783/2014-31. Foram utilizados 40 cordeiros de raça Santa Inês com idade média de 5 meses e peso corporal inicial de 24,1±2,72 kg, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 10 repetições. Foram utilizados quatro níveis de inclusão de torta de dendê na dieta concentrada (0%; 15%; 30% e 45%) na matéria seca que constituíram os tratamentos (Tab.2). A dieta concentrada foi fornecida pela manhã em comedouros privativos na proporção de 1,5% de peso corporal e os animais mantidos em piquetes contendo capim massai (*Panicum híbrido* vr. Massai) para o consumo de volumoso durante o dia.

As dietas foram formuladas para ser isonitrogenadas. A composição químico-bromatológica dos ingredientes e das dietas foi analisada segundo procedimentos da AOAC (1990) para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi feita de acordo com VAN SOEST *et al.* (1991).

Os carboidratos totais (CHOT) foram obtidos de acordo com a metodologia proposta por Sniffen *et al.* (1992), utilizando a equação:  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ , e os carboidratos não fibrosos foram calculados segundo Hall (2000), aplicando a seguinte expressão matemática:  $CNF = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%MM)$ . A hemicelulose (HEM) foi determinada pela diferença entre a fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), e a celulose calculada pela equação:  $celulose (\%) = FDA - lignina$  conforme Silva e Queiróz (2002). A determinação de nutrientes digestíveis totais foi feita de acordo com a fórmula proposta por NRC (1989):  $NDT (\%) = 87,84 - (\%FDA * 0,70)$ .

**Tabela 1** Composição químico-bromatológica dos ingredientes das rações experimentais

Componentes	Ingredientes			C. massai
	T. dendê	F. soja	Milho moído	
Matéria seca	95,80	87,36	86,86	30,27
Matéria mineral	3,06	7,53	1,68	8,34
Extrato etéreo	8,21	3,44	5,24	1,48
Fibra em detergente neutro	71,37	16,58	31,54	66,59
Proteína bruta	10,05	45,25	7,48	5,32
Carboidratos totais	78,68	43,78	85,6	84,86
Carboidratos não-fibrosos	7,31	27,20	54,06	17,27
Hemicelulose	25,98	51,6	29,35	18,66
Lignina	4,28	3,09	1,32	3,37

T: torta; F: farelo; C: capim

**Tabela 2** Composição porcentual e químico-bromatológica das rações concentradas

Componentes	Níveis de inclusão de torta de dendê			
	0%	15%	30%	45%
Ingredientes	Composição porcentual no concentrado (%MS)			
Torta de dendê	-	14,50	29,0	44,0
Farelo de soja	33,0	35,0	31,0	29,00
Milho moído	62,0	45,50	35,0	22,0
Sal mineral	2,0	2,0	2,0	2,0
Uréia	3,0	3,0	3,0	3,0
Nutrientes	Composição química (%MS)			
Matéria seca	82,68	83,12	85,26	86,60
Extrato etéreo	4,38	4,78	5,28	5,76
Matéria mineral	3,53	3,84	3,81	3,90
Proteína bruta	19,57	20,07	19,56	19,19
Fibra em detergente neutro	25,03	30,50	36,88	43,15
Carboidratos não-fibrosos	47,49	40,18	34,47	28,00
Nutrientes digestíveis totais	85,28	80,83	76,58	72,10
Celulose	2,30	2,51	8,00	13,95
Hemicelulose	31,23	35,18	33,81	32,85
Lignina	5,36	7,51	8,09	8,53

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de cordeiros na fase de crescimento e possibilitar um ganho de peso corporal diário de 250 gramas segundo o NRC (2007).

Foi feita pesagem dos animais de 15 em 15 dias para o ajuste da quantidade do alimento concentrado. Para determinar o estado nutricional dos animais foi realizada a avaliação da condição de escore corporal por palpação da cobertura muscular e adiposa da região lombar, com classificação feita na escala de 0 a 5 pontos segundo JEFFERIES (1961).

Fez-se a biometria testicular que consistiu na mensuração quinzenal de circunferência escrotal (CE) utilizando uma fita métrica na posição mediana e no ponto de maior dimensão do escroto e com os testículos levemente tracionados na posição ventro-caudal. Em simultâneo foi feita medição da espessura, comprimento e largura dos testículos direito e esquerdo com auxílio de um paquímetro na posição dorso-ventral e médio-lateral.

Para determinação do volume testicular foi aplicada a fórmula cilíndrica segundo Bailey *et al.* (1996). A forma testicular foi calculada pela razão entre a largura e comprimento dos testículos direito e esquerdo de acordo com a metodologia descrita por Unanian *et al.* (2000), com classificação de longa (razão 0,5); longa moderada (razão de 0,51 a 0,625); longa oval (razão de 0,626 a 0,750); oval-esférica (razão de 0,751 a 0,875) e esférica (razão maior ou igual a 0,876).

Os animais foram abatidos com peso médio corporal de  $35,24 \pm 4,41$  kg. Na sequência fez-se coleta dos testículos direito e esquerdo, os quais foram identificados e imediatamente acondicionados em caixa de isopôr contendo gelo. O material foi transportado para o Laboratório de Estudos em Morfofunção Animal (LEMA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia em Cruz das Almas, onde foi feito o processamento histológico.

Fez-se a dissecação dos testículos removendo as gônadas da bolsa escrotal. Separou-se os componentes testiculares e fez-se a morfometria, obtendo-se as medidas em centímetros de comprimento e largura dos testículos direito e esquerdo utilizando um paquímetro. Foi feita pesagem dos seguintes componentes: túnica albugínea, testículo sem túnica, testículo sem epidídimo, epidídimo completo, cauda do epidídimo, testículo sem mediastino, túnica vaginal e mediastino. Os dados obtidos foram usados para efetuar o cálculo de índice gonadossomático, que representa a proporção do peso corporal alocada em ambas as gônadas, sendo uma ferramenta para determinar a maturidade sexual dos machos em correlação com o desenvolvimento testicular.

Foi retirado um fragmento da região central do testículo esquerdo com 5 mm de largura e 10 mm de comprimento e imerso em formol salino durante 24 horas para fixação e preservação da integridade do material. Em sequência foi efetuada a lavagem das amostras em álcool etílico a 70% e posteriormente submetidas à desidratação em séries crescentes de álcool (70%, 80%, 90%). 24 horas antes de efetuar o recorte dos fragmentos, estes foram transferidos do álcool 90% para o álcool absoluto.

Em seguida fez-se a inclusão dos fragmentos em blocos de resina plástica à base de glicol metacrilato (Hystoresin<sup>®</sup>, Leica) e mantidos a uma temperatura de 8°C para o endurecimento. Posteriormente, foram realizados cortes em secções de 5 µm de espessura utilizando um micrótomo rotativo Leica. Após o corte os micro-fragmentos foram montados em lâminas e corados com azul de toluidina diluído em borato de sódio 1% e mantidas à temperatura ambiente durante uma hora para secar. De seguida, fez-se a fotodocumentação das imagens em um microscópio Olympus modelo BX 43 com uma câmera digital acoplada.

O diâmetro médio dos túbulos seminíferos foi obtido mensurando 10 secções transversais de túbulos seminíferos por animal apresentando um contorno o mais circular possível. Para o efeito, foi utilizado o programa de análise computacional de imagens (Image Pro Plus) associado ao microscópio Olympus BX 53, onde foi mensurada a espessura do epitélio seminífero desde à membrana basal até à borda luminal, e o diâmetro do lúmen na mesma secção e com medidas obtidas em micrómetros. Na espessura epitelial foram feitas mensurações em dois pontos colaterais considerando sua média como medida representativa. O diâmetro do túbulo foi determinado pelo somatório das medidas das espessuras e do lúmen.

Para a determinação da proporção volumétrica dos diferentes componentes do parênquima testicular foi feita leitura de 10 campos selecionados ao acaso através de varredura horizontal dos cortes. Foi utilizada uma grátula com 408 intercessões designadas de pontos (considerando-se apenas os pontos internos) acoplada a um monitor de 18 polegadas. Foram

computados apenas os pontos coincidentes sobre os seguintes componentes do parênquima testicular: túbulos seminíferos (túnica ou lâmina própria, epitélio seminífero e lúmen tubular) espaço inter-tubular (células intersticiais de Leydig, vasos sanguíneos, vasos linfáticos e tecido conjuntivo).

A porcentagem das proporções volumétricas foi calculada sobre um total de 4080 pontos por animal. E para calcular o volume do parênquima testicular foram descontados 7,5% do peso do testículo referente à porcentagem ocupada pela túnica albugínea e o mediastino. O peso do testículo foi considerado como volume em decorrência da densidade testicular que é muito próxima a 1 de acordo com PAULA *et al.* (1999). A partir do volume do parênquima foi calculada a porcentagem ocupada pelos túbulos seminíferos, espaço intertubular e células de Leydig no parênquima testicular.

O índice gonadossomático expresso em porcentagem foi calculado pelo somatório do peso dos testículos dividido pelo peso corporal e multiplicado por 100 segundo a metodologia descrita por Kenagy e Trombulak (1986). E os índices Leydigossomático e tubulossomático que representam a porcentagem da massa corporal alocada em células de Leydig e túbulos seminíferos respectivamente, foram calculados através da inferência do índice gonadossomático o percentual do parênquima testicular ocupados por estas estruturas (células de Leydig e túbulos seminíferos).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e Levene para verificação da normalidade da distribuição dos resíduos e homogeneidade de variâncias entre os tratamentos respectivamente. Os dados com distribuição normal foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo PROC GLM e regressão múltipla a 5% de probabilidade, e os dados que não atenderam às premissas da estatística paramétrica foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis utilizando *Statistical Analysis System* versão 9.0 (SAS).



## Resultados e discussão

O consumo diário de matéria seca reduziu com aumento dos níveis da torta de dendê, entretanto a ração concentrada fornecida aos animais não influenciou ( $P>0,05$ ) as variáveis peso corporal final e condição de escore corporal. Suas médias variaram de  $34,62\pm 4,56$  a  $36,84\pm 5,02$  kg e  $3,10\pm 0,39$  a  $3,25\pm 0,49$  respectivamente, mostrando um ganho médio de peso de 10,02 kg em relação ao peso inicial. O mesmo foi observado nos resultados obtidos nos parâmetros testiculares, onde a dieta não afetou ( $P>0,05$ ) as variáveis mensuradas. Os valores encontrados na forma testicular variam de  $0,59\pm 0,02$  a  $0,60\pm 0,02$  na escala de 0,5 a 1 sugerindo uma classificação de longa moderada. Esta característica apresenta uma vantagem maior para os reprodutores, pois facilita a termorregulação pelo fato de possuir uma maior superfície de contato com o meio ambiente.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) nas médias da circunferência escrotal entre os tratamentos. Cunha *et al.* (2012) e Teodoro *et al.* (2013) não encontraram diferença na circunferência escrotal em cordeiros de 8 meses de idade e com  $38,1\pm 5,20$  kg de peso corporal, tendo observado uma média geral de  $26,50\pm 0,9$  cm. Os valores encontrados neste estudo variam de  $22,89\pm 3,52$  a  $25,00\pm 3,10$  cm com uma média de 24,29 cm. É coerente que não se tenha observado diferença da circunferência escrotal em decorrência do peso corporal que também não diferiu entre os tratamentos. De acordo com Ugwu (2009), o peso corporal e a circunferência escrotal são variáveis que apresentam uma correlação de alta magnitude.

A inclusão da torta de dendê não afetou ( $P>0,05$ ) o volume testicular dos animais, e a média geral observada neste estudo foi de  $273,35\pm 117,33$  cm<sup>3</sup>. Um estudo realizado por Aro (2012), testando dietas com até 26,50% de inclusão da torta de dendê na matéria seca revelou efeito das dietas sobre o volume testicular no tratamento que recebeu maior porcentagem de dendê, tendo observado diferença no peso corporal final dos animais.

Segundo Bailey *et al.* (1998), o volume do testículo é uma característica muito sensível à mudanças nas dietas, apresentando uma resposta proporcional à qualidade nutricional do alimento, e mudanças significativas do volume são mais evidentes em dietas com baixos teores de proteína. Esta variável é um importante indicador da quantidade do parênquima testicular devendo ser considerada na avaliação e seleção de reprodutores jovens, pois representa a capacidade real da gônada por sofrer pouca influência da espessura da parede da bolsa escrotal na mensuração. Adicionalmente, minimiza erros de mensuração da circunferência escrotal nos casos em que os testículos apresentam formas diferentes.

Muitos estudos evidenciam a importância da proteína e energia sobre o desempenho reprodutivo de ovinos, principalmente pela influência que exercem no mecanismo de síntese hormonal afetando a circunferência escrotal e características seminais. No entanto, neste estudo as dietas não afetaram as variáveis da biometria testicular. Este fato pode ter se verificado em decorrência aos níveis semelhantes de proteína e energia apresentados pelas quatro dietas experimentais o que pode ter contribuído para que os animais apresentassem um desenvolvimento testicular semelhante.

Jibril *et al.* (2011), realizaram um estudo testando efeito de níveis (12,11; 14,96 e 17,94%) de proteína bruta sobre variáveis testiculares de carneiros e constataram diferenças no volume e circunferência escrotal de carneiros suplementados com dieta contendo o menor teor de proteína. Resultados similares foram reportados por Junior *et al.* (2008), ao suplementar carneiros com dietas diferenciadas em níveis de proteína e energia.

**Tabela 3** Parâmetros testiculares e pesos corporal inicial e final de cordeiros da raça Santa Inês mantidos a pasto e suplementados com níveis de torta de dendê

Parâmetros	Níveis de torta de dendê				P Valor
	0%	15%	30%	45%	
Peso corporal inicial	26,02±2,4	25,28±2,1	24,88±3,4	24,62±2,5	0,6656
Peso corporal final	36,84±5,0	34,73±3,7	34,62±4,6	34,70±4,6	0,6374
CMS (g/dia)	156,7±38	132,6±32	107,1±41	104,5±56	0,0393
Condição de EC.	3,15±0,4	3,10±0,4	3,15±0,3	3,25±0,5	0,5214
Circunferência escr.	24,39±2,8	24,86±3,4	25±3,1	22,89±3,5	0,3688
Comp. test. direito	7,83±1,2	7,97±1,5	8,02±1,2	7,32±1,4	0,6392
Larg. do test. direito	4,68±0,8	4,67±0,8	4,79±0,8	4,28±0,8	0,5233
Comp. do test. esq.	7,54±1,2	7,91±1,5	7,85±1,2	7,20±1,5	0,6398
Larg. do test. esq.	4,50±0,7	4,69±0,8	4,80±0,7	4,26±0,8	0,4164
Volume testic. (cm <sup>3</sup> )	269±101	296±140	303±121	226±105	0,4746
Forma test. (0,5–1)	0,59±0,0	0,59±0,0	0,60±0,0	0,59±0,0	0,8447

CMS – consumo de matéria seca; EC. –escore corporal; escr. - escrotal; comp. – comprimento; test. – testículo; larg. – largura; esq. – esquerdo; testic. – testicular.

As médias encontradas neste estudo referentes à circunferência escrotal estão abaixo das consideradas normais pelo CBRA (2013), que preconiza média de 30,66±1,97 cm para ovinos da raça Santa Inês com idade média de 9 meses. Entretanto, para além da idade, tem outros fatores que influenciam esta variável como o regime alimentar, que determina a secreção de gonadotropinas como GnRH da qual dependem os níveis de FSH que atua diretamente nas células de Sertoli e nos túbulos seminíferos, que são as principais estruturas que definem o desenvolvimento testicular em ovinos.

Os parâmetros morfométricos quantitativos estão apresentados na tabela 4. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) no diâmetro dos túbulos seminíferos, diâmetro do lúmen e altura do epitélio germinativo, o que pode ter sido causado pelo fato das dietas fornecidas serem isonitrogenadas. As médias observadas nestas variáveis foram de 194,36±25,21 a 216,13±28,85  $\mu\text{m}$ ; 63,42±9,39 a 75,13±15,27  $\mu\text{m}$  e 65,47±9,84 a 70,50±8,18  $\mu\text{m}$  respectivamente. De acordo com Hötzel *et al.* (1997) estas estruturas testiculares sofrem efeito direto dos

hormônios gonadotrópicos que dependem fundamentalmente do tipo e qualidade do alimento.

Estudo realizado por Yaakub *et al.* (2008), testando o efeito de torta de dendê sobre a morfometria testicular de carneiros revela que níveis de até 60% deste ingrediente na matéria seca do concentrado não afetaram os túbulos seminíferos. Júnior *et al.* (2008), relataram diâmetro tubular de 157,59 a 185,91  $\mu\text{m}$  em cordeiros de 4 meses de idade.

Hormônios como LH e FSH controlam o processo proliferativo das células de Sertoli e de Leydig, de forma que os esteróides e fatores de crescimento sintetizados por estes dois tipos celulares influenciam diretamente o desenvolvimento das células germinativas, o que tem reflexos notáveis em algumas variáveis como altura do epitélio (SHARPE *et al.*, 2003). Para além da multiplicação das células de Sertoli, a quantidade de camadas constituídas por células mióides também pode contribuir para a expansão do diâmetro tubular e do lúmen que é muito variável principalmente em animais sexualmente sazonais como é o caso dos ovinos (WEINBAUER *et al.*, 2010).

Segundo Gastel *et al.* (1995), durante o período de estacionalidade reprodutiva em ovinos as taxas diárias de produção de espermatozoides decresce, e ocorre em simultâneo uma redução do diâmetro dos túbulos seminíferos. Por consequência reduz também o tamanho e a atividade das células de Leydig incluindo quedas na síntese de testosterona. No entanto, de acordo com Wrobel *et al.* (1995), componentes como altura do epitélio germinativo e diâmetro dos túbulos não registram variação significativa durante o ciclo do epitélio seminífero. Na maioria dos mamíferos, a altura do epitélio que representa o grau de funcionamento do túbulo seminífero varia de 60 a 100  $\mu\text{m}$  (FRANÇA e RUSSEL, 1998), tendo sido encontrado neste estudo valores dentro dos padrões estabelecidos.

Alguns valores de referências descritos por outros autores indicam que o testículo de ovinos apresenta 71,4% de túbulos seminíferos no parênquima testicular, 78,4 mL de volume tubular, 164,2  $\mu\text{m}$  de diâmetro dos túbulos, e um

comprimento total dos túbulos seminíferos de cerca de 3671,3 metros (MARTINS *et al.*, 2008). Santos *et al.* (2015) encontraramem seu estudo com ovinos de raça Santa Inês em duas estações do ano (seca e chuvosa), uma altura do epitélio variando de 44,92 a 50,06  $\mu\text{m}$ .

**Tabela 4** Parâmetros morfométricos de testículos de cordeiros suplementados com torta de dendê a pasto

Parâmetros ( $\mu\text{m}$ )	Níveis de torta de dendê				P Valor
	0%	15%	30%	45%	
Diâmetro dos TS	194,4 $\pm$ 25	216,1 $\pm$ 29	198,9 $\pm$ 33	206,5 $\pm$ 26	0,4502
Diâmetro do L.	63,4 $\pm$ 9,4	75,1 $\pm$ 15,3	66,6 $\pm$ 13,1	70,3 $\pm$ 10,9	0,2838
Altura do EG.	65,47 $\pm$ 9,8	70,50 $\pm$ 8,2	66,17 $\pm$ 12,9	68,14 $\pm$ 9,8	0,7660
Peso das gôn. (g)	296,0 $\pm$ 66	320,9 $\pm$ 65	354,1 $\pm$ 69	295,7 $\pm$ 72	0,2901
Lúmen (%)	12,4 $\pm$ 4,3	14,6 $\pm$ 5,3	14,8 $\pm$ 4,7	12,7 $\pm$ 4,0	0,6102
Epitélio ger. (%)	64,7 $\pm$ 5,4	63,8 $\pm$ 6,0	64,6 $\pm$ 5,4	66,2 $\pm$ 5,5	0,8426
Túnica próp. (%)	7,7 $\pm$ 1,80	7,6 $\pm$ 2,41	6,5 $\pm$ 0,57	8,0 $\pm$ 1,37	0,3042
Vasos sang. (%) <sup>(A)</sup>	2,3 $\pm$ 1,22	1,3 $\pm$ 0,63	1,6 $\pm$ 1,12	1,2 $\pm$ 0,62	0,0123
Células Ley. (%) <sup>*</sup>	3,4 $\pm$ 1,12	3,9 $\pm$ 1,57	5,1 $\pm$ 1,65	4,3 $\pm$ 2,33	0,3894
Tecido conj. (%) <sup>*</sup>	7,1 $\pm$ 7,68	9,5 $\pm$ 1,59	7,8 $\pm$ 1,56	7,5 $\pm$ 2,05	0,5642

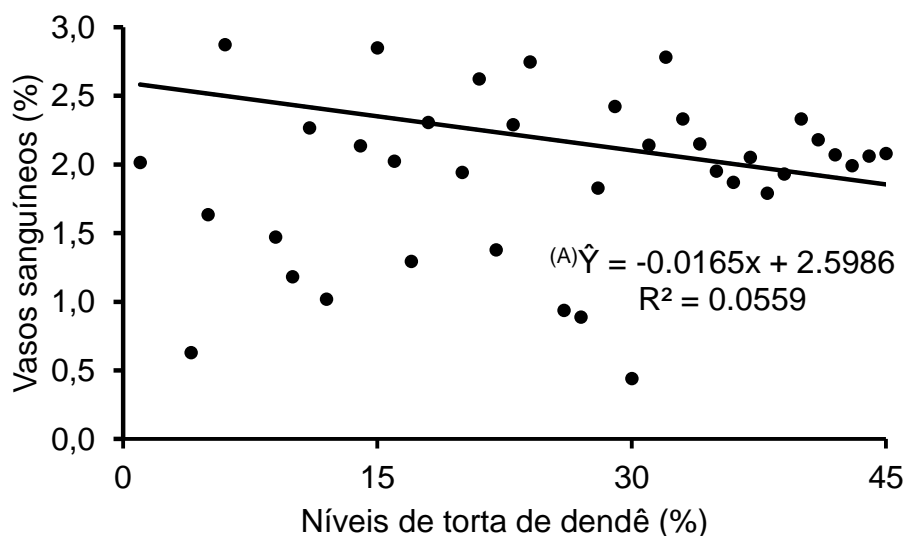
\* Dados não paramétricos (mediana $\pm$ interquartil). TS – túbulos seminíferos; L. – lúmen; EG. – epitélio germinativo; Gôn. – gônadas; Ger. – germinativo; próp. – própria; Sang. – sanguíneos; Ley. – Leydig; Conj. – conjuntivo.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da torta de dendê sobre o peso das gônadas. Em ovinos esta variável é indicativo do grau de desenvolvimento testicular e capacidade de produção espermática. As médias encontradas neste estudo são 296,01 $\pm$ 66,31; 320,87 $\pm$ 64,65; 354,09 $\pm$ 69,21 e 295,70 $\pm$ 72,18 gramas para os tratamentos que receberam 0; 15; 30 e 45% de torta de dendê respectivamente. Knight (1984), reportou uma média geral de 358.20 gramas de peso dos testículos em cordeiros de 7 meses de idade.

A porcentagem de lúmen não foi afetada ( $P>0,05$ ) pela ração fornecida, no entanto, apresentou valores considerados normais por Hötzel *et al.* (1998). Neste estudo as médias desta variável foram de 12,35 $\pm$ 4,26 a

14,81±4,70% do total do parênquima testicular. A porcentagem do epitélio germinativo e a túnica própria não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos, apresentando valores variando de 63,84±6,00 a 66,29±5,46% e 6,50±0,57 a 8,02±1,37% respectivamente.

Houve comportamento linear decrescente na porcentagem dos vasos sanguíneos (Fig.1). Os resultados mostram que os vasos sanguíneos constituem os componentes encontrados em menor proporção ao nível dos testículos de cordeiros. Sua importância se destaca pela capacidade de regular e manter uma temperatura confortável abaixo da temperatura corporal ao nível dos testículos como forma de permitir que a espermatogênese ocorra sem prejudicar as células sensíveis a alterações térmicas. Seu funcionamento é associado ao plexo pampiniforme que também exerce essa função. Adicionalmente, estas estruturas abastecem as gônadas com substâncias nutritivas para o metabolismo celular (NOORDHUIZEN-STASSEN *et al.*, 1985 e MALONEY e MITCHELL, 1996). Sousa *et al.* (2014), observaram que no testículo de ovinos o volume ocupado por vasos sanguíneos é de 0.6% em média.



**Figura 1** Porcentagem dos vasos sanguíneos de cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê.

Outras estruturas localizadas no compartimento androgênico encontradas em menor porcentagem são as células de Leydig, cujas médias foram de 3,64 a

4,66%. A variação quantitativa deste tipo celular está associada à concentração de LH disponível ao nível testicular para estimular as células e a quantidade de receptores para LH presentes em cada célula. Este fato faz com que a razão não exerça uma influência direta sobre estas estruturas (RUSSELLEt al., 1994).

No compartimento intertubular (androgênico), estas células se encontram distribuídas de forma desuniforme, sendo observadas frequentemente próximo dos vasos sanguíneos ou da túnica própria o que aumenta sua variação no momento de contagem.

No espaço intertubular o tecido conjuntivo é a estrutura que se encontra em maior porcentagem. No compartimento tubular o epitélio germinativo ocupou a maior porção das gônadas com valores mínimos e máximos de 63,84 e 66,29 respectivamente. Esta quantidade do epitélio foi revestida por cerca de 6,50 a 8,02% da túnica própria, estruturalmente composta por células mioides em associação com membrana basal.

A tabela 5 apresenta valores referentes a proporções volumétricas dos componentes do parênquima testicular. Os resultados mostram que do volume total das gônadas aproximadamente 21,79 mL são ocupados pelo volume do lúmen; 102,39 mL pelo epitélio germinativo; 11,73 mL pela túnica própria; 2,53 mL ocupado pelos vasos sanguíneos; 6,64 mL pelas células de Leydig e 13,56 mL pelo tecido conjuntivo. O volume tubular e o volume intersticial ocupam 135,47 mL e 14,10 mL respectivamente.

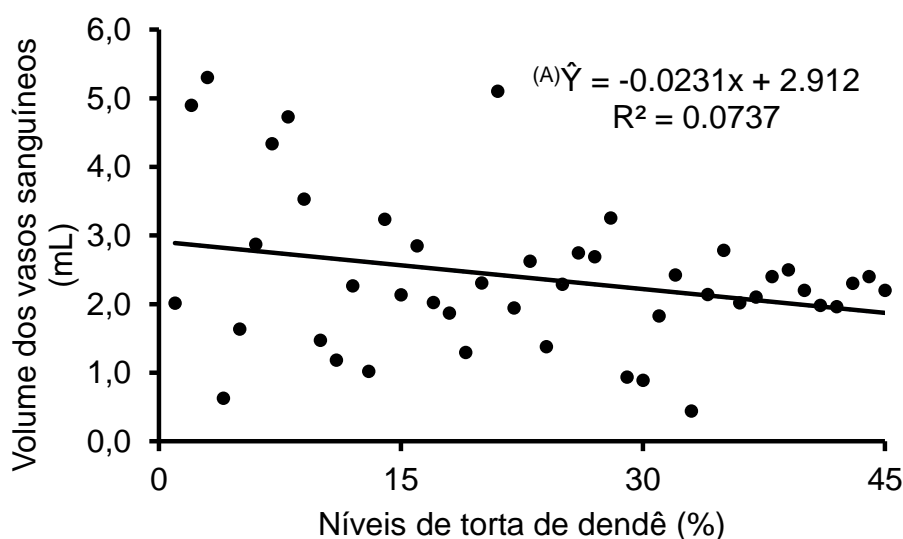
Hötzel *et al.* (1998) estudaram a proporção volumétrica ao nível dos testículos de ovinos com 36 meses de idade e encontraram valores de 227 cm<sup>3</sup> correspondentes ao volume ocupado pelo epitélio germinativo, 247 cm<sup>3</sup> pelos túbulos seminíferos, 1,2 cm<sup>3</sup> ocupado por células de Leydig, 42 cm<sup>3</sup> pelo tecido intersticial e os vasos sanguíneos ocupando 6,3 cm<sup>3</sup> do volume total das gônadas. Em contrapartida, Mirando *et al.* (1989) também estudando a morfometria testicular em carneiros pré-púberes encontraram valores de 140,8 cm<sup>3</sup> para volume epitelial, 14,9 cm<sup>3</sup> ocupados pelo lúmen e 33,8 cm<sup>3</sup> de volume intertubular.

**Tabela 6** Proporção volumétrica dos componentes do parênquima de cordeiros suplementados com torta de dendê

Variáveis (mL)	Níveis de torta de dendê				P Valor
	0%	15%	30%	45%	
Vol. do lúmen	18,59±7,31	23,01±7,87	25,82±8,09	19,32±9,66	0,2864
Vol. Epit. Ger.	94,79±20	102,17±22	114,84±26	97,77±22	0,3181
Vol. Tún. P.	11,08±2,53	12,54±5,80	11,53±2,44	11,77±3,23	0,8874
Vol. Vasos S. <sup>(A)</sup>	3,55±2,16	2,02±0,78	2,69±1,79	1,84±0,99	0,1338
Volume C. Ley.	5,50±2,79	6,48±2,78	8,39±2,96	6,17±2,33	0,1800
Vol. Tec. conj.	14,24±8,35	14,28±4,81	14,07±3,25	11,64±4,87	0,7434
Volume tub. <sup>(B)</sup>	124,86±26	137,63±26	151,68±30	127,72±29	0,5108
Volume intert.	15,26±4,81	13,96±2,51	14,14±0,99	13,04±1,85	0,4125

Vol. – volume; Epit. – epitélio; Ger. – germinativo; Tún. – túnica; P. – própria; S. - sanguíneos; C. – células; Ley – Leydig; Tec. – tecido; conj. – conjuntivo; Tub. – tubular; Intert. - intertubular

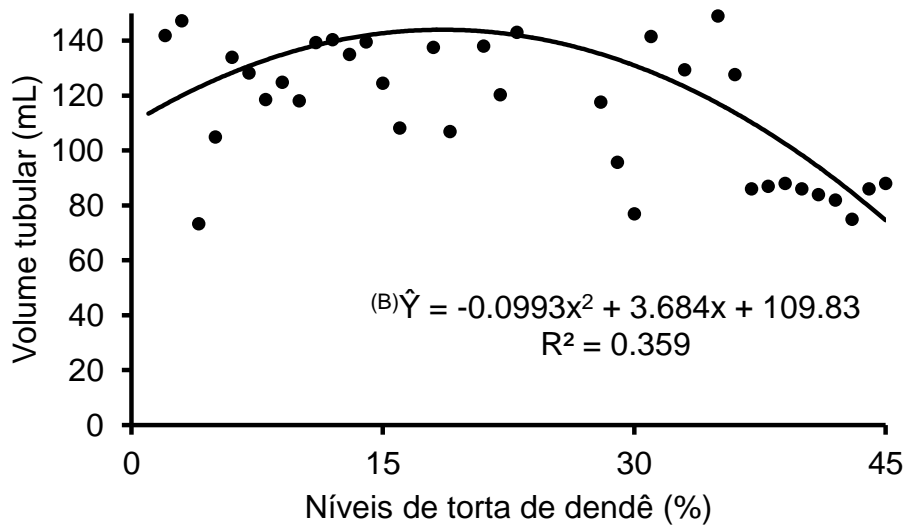
Houve comportamento linear decrescente para o volume dos vasos sanguíneos (Fig. 2), com um coeficiente de determinação igual a 0,5519. Os valores registrados foram 3,55±2,16; 2,02±0,78; 2,69±1,79 e 1,84±0,99 mL nos tratamentos com 0; 15; 30 e 45% de torta de dendê respectivamente (Tab. 5).



**Figura 2** Volume dos vasos sanguíneos de cordeiros da raça Santa Inês suplementados com torta de dendê.



Houve comportamento quadrático negativo no volume dos túbulos seminíferos (Fig.3). O nível de 18,55% de torta de dendê na ração apresentou um valor máximo ótimo de 143,99 mL de volume tubular. Os valores observados por Dorostghoal et al. (2009), mostraram uma variação de 189,21 a 222,12 mL de volume tubular em ovinos com 3 a 5 anos de idade. É ideal que o volume dos túbulos apresente valores maiores, pois segundo Lincoln (1998), características como maior concentração espermática resultam da maior quantidade e volume dos túbulos seminíferos que permite uma maior atividade espermatogênica.



**Figura 3** Volume dos túbulos seminíferos de cordeiros da raça Santa Inês suplementados com níveis de torta de dendê.

O volume ocupado pelo epitélio germinativo pode representar um fator de maior gasto de energia corporal do animal em comparação com a energia gasta com o funcionamento das demais estruturas. De acordo com Short (1997), o processo de produção de espermatozoides demanda uma quantidade maior de energia em relação à síntese hormonal. Neste estudo, as células de Leydig responsáveis pela produção de hormônios, e os demais elementos do espaço intersticial ocuparam volumes abaixo de 16 mL. Os valores volumétricos ocupados pelo epitélio germinativo e pelos túbulos seminíferos aliado à maior necessidade de energia para a ocorrência da espermatogênese, sugerem maior atenção no manejo alimentar e nutricional de machos reprodutores

principalmente na época de reprodução, com prioridade no fornecimento de uma dieta de qualidade.

A proporção volumétrica das estruturas testiculares que representa o volume ocupado por cada componente dentro da gônada apresenta uma variação menor dentro da espécie (MIRANDO *et al.*, 1989). Este fato destaca a importância do estudo das características morfométricas dos testículos e da sua utilização na classificação e distribuição de espécies em grupos de acordo com a organização específica dos componentes que constituem o compartimento intertubular (FAWCETT *et al.*, 1973).

Segundo o mesmo autor, os mamíferos podem ser distribuídos em três grupos distintos: o primeiro compreende as espécies que apresentam um volume reduzido de células de Leydig e reduzido tecido conjuntivo no espaço intertubular; o segundo grupo é referente às espécies cujas células de Leydig se encontram uniformemente espalhadas no tecido conjuntivo frouxo e abundante, drenado por um vaso linfático nitidamente visível, localizado central ou excêntrica no compartimento androgênico, e o terceiro grupo constituído por espécies cujo compartimento intertubular é predominantemente ocupado por células de Leydig e com número muito reduzido de vasos sanguíneos. É neste último grupo onde se enquadra a espécie ovina.

Os resultados dos índices e comprimentos dos túbulos seminíferos estão apresentados na tabela 6. Os níveis de torta de dendê adicionados na dieta, não afetaram ( $P > 0,05$ ) os índices Leydigossomático e tubulossomático. Estes índices são referentes à massa corporal do animal exclusivamente alocada em células de Leydig e em túbulos seminíferos respectivamente. A variação destes parâmetros é mais dependente de fatores como peso corporal, peso dos testículos e do volume das células de Leydig.

Entre os tratamentos foram encontrados valores mínimos e máximos do índice Leydigossomático de  $0,018 \pm 0,01\%$  no tratamento com 15% de torta de dendê e  $0,133 \pm 0,01\%$  observado no grupo que recebeu ração sem torta de

dendê respectivamente. As médias do índice tubulossomático estiveram entre  $0,240 \pm 0,05$  a  $0,259 \pm 0,04\%$ .

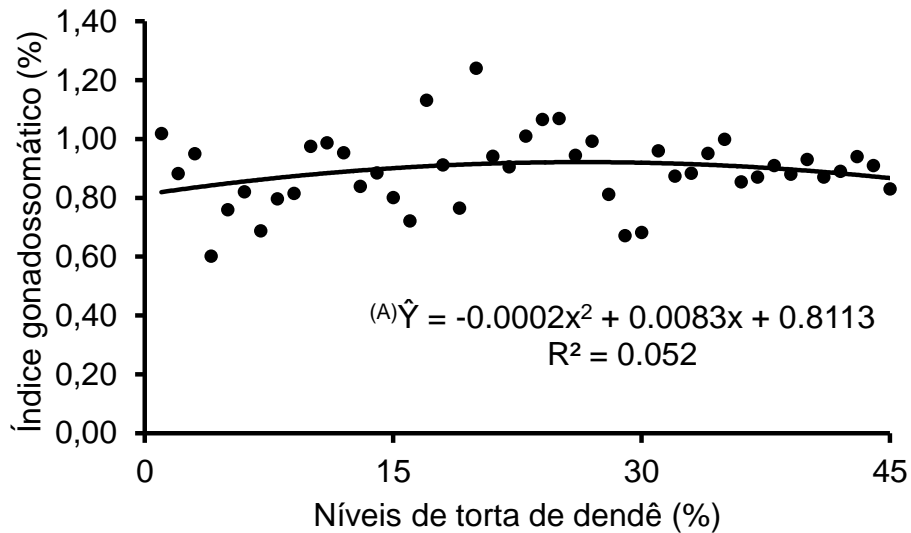
**Tabela 6** Índices e comprimento dos túbulos seminíferos dos testículos de cordeiros da raça Santa Inês

Variáveis testiculares	Níveis de torta de dendê				P Valor
	0%	15%	30%	45%	
ILS (%) <sup>*</sup>	$0,133 \pm 0,01$	$0,018 \pm 0,01$	$0,026 \pm 0,01$	$0,016 \pm 0,01$	0,1181
ITS (%)	$0,240 \pm 0,05$	$0,248 \pm 0,03$	$0,244 \pm 0,03$	$0,259 \pm 0,04$	0,7672
IGS (%) <sup>(A)</sup>	$0,815 \pm 0,14$	$0,911 \pm 0,13$	$0,993 \pm 0,14$	$0,854 \pm 0,12$	0,0618
CTT (m)	$4260 \pm 862$	$3870 \pm 995$	$5506 \pm 3147$	$4042 \pm 1672$	0,3654
CTS/GT (m)	$14,90 \pm 3,80$	$12,34 \pm 3,68$	$15,32 \pm 7,73$	$13,73 \pm 4,98$	0,4224

\* Dados não paramétricos (mediana $\pm$ interquartil). ILS – Índice Leydigossomático; ITS – Índice tubulossomático; IGS – Índice gonadossomático; CTT – Comprimento total dos túbulos seminíferos; CTS/GT – Comprimento dos túbulos seminíferos em metros por grama de testículo.

Foi observado comportamento quadrático no índice gonadossomático (Fig.4). O nível de 21,83% de inclusão da torta de dendê apresentou um índice gonadossomático máximo ótimo de 0,9477%. Santos *et al.* (2015), relataram um índice gonadossomático de 0,33 a 0,35% em cordeiros. Segundo Al-Kawmani *et al.* (2013), o IGS apresenta uma correlação positiva com peso corporal e tamanho testicular, de forma que qualquer aumento do peso resulta no incremento do tamanho do testículo. O IGS representa a massa corporal do animal alocada exclusivamente às gônadas. Estes autores reportaram índice gonadossomático de 0,98% em ovinos de 9 meses de idade.

Para alguns autores, o índice gonadossomático apresenta variação dentro da espécie e de acordo com a raça. Setchell e Breed (2006) fazem referência a um índice gonadossomático de 0,84% para a raça Merino Australiano; 0,60% encontrado na raça Clun Forest e 0,66% para Ile de France.



**Figura 7** Índice gonadosomático de cordeiros de raça Santa Inês suplementados com níveis de torta de dendê a pasto.

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) das dietas sobre o comprimento total dos túbulos seminíferos e comprimento de túbulos seminíferos por grama de testículo. Estas variáveis apresentam uma forte correlação com volume tubular, proporção volumétrica dos túbulos seminíferos e o diâmetro dos túbulos. Neste estudo diâmetro e o volume tubular não diferiram entre os tratamentos, o que pode ter influenciado o resultado observado no comprimento dos túbulos. De acordo com Macedo (2011), a utilização do comprimento de túbulos seminíferos por grama de testículo para estabelecer comparação entre espécies diferentes tem se mostrado mais adequado por ser uma característica particular de cada espécie.

### Conclusão

A inclusão da torta de dendê em até 45% na matéria seca da dieta concentrada melhora os parâmetros reprodutivos de cordeiros de raça Santa Inês, podendo ser utilizada na alimentação sem prejuízos de ordem reprodutiva.

## Referências bibliográficas

AL-KAWMANI, A.A.; ALFURAIJI, M.M.; ABOU-TARBOUSH, F.M.; ALODAN, M.A. e FARAH, M.A. Developmental changes in testicular interstitium in the Najdi ram lambs. **Saudi Journal of Biological Science**, vol. 21, nº 2, p. 133-137, 2013.

ALMEIDA, A.M.; PALHINHAS, R.G.; KILMINSTER, T.; SCANLON, T.; HARTEN, S.V.; MILTON, J.; BLACHE, D.; GREEFF, J.; OLDHAM, C.; COELHO, A.V. e CARDOSO, L.A. The effect of weight loss on the muscle proteome in the Damara, Dorper and Australian Merino Ovine breeds. **PLoS ONE Journal**, 2016.

ARO, S.O. Daily sperm production and spermatogenic efficiency of pubertal boars fed graded levels of cassava peel-based diets. **Archiva Zootechnica**, vol. 15, nº 2, p. 51-60, 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS–AOAC., 1990. Official Methods of analysis. 15. ed. Washington.

AZIZUNNESSA; ZOHARA, B.F.; BARI, F.Y. e ALAM, G.S. Effects of concentrate supplementation on reproductive performances and semen quality of indigenous rams in Bangladesh. **Journal of Emb. Trans.**, vol. 28, nº 4, p. 325-335, 2013.

BAILEY, T.L.; HUDSON, R.S.; POWE, T.A.; RIDDELL, M.G.; WOLFE, D.F. e CARSON, R.L. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**, v. 49, nº 3, p. 581-594, 1998.

BAILEY, T.L.; MONKE, D.; HUDSON, R.S.; WOLFE, D.F.; CARSON, R.L. e RIDDELL, M.G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. **Theriogenology**, v. 3, nº 46, p. 881-887, 1996.

BAILEY, T.L.; MONKE, D.; HUDSON, R.S.; WOLFE, D.F.; CARSON, R.L. e RIDDEL, M.G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. **Theriogenology**, v. 46, p. 881-887, 1996.

BLACHE, D.; ZHANG, S. e MARTIN, G.B. Dynamic and integrative aspects of the regulation of reproduction by metabolic status in male sheep. **Reprod. Nutr. Dev.**, vol. 46, p. 379-390, 2006.

CUNHA, M.G.G. das; GONZALEZ, C.I.M.; CARVALHO, F.F.R. de, e SOARES, A.T. Effect of diets containing whole cottonseed on the quality of sheep semen. **Acta Scientiarum. Animal Science, Maringá**, v. 34, nº 3, p. 305-311, 2012.

DOROSTGHOAL, M.; MAJD, E.N. e NEJAD, G.J. Stereological study of Arabian ram testis during different seasons. **Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University**, vol. 10, nº 4, Ser. nº 29, 2009.

FAWCET, D.W.; NEAVES, W.B. e FLORES, M.N. Comparative observations on intertubular lymphatics and the organization of the interstitial tissue of the mammalian testis. **Biol. Reprod.**, vol. 9, p. 500-532, 1973.

FRANÇA, L.R. e RUSSELL, L.D. The testis of domestic animals. In: REGADERA, J. e MARTINEZ-GARCIA, F. (Ed.). Male reproduction. A multidisciplinary overview. Madrid: **Churchill Livingstone**, p. 197-219, 1998.

GASTEL, T.; BIELLI, A.; PEREZ, R.; LOPEZ, A.; CASTRILLEJO, R.T.; FRANCO, J.; LABORDE, D.; FORSBERG, M. e RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Seasonal variations in testicular morphology in Uruguayan Corriedale rams. **Animal Reproduction Science**, vol. 40, p. 59-75, 1995.

HÖTZEL, M.J.; CARATY, A. e MARTIN, G.B. Effects of nutrition on testicular growth in Merino rams actively immunized against GnRH. **J. Reprod. Fertil.**, vol. 110, nº 2, p. 207-230, 1997.

HÖTZEL, M.J.; MARKEY, C.M.; WALKDEN-BROWN, S.W.; BLACKBERRY, M.A. e MARTIN, G.B. Morphometric and endocrine analyses of the effects of nutrition on the testis of mature Merino rams. **J. Reprod. Fertil.**, vol. 113, nº 2, p. 217-230, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010. Sinopse de Setores do IBGE. Disponível em:

<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/>. Acesso em: 02 de Maio de 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Dados meteorológicos. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 07 de Julho de 2016.

JEFFERIES, W.M. Occult hypothyroidism and metabolic insufficiency. **Journal of Chronic Dis.**, vol. 14, p. 582-592, 1961.

JIBRIL, A.; ATE, I.U.; REKWOT, P.I. e OSUHOR, C.U. Effect of graded levels and sources of protein on scrotal circumference and semen profile of Yankasa rams. **Sokoto Journal of Veterinary Science**, vol. 9, nº 1, p. 22-27, 2011.

JÚNIOR, O.A.C.; LUCCI, C.M.; McMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; MARTINS, R.D. e AMORIM, C.A. Morphological evaluation of the testicles of young Santa Inês rams submitted to different regimes of protein supplementation and drenching. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, nº 2, p. 433-441, 2008.

KENAGY, G.J. e TROMBULAK, S.C. Size and function of mammalian testes in relation to body size. **Journal of Mamm.**, v. 67, p. 1-22, 1986.

KHERADMAND, A.; BABAEI, H. e BATAVANI, R.A. Effect of improved diet on semen quality and scrotal circumference in the ram. **Vet. Arhiv.**, vol. 76, nº 4, p. 333-341, 2006.

KHERADMAND, A.; BABAEI, H. e BATAVANI, R.A. Effect of improved diet on semen quality and scrotal circumference in the ram. **Vet. Arh.**, vol. 76, nº 4, p. 333-341, 2006.

KNIGHT, T.W. Testicular growth and size in rams from flocks of different reproductive potential. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, vol. 27, p. 179-187, 1984.

LINCOLN, G.A. Reproductive seasonality and maturation throughout the complete life-cycle in the mouflon ram (*Ovis musimon*). **Animal Reproduction Science**, v. 53, nº 1-4, p. 87-105, 1998.

MACEDO, D.B.; COSTA, D.S.; PAULA, T.A.R.S.de., FARIA, M.D. e CARVALHO, F.J. Testicular biometry of free-ranging feral pigs (*Sus scrofa* sp). **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v. 12, nº 2, p. 381-388, 2011.

MAKSIMOVIĆ, N., HRISTOV, S.; STANKOVIĆ, B.; PETROVIĆ, M.P.; MEKIĆ, C.; RUZIĆ-MUSLIĆ, D. e CARO-PETROVIĆ, V. Investigation of serum testosterone level, scrotal circumference, body mass, semen characteristics, and their correlations in developing MIS lambs. **Turkish Journal of Veterinary Science**, v. 40, p. 53-59, 2016.

MALONEY, S.K. e MITCHELL, D. Regulation of ram scrotal temperature during heat exposure, cold exposure, fever and exercise. **Journal of Physiology**, vol. 496, nº 2, p. 421-430, 1996.

MARTINS, J.A.M.; SOUZA, C.E.A.; CAMPOS, A.C.N.; AGUIAR, G.V.; LIMA, A.C.B.; ARAÚJO, A.A.; NEIVA, J.N.M. e MOURA, A.A.A. Biometria do trato reprodutor e espermatogênese em ovinos sem padrão racial definido (SPRD). **Arch. Zootec.** V. 57, p. 553-556, 2008.

MIRANDO, M.A.; HOAGLAND, T.A.; WOODY JÚNIOR, C.O. e RIESEN, J.W. The influence of unilateral castration on testicular morphology and function in adult rams. **Biology of Reproduction**, v. 41, p. 798-806, 1989.

MIRANDO, M.A.; HOAGLAND, T.A.; WOODY, C.O. e RIESEN, J.W. The influence of unilateral castration on testicular morphology and function in adult rams. **Biology of Reproduction**, vol. 41, p. 798-806, 1989.

MOHAMMAD, J.T.; KRIDLI, R.T.; AMASHE, M.G. e BARAKEH, F.S. Factors affecting scrotal circumference and semen characteristics of Awassi Rams. **Jordan Journal of Agricultural Science**, vol. 2, nº 3, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL–NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 6<sup>th</sup> rev. ed. Washington, DC: National Academy of Science, 168 p., 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL– NRC. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. **Washington**, 2007.



NOORDHUIZEN-STASSEN, E.N.; CHARBON, G.A.; JONG, F.H. e WENSING, C.J.G. Functional arterio-venous anastomoses between the testicular artery and the pampiniform plexus in the spermatic cord of rams. **Journal of Reproduction and Fertility**, vol. 75, p. 193-201, 1985.

PAULA, T.A.R.; FRANÇA, L.R. e GARCIA, H.C. Seminiferous epithelium cycle and its duration in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). **Tissue & Cell.**, vol. 31, p. 327-334, 1999.

RUSSELL, L.D.; CHANDRASHEKAR, V.; BARTKE, A. e SINHA HIKIM, A.F. The hamster Sertoli cell in early testicular regression and early recrudescence: a stereological and endocrine study. **International Journal of Andrology**, vol. 17, nº 2, p. 93-106, 1994.

SANTOS, J.D.F.; EUFRASIO, R.O.; PINHEIRO, G.F.M.; ALVES, F.R.; CARVALHO, M.A.M. e JÚNIOR, M.A.N. Influência da estação do ano sobre a estrutura testicular em ovinos explorados no Sul do Estado do Piauí. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 35, nº 11, p. 933-939, 2015.

SETCHELL, B.P. e BREED, W.G. Anatomy, vasculature, and innervation of the male reproductive tract. In: Knobil, E. and Neill, J. (eds.). *The Physiology of Reproduction*. Raven Press, New York, USA, 2006.

SHARPE, R.M.; MCKINNELL, C.; KIVLIN, C. e FISHER, J.S. Proliferation and functional maturation of Sertoli cells, and their relevance to disorders of testis function in adulthood. **Reproduction**, vol. 125, p. 769-784, 2003.

SHORT, R.V. The testis: the witness of the mating system, the site of mutation and the engine of desire. **Acta Paediatr. Suppl.**, v. 422, p. 3-7, 1997.

SILVA, D.J. e QUEIRÓZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos, 3ª ed. Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, 235 pp, 2002.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, nº 10, p. 3562-3577, 1992.

SOUSA, F.M.L.; LOBO, C.H.; MENEZES, E.S.B.; REGO, J.P.A.; OLIVEIRA, R.V.; LIMA-SOUZA, A.C.; FIORAMONTE, M.; GOZZO, F.C.; POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; OLIVEIRA, J.T. e MOURA, A.A. Parameters of the reproductive tract, spermatogenesis, daily sperm production and major seminal plasma proteins of tropical adapted Morada Nova Rams. **Reprod. Dom. Anim.**, v. 49, p. 409-419, 2014.

TEODORO, S.M.; PEREIRA, A.M.F.; GUSMÃO FILHO, J.D. e SILVA, J.N. da. Influence of availability of shade on testicular characteristics of Santa Inês rams. *Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá*, v. 35, n° 4, p. 441-446, 2013.

TUFARELLI, V.; LACALANDRA, G.M.; AIUDI, G.; BINETTI, F. e LAUDADIO, V. Influence of feeding level on live body weight and semen characteristics of Sardinian rams reared under intensive conditions. **Trop. Anim. Health Prod.**, v. 43, n° 2, p. 339-345, 2011.

UGWU, S.O.C. Relationship between scrotal circumference, *in situ* testicular measurements and sperm reserves in the West Africa dwarf bucks. **African Journal of Biotechnology**, vol. 8, n° 7, p. 1354-1357, 2009.

UNANIAN, M.M.; SILVA, A.E.D.F.; McMANUS, C. e CARDOSO, E.P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n° 1, p. 136-144, 2000.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, vol. 74, n° 10, p. 3583-3597, 1991.

WEINBAUER, G.F.; LUETJENS, C.M.; SIMONI, M. e NIESCHLAG, E. Physiology of testicular function. **Andrology Journal**, vol. 2, 2010.

WROBEL, K.H.; REICHOLD, J. e SCHIMMEL, M. Quantitative morphology of the ovine seminiferous epithelium. **Annals of Anatomy**, vol. 177, p. 19-32, 1995.

YAAKUB, H.; MASNINDAH, M.; SHANTHI, G.; SUKARDI, S. e ALIMON, A.R. The effect of palm kernel cake based diet on spermatogenesis in Malin x Santa-Inês rams. **Animal Reproduction Science**, vol. 115, n° 1, p. 182-188, 2009.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Concluiu-se que a torta de dendê é um ingrediente com potencial para ser utilizado como alimento para ovinos, principalmente pela sua composição químico-bromatológica e capacidade de aumentar os níveis de lipídeos nas rações. Sua inclusão até 45% melhora os parâmetros reprodutivos de cordeiros, no entanto, sua utilização deve considerar os limites de gordura na matéria seca de modo a não prejudicar o consumo e desempenho animal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGHSAGHALI, A.M. e MAHERI-SIS, N. Nutritive value of some agro-industrial by-products for ruminants – a review. **World Journal of Zoology**, vol. 3, nº 2, p. 40-46, 2008.
- AKINYEYE, R.O.; ADEYEYE, E.I.; FASAKIN, O. e AGBOOLA, A. Physico-chemical properties and anti-nutritional factors of palm fruit products (*Elaeis guineensis* Jacq.) from Ekiti State Nigeria. **Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, vol. 10, nº 5, p. 2190-2198, 2011.
- AKPA, G.N.; AMBALI, A.L. e SULEIMAN, I.Q. Body conformation, testicular and semen characteristics as influenced by age, hair type and body condition of red Sokoto Goat. **New York Science Journal**, vol. 6, nº 7, 2013.
- AL-KAWMANI, A.A.; ALFURAJI, M.M.; ABOU-TARBOUSH, F.M.; ALODAN, M.A. e FARAH, M.A. Developmental changes in testicular interstitium in the Najdi Ram Lambs. **Saudi Journal of Biological Science**, v. 21, p. 133-137, 2014.
- AMANN, R.P. Sperm production rates. In: JOHSON, A.D.; GOMES, W.R. and VANDEMARK, N.L. ed. *The Testis*. New York: Academic Press. p. 433-482, 1970.
- AMANN, R.P. The cycle of the seminiferous epithelium in humans: A need to revisit. **Journal of Andrology**, vol. 29, nº 5, p. 469-487, 2008.
- ANDRADE, A.K.G.; SOARES, A.T.; FREITAS, F.F.; SILVA, S.V.; PENA-ALFARO, C.E. BATISTA, A.M. e GUERRA, M.M.P. Testicular and epididymal ultrasonography in Santa Inês lambs raised in Brazil. **Anim. Reprod.**, v. 11, nº 2, p. 110-118, 2014.
- ARCO – Associação Brasileira de Criadores de Ovinos. Padrões Raciais, 2016. Disponível em: <http://www.arcoovinos.com.br/sitenew/index.asp>. Acesso em 05 de Junho de 2016.
- ARREGUI, L.; RATHI, R.; MEGEE, S.O.; HONARAMOOZ, A.; GOMENDIO, M.; ROLDAN, E.R.S. e DOBRINSKI, I. Xenografting of sheep testis tissue and isolated cells as a model for preservation of genetic material from endangered ungulates. **Reproduction Research**, vol. 136, p. 85-93, 2008.
- BANKS, W.J. Sistema reprodutor masculino. In: *Histologia veterinária aplicada*, 2ª ed., São Paulo, Editora Manole, p. 546-570, 1992.
- BARBOSA, J.S.R.; FONTELES, N.L.de.; BATISTA, N.J.M. e ARAÚJO, M.S.de. Efeitos das fontes de lipídeos na composição do leite. **Nutritime Revista Eletrônica**, vol. 12, nº 6, p. 4488-4499, 2015.
- BEDERSKA-LOJEWSKA, D.; ORCZEWSKA-DUDEK, S. e PIESZKA, M. Metabolism of arachidonic acid, its concentration in animal products and influence on inflammatory processes in the human body: A review. **Ann. Animal Science**, vol. 13, nº 2, p. 177-194, 2013.
- BENIA, A.R.; TAIBI, K.; AIT-AMRANE, A.; BELHAMITI, T.; HAMMOUDI, S.M. e KAIDI, R. Study of seasonal sexual activity variations in Algerian rams: Sexual behavior, testosterone concentration control and environmental factors. **African Journal of Biotechnology**, vol. 12, nº 41, p. 6042-6048, 2013.
- BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L. e STRYER, L. *Biochemistry*. 5ª ed., United States, New York: Basingstoke, 1514 p, 2002.

BESTER, N.; SCHWALBACH, L.M.J.; VAN der MERWE, H.J.; GREYLING, J.P.C. e FAIR, M.D. The influence of dietary energy concentrations on scrotal, testicular and semen characteristics of young Dorper rams. *South African Journal of Animal Science*, vol. 34, nº 2, 2004.

BLACHE, D. e MARTIN, G.B. Focus feeding to improve reproductive performance in male and female sheep and goats – how it works and strategies for using it. **Options Méditerranéennes: Série A**, nº 85, p. 351-364, 2009.

BLACHE, D.; CHAGAS, L.M.; BLACKBERRY, M.A.; VERCOE, P.E. e MARTIN, G.B. Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. **Journal of Reproduction and Fertility**, vol. 120, p. 1-11, 2000.

BLASIO, M.J. de; BOIJE, M.; KEMPSTER, S.L.; SMITH, G.C.S.; CHARNOCK-JONES, D.S.; DENYER, A.; HUGHES, A.; WOODING, F.B.P.; BLACHE, D.; FOWDEN, A.L. e FORHEAD, A.J. Leptin matures aspects of lung structure and function in the ovine fetus. *Journal of Endocrinology*, vol. 157, nº 1, p. 395-404, 2016.

BOOYENS, K.E.; EINKAMERER, O.B.; MERWE, H.J. van der.; HUGO, A.; SLIPPERS, S.C. e FAIR, M.D. The effects of dietary lipid saturation and antioxidant source on the nutrient digestibility of lamb finishing diets. **South African Journal of Animal Science**, vol. 43, nº 5, supplement 1, 2013.

BROWN, M.S.; ZANDERS, S. e ALANI, E. Sustained and rapid chromosome movements are critical for chromosome pairing and meiotic progression in budding yeast. **Genetics**, vol. 188, p. 21-32, 2011.

BUESO, F.; MORENO, L.; CEDENO, M. e MANZANAREZ, K. Lipase-catalyzed biodiesel production and quality with *Jatropha curcas* oil: exploring its potential for Central America. **Journal of Biological Engineering**, 2015.

BUFFONI, A.; VOZZI, A.; GONZALEZ, D.M.; VIEGAS, H.; LATORRACA, A.; HOZBOR, A.; LEDESMA, A. e ABECIA, J.A. Melatonin modifies scrotal circumference but not plasma testosterone concentrations and semen quality of rams during the seasonal anestrus at 43°S. **Biological Rhythm Research**, 2015.

CAMARGO, J.A. e BERTOLUCCI, P.H.F. Quantification of amino acid neurotransmitters in cerebrospinal fluid of patients with neurocysticercosis. **The Open Neurology Journal**, vol. 9, p. 15-20, 2015.

CASAO, A.; CEBRIÁN, I.; ASUMPCÃO, M.E.; PÉREZ-PÉ, R.; ABECIA, J.A.; FORCADA, F.; CEBRIÁN-PÉREZ, J.A. e MUIÑO-BLANCO, T. Seasonal variations of melatonin in ram seminal plasma are correlated to those of testosterone and antioxidant enzymes. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v. 8, nº 59, 2010.

CASTIGLIONI, D.S.da.; OLIVEIRA, G.T.de. e BOND-BUCKUP, G. Dinâmica do desenvolvimento das gônadas de *Parastacus varicosus* (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). **Iheringia, Sér., Porto Alegre**, v. 96, nº 4, p. 413-417, 2006.

CHALMEH, A.; POURJAFAR, M.; NAZIFI, S.; MOMENIFAR, F. e MOHAMADI, M. Insulin resistance in different physiological state of high producing Holstein Dairy Cows. **Acta Scientiae Veterinariae**, vol. 43, nº 1255, 2015.

CHANG, S.K.; HAMAJIMA, H.; AMIN, I.; YANAGITA, T.; MOHD.ESA, N. e BAHARULDIN, M.T.H. Cytotoxicity effect of oil palm (*Elaeis guineensis*) kernel protein hydrolysates. **International Food Research Journal**, vol. 21, nº 3, p. 909-914, 2014.

CHATTERJEE, D.; KATEWA, S.D.; QI, Y.; JACKSON, S.A.; KAPAHI, P. e JASPER, H. Control of metabolic adaptation to fasting by dILP6-induced insulin signaling in *Drosophila* oenocytes. **PNAS**, vol. 111, nº 50, p. 17959-17964, 2014.

CIARAMELLA, V.; CHIANESE, R.; PARIANTE, P.; FASANO, S.; PIERANTONI, R. e MECCARIELLO, R. Expression analysis of GnRH 1 and GnRH 1 in spermatogenic cells of rat. **International Journal of Endocrinology**, 2015.

COSTA, D.A. da.; COLODO, J.C.N.; FERREIRA, G.D.G.; ARAÚJO, C.V. de. E MORREIRA, G.R. Uso da torta de dendê na alimentação de ruminantes. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, Umuarama, vol. 14, nº 2, p. 133-137, 2011.

COUNIS, R.; LAVERRIÈRE, J.N.; GARREL, G.; BLEUX, C.; COHEN-TANNOUDJI, J.; LERRANT, Y.; KOTTLER, M.L. e MAGRE, S. Gonadotropin-releasing hormone and the control of gonadotrope function. **Reprod. Nutr. Dev.**, vol. 45, p. 243-254, 2005.

COUROT, M. The effects of gonadotrophins on testicular function (spermatogenesis). **Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination**. Dublin, v. 5, p. 311-319, 1988.

DAHLAN, I.; ISLAM, M. e RAJION, M.A. Nutrient intake and digestibility of fresh, ensiled and pelleted oil palm (*Elaeis guineensis*) frond by goats. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, vol. 13, nº 10, p. 1407-1413, 2000.

DAMAS MSAKI, T.; CHENYAMBUGA, S.W.; NDEMANISHO, E.E. e KOMWIHANGILO, D.M. Evaluation of locally available feed resources for dairy goat feeding in Kongwa district, Tanzania. **Third Rurorum Biennial Meeting**, p. 571-576, 2012.

DEVENDRA, C. e LENG, R.A. Feed resources for animals in Asia: Issues, strategies for use, intensification and integration for increased productivity. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, vol. 24, nº 3, p. 303-321, 2011.

DIAS, J.C.; RAMOS, A.F.; ANDRADE, V.J.de.; EMERICK, L.L.; MARTINS, J.A.M. e SOUZA, F.A. Alguns aspectos da interação nutrição-reprodução em bovinos: energia, proteína, minerais e vitaminas. **PUBVET**, Londrina, vol. 4, nº 5, ed. 110, art. 738, 2010.

DÖNMEZ, N.; KARACA, F.; BELGE, F. e ATEŞ, C.T. The effects of melatonin application on some haematological parameters and thyroid hormones and testosterone in male goats'non-breeding season. **Veterinary Archive**, vol. 74, nº 4, p. 281-287, 2004.

EL-MOKADEM, M.Y.; TAHA, T.A.; SAMAK, M.A. e YASSEN, A.M. Alleviation of reproductive toxicity of gossypol using selenium supplementation in rams. **J. Anim. Sci.**, vol. 90, p. 3274-3285, 2015.

ERTL, P.; KLOCKER, H.; HORTENHUBER, S.; KNAUS, W. e ZOLLITSCH, W. The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Australian dairy farms. **Agricultural Systems Journal**, vol. 137, p. 119-125, 2015.

ETIM, N.A.N.A. Testicular and Epididymal Morphometric Characteristics: Viable indicators of reproductive ability of farm animals. **American Journal of Biomedical Science and Engineering**, vol. 1, nº 4, p. 39-44, 2015.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Statistical Compendium for raw hides and skins, leather and leather footwear 1993-2012, 2013.

FILIPPONI, D.; HOBBS, R.M.; OTTOLENGHI, S.; ROSSI, P.; JANNINI, E.A.; PANDOLFI, P.P. e DOLCI, S. Repression of kit expression by Plzf in germ cells. **Molecular and Cellular Biology**, vol. 27, nº 19, p. 6770-6781, 2007.

FISHER, D.A. Endocrinology – Test selection and interpretation. 4<sup>a</sup> ed., USA.

FLAK, J.N. e MYERS, M.G.Jr. CNS mechanisms of leptin action. **Mol Endocrinol Journal**, vol. 30, nº 1, p. 3-12, 2016.

- FOLEY, G.L. Overview of male reproductive pathology. **Toxicologic Pathology**, vol. 29, nº 1, p. 49-63, 2001.
- FONTANA, E.A.; WEAVER, W.D. e VAN KREY, H.P. Effects of various feeding regimens on reproduction in broiler-breeder males. **Poultry Science**, v. 69, p. 16-209, 1990.
- FRANÇA, L.R. e GODINHO, C.C. Testis morphometry seminiferous epithelium cycle length and daily sperm production in domestic cats. **Biology of Reproduction**, v. 68, p. 1554-1561, 2003.
- FRANÇA, L.R. e RUSSELL, L.D. The testis of domestic animals. In: REGADERA, J. and MARTÍNEZ-GARCIA ed. Male reproduction. **A multidisciplinary overview**. Churchill Livingstone, Madrid, p. 197-219, 1998.
- GIER, H.T. e MARION, G.B. Development of mammalian testis. In: JOHSON, A.D.; GOMES, W.R. and VANDERMARK, N.L. The testis, vol. 1, ed. Academic Press, cap. 1, p. 2-45, 1970.
- GOULETSOU, P.G. e FTHENAKIS, G.C. Clinical evaluation of reproductive ability of rams. **Small Ruminant Research**, v. 92, p. 45-51, 2010.
- GÜNDOĞAN, T. e SERTESER, M. Some reproductive parameters and biochemical properties in Akkaraman and Awassi Rams. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.**, vol. 29, p. 595-599, 2005.
- HAFEZ, B. e HAFEZ, E.S.E. Reprodução Animal. 7ª edição, Editora Manole, SP, 2004.
- HERMUCHE, P.; GUIMARÃES, R.F.; CARVALHO, O.A.; GOMES, R.A.T.; PAIVA, S.R. e McMANUS, C.M. Environmental factors that affects sheep production in Brazil. **Journal of Applied Geography**, vol. 44, p. 172-181, 2013.
- HOYA, M.P.G.de la.; RAMIREZ, J.A.T.; CONTRERAS, P.R.; DIAZ, C.E.P.; SAUCEDO, O.R. e SAUCEDO, J.S.Q. Role of leptin in cattle production: Review. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, vol 14, nº 4, p. 81-90, 2015.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal, Rio de Janeiro, vol. 41, p. 1-108, 2013.
- ILYASU, D.; CHIEZEY, N.P.; RWUAAN, J.S.; ATE, I.U.; AJANUSI, J.O.; OKUBANJO, O.O. e BAWA, E.K. Effects of experimental *Fasciola gigantica* Infection on serum testosterone profiles in relationship to semen characteristics of Yankasa ram. **International Journal of Animal and Veterinary Advances**, vol. 5, nº 5, p. 143-149, 2014.
- JIBRIL, A.; ATE, I.U.; REKWOT, P.I. e OSUHOR, C.U. Effect of graded levels and sources of protein on scrotal circumference and semen profile of Yankasa rams. *Sokoto Journal of Veterinary Science*, vol. 9, nº 1, 2011.
- JOHNSON, L.; THOMPSON Jr., D.J. e VARNER, D.D. Role of Sertoli cell number and function on regulation of spermatogenesis. **Animal Reproduction Science**, vol. 201, p. 23-51, 2008.
- JOHNSON, L.; VARNER, D.D.; ROBERTS, M.E.; SMITH, T.L.; KEILLOR, G.E. e SCRUTCHFIELD, W.L. Efficiency of spermatogenesis: A comparative approach. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 60, p. 471-480, 2000.
- JÚNIOR, J.M.S.; HOLANDA, F.S. e BARACAT, E.C. Melatonina e puberdade. Quais as evidências. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, vol. 30, no 10, p. 483-500, 2008.
- JUNIOR, O.A.C.; LUCCI, C.M.; McMANUS, H.L.; MARTINS, R.D. e AMORIM, C.A. Morphological evaluation of the testicle of young Santa Inês rams submitted to different regimes of protein supplementation and drenching. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, nº 2, p. 433-441, 2008.

- KABAGAMBE, E.K.; ORDOVAS, J.M.; HOPKINS, P.N.; TSAI, M.Y. e ARNETT, D.K. The relation between erythrocyte trans fat and triglyceride, VLDL and HDL-cholesterol concentrations depends on polyunsaturated fat. **PlosOne**, vol. 7, n° 10, 2012.
- KALMATH, G.P.; SWAMY, M.N. e YATHIRAJ, S. Effect of summer stress and supplementation of vitamin E and selenium on serum lipid profile in Hallikar cattle. **International Journal of Science and Research**, vol. 4, n° 9, 2013.
- KANDIEL, M.M.M.; EI-KHAIAT, H.M. e MAHMOUD, K.G.M. Changes in some hematobiochemical and hormonal profile in Barki Sheep with various reproductive statuses. **Small Ruminant Research**, vol. 136, p. 87-95, 2016.
- KAYA, A. e MEMILI, E. Sperm macromolecules associated with bull fertility. **Animal Reproduction Science**, 2016.
- KENAGY, G.J. e TROMBULAK, S.C. Size and function of mammalian testis in relation to body size. **J. Mamm.**, v. 67, n° 1, p. 1-22, 1986.
- KESSLER, E.C.; GROSS, J.J. e BRUCKMAIER, R.M. Different adaptation of IGF-I and its IGFBPs in dairy cows during a negative energy balance in early lactation and a negative energy balance induced by feed restriction in mid-lactation. **Veterinary Medicina**, vol. 58, n° 9, p. 459-467, 2013.
- KHAN, K.M.H.; AHMED, K.A.; AHMAD, E.H. e OMAR, C.A. Study of some serum biochemical parameters of Karadi sheep in Sulaimani city, Iraq. **Res. Opin. Anim. Vet. Sci.**, vol. 3, n° 12, p. 443-446, 2013.
- KIM, K.J.; KIM, B.G.; KIM, Y.H.; LEE, Y.A.; KIM, B.J.; JUNG, S.E.; CHO, Y.J.; LEE, S.H. e RYU, B.Y. *In vitro* spermatogenesis using bovine testis tissue culture techniques. **Tissue Engineering and Regenerative Medicine**, vol. 12, n° 5, p. 314-323, 2015.
- KLEIN, B.G. Cunningham Tratado de Fisiologia Veterinária. 5ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- KNOBIL, E. e NEILL, J.D. Knobil and Neill's Physiology of Reproduction, 3ª ed., vol. 1, Birmingham, Alabama, 3230 p, 2006.
- KOTANI, M.; KATAGIRI, F.; HIRAI, T. e KAGAWA, J. Plasma kisspeptin levels in male cases with hypogonadism. **Endocrine Journal**, 2014.
- LARSON, J.L. e MILLER, D.J. Can relative spermatozoal galactosyltransferase activity be predictive of dairy bull fertility? **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 2473-2479, 2000.
- LEE, Y.S.; LEE, S.; LEE, S.H.; YANG, B.K. e PARK, C.K. Effect of cholesterol-loaded-cyclodextrin on sperm viability and acrosome reaction in boar semen cryopreservation. **Animal Reproduction Science**, vol. 159, p. 124-130, 2015.
- LEHNINGER, L.; NELSON, D.L. e COX, M.M. Principles of Biochemistry, 5ª ed. New York: Basingstoke, 1294 p, 2008.
- LI, C. e ZHOU, X. Melatonin and male reproduction. **Clinica Chimica Acta**, 2015.
- LIU, Q.; ZHOU, Y.F.; DUAN, R.J.; WEI, H.K.; JIANG, S.W. e PENG, J. Effects of dietary n-6:n-3 fatty acid ratio and vitamin E on semen quality, fatty acid composition and antioxidant status in boars. **Animal Reproduction Science**, vol. 162, p. 11-19, 2015.
- LIU, Z.; OYOLA, M.G.; ZHOU, S.; CHEN, X.; LIAO, L.; TIEN, J.C.Y.; MANI, S.K. e XU, J. Knockout of the histone demethylase Kdm3b decreases spermatogenesis and impairs male sexual behaviors. **International Journal of Biological Science**, vol. 11, n° 12, p. 1447-1457, 2015.



LOH, T.C.; FOO, H.L.; TAN, B.K. e JELAN, Z.A. Effects of palm kernel cake on performance and blood lipids in rats. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.**, vol. 15, nº 8, p. 1165-1169, 2002.

MAIA, M.S. da.; BICUDO, S.D.; SICHERLE, C.C.; RODELLO, L.; GALLEGU, I.C.S. Lipid peroxidation and generation of hydrogen peroxide in frozen-thawed ram semen cryopreserved in extenders with antioxidants. **Animal Reproduction Science**, vol. 122, p. 118-123, 2010.

MAKKAR, H.P.S. Sustainable increase in livestock productivity in developing countries through efficient utilization of feed resources. **Cuban Journal of Agricultural Science**, vol. 48, nº 1, p. 55-58, 2014.

MAKSIMOVIĆ, N.; HRISTOV, S.; STANKOVIĆ, B.; PETROVIĆ, M.P.; MEKIĆ, C.; RUŽIĆ-MUSLIĆ, D. e CARO-PETROVIĆ, V. Investigation of serum testosterone level, scrotal circumference, body mass, semen characteristics, and their correlations in developing MIS lambs. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.**, vol. 40, p. 53-59, 2016.

MAKSIMOVIĆ, N.; HRISTOV, S.; STANKOVIĆ, B.; PETROVIĆ, M.P.; MEKIĆ, C.; RUŽIĆ-MUSLIĆ, D. e CARO-PETROVIĆ, V. Investigation of serum testosterone levels, scrotal circumference, body mass, semen characteristics, and their correlations in developing MIS lambs. **Journal of Veterinary and Animal Science**, vol. 40, p. 53-59, 2016.

MANDAL, R.; BADIYAKAR, D. e CHAKRABARTY, J. Role of membrane lipid fatty acids in sperm cryopreservation. **Advances in Andrology**, 2014.

MANEERAT, W.; PRASANPANICH, S.; TUMWASORN, S.; LAUDADIO, V. e TUFARELLI, V. Evaluating agro-industrial by-products as dietary roughage source on growth performance of fattening steers. **Saudi Journal of Biological Science**, vol. 22, p. 580-584, 2015.

MANKU, G. e CULTY, M. Dynamic changes in the expression of apoptosis-related genes in differentiating gonocytes and in seminomas. **Asian Journal of Andrology**, vol. 17, p. 403-414, 2015.

MANKU, G. e CULTY, M. Mammalian gonocyte and spermatogonia differentiation: recent advances and remaining challenges. **Reproduction**, vol. 149, p. 139-157, 2015.

MAXIE, M.G. Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of Domestic Animals, 6<sup>a</sup> ed., vol. 3, editor Elsevier Health Sciences, 2456 p., 2015.

MEIKLE, A.; KULCSAR, M.; CHILLIARD, Y.; FEBEL, H.; DELAVAUD, C.; CAVESTANY, D. e CHILIBROSTE, P. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. **Journal of Society for Reproduction and Fertility**, vol. 127, p. 727-737, 2004.

MENEGASSI, S.R.O.; BARCELLOS, J.O.J.; BORGES, J.B.S.; CANOZZI, M.E.A.; PERIPOLLI, V.; JÚNIOR, C.K.; LOPES, F.G. e CERVO, H.J. Breeding soundness examination: Understanding the causes of examination failure in young and mature rams. **Int. J. Plant. Anim. Sci.**, vol. 2, nº 2, p. 98-104, 2014.

MISZTAL, T.; ROMANOWICZ, K. e BARCIKOWSKI, B. Melatonin – a modulator of the GnRH/LH axis in sheep. **Reproductive Biology**, vol. 2, nº 3, 2002.

MOCÉ, E.; PURDY, P.H. e GRAHAM, J.K. Treating ram sperm with cholesterol-loaded cyclodextrins improves cryosurvival. **Animal Reproduction Science**, vol. 118, p. 236-247, 2010.

MOHAMMADZADEH, S.; ABASI, M.; TAVAFI, M. e KIANI, A. Reproductive efficiency of an indigenous Iranian goat (*Capra hircus*). **Animal Research International**, v. 10, nº 2, p. 1723-1729, 2013.

- MOLIK, E. e BLASIAK, M. The role of melatonin and bromocriptine in the regulation of prolactin secretion in animals – A Review. **Ann. Animal Science**, vol. 15, nº 4, p. 849-860, 2015.
- MOREIRA, M.K. e RODRIGUES, S.A. Influence of seasonality on mammals reproduction. **Research and Reviews: Journal of Zoological Science**, vol. 4, nº 1, 2016.
- MOURA, A.A. Seminal plasma proteins and fertility indexes in the bull: The case for osteopontin. **Anim. Reprod.**, v. 2, nº 1, p. 3-10, 2005.
- MUHAMMAD, N.; ALJAMEEL, K.M.; MAIGANDI, S.A. e ABUBAKAR, I.A. Assessment of testicular traits of Uda rams fed graded levels of *Parkia Biglobosa* (African locust bean) fruit pulp in dry sub-humid zone of Nigeria. **International Educational Scientific Research Journal**, vol. 2, nº 2, 2016.
- NABARRO, D. e WANNOUS, C. The potencial contribution of livestock to food and nutrition security the application of the one health approach in livestock policy and practice. **Rev. Sci. Tech. Of Int. Epiz.**, p. 475-485, 2014.
- NGALLE, H.B.; BELL, J.M.; NGANDO-EBONGUE, G.F.; EMAN-EVIRA, H.; NTSOMBOH, G.N. e NSIMI-MVA, A. Morphogenesis of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) fruit in seed development. **Journal of Life Science**, vol. 8, p. 946-954, 2014.
- NORDI, E.C.P.; COSTA, R.I.D.; DAVID, C.M.G.; PARREN, G.A.E.; FREITAS, A.C.B.; LAMEIRINHA, L.P.; KATIKI, L.M.; BUENO, M.S.; QUIRINO, C.R.; GAMA, P.E.; BIZZO, H.R. e CHAGAS, A.C.S. Supplementation of moist and dehydrated citrus pulp in the diets of sheep artificially and naturally infected with gastrointestinal nematodes on the parasitological parameters and performance. **Veterinary Parasitology Journal**, vol. 205, p. 532-539, 2014.
- NUNES, A.S.; OLIVEIRA, R.L.; BORJA, M.S.; BAGALDO, A.R.; MACOME, F.M.; JESUS, I.B.; SILVA, T.M.; BARBOSA, L.P. e GARCEZ NETO, A.F. Consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de cordeiros submetidos a dietas com torta de dendê. **Arch. Zootec.** V. 60, nº 232, p. 903-912, 2011.
- O'DONNELL, L.; ROBERTSON, K.M.; JONES, M.E. e SIMPSON, E.R. Estrogen and spermatogenesis. **Endocrine Reviews**, v. 22, p. 289-318, 2001.
- OCHOA, J.J.; QUILES, J.L.; RAMÍREZ-TORTOSA, M.C.; MATAIX, J. e HUERTAS, J.R. Dietary oils high in oleic acid but with different unsaponifiable fraction contents have different effects in fatty acid composition and peroxidation in rabbit LDL. **Applied Nutritional Investigation**, vol. 18, nº 1, p. 60-65, 2002.
- OLIVARES, C.C.S.; FONSECA, J.F.da.; CAMARGO, L.S.A.de.; SOUZA-FABJAN, J.M.G. de.; RODRIGUES, A.L.R. e BRANDÃO, F.Z. Comparison of different methods of goat sperm selection and capacitation for optimization of assisted reproductive. **Small Ruminant Research**, vol. 127, p. 44-49, 2015.
- OSOSANYA, T.O., ADEWUMI, M.K., OYEYEMI, M.O. e ADEOSUN, A.O. Semen characteristics of pubertal West Africa dwarf rams fed pineapple waste silage as replacement for dried cassava peel. **African Journal of Agricultural Research**, vol. 9, nº 4, p. 501-506, 2014.
- PANAHI, B.Q.; TAJIK, P.; MOVAHEDIN, M.; MOGHADDAM, G. e GERANMAYEH, M.H. Study of insulin-like growth factor 1 effects on bovine type A spermatogonia proliferation and viability. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, vol. 38, p. 693-698, 2014.
- PARK, W.J.; PARK, B.J.; SONG, Y.J.; LEE, J.B.; PARK, S.Y.; SONG, C.S.; LEE, S.W.; JANG, Y.G.; KIM, H.M.; HAN, J.H.; JUNG, C.H. e CHOI, I.S. Induction of immunocastration in pre-pubertal boars immunized with recombinant gonadotropin-releasing hormone conjugated with *Salmonella* Typhimurium flagellin fljB. **Japanese Journal of Veterinary Research**, vol. 63, nº 2, p. 73-81, 2015.

PAULI, J.R.; CINTRA, D.E.; SOUZA, C.T. de. e ROPELLE, E.R. Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, vol. 53, nº 4, 2009.

PETROVIC, M.P.; PETROVIC, C.; MUSLIC, D.R.; MAKSIMOVIC, N.; ILIC, Z.; MILOSEVIC, B. e STOJKOVIC, J. Some important factors affecting fertility in sheep. **Biotechnology in Animal Husbandry**, vol. 28, nº 3, p. 517-528, 2012.

PIMENTEL, L.R.; SILVA, F.F. da.; SILVA, R.R.; SCHIO, A.R.; RODRIGUES, E.S.O. e OLIVEIRA, P.A. Feeding behavior of lactating cows fed palm kernel cake in the diet. **Acta Sci., Anim. Sci.** Vol. 37, nº 1, 2015.

PIMENTEL, P.G.; PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.de.; MIZUBUTI, I.Y.; REGADAS FILHO, J.G.L. e MAIA, I.S.G. Intake, apparent nutrient digestibility and ingestive behavior of sheep fed cashew nut meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 40, nº 5, p. 1128-1133, 2011.

PINTUS, E.; SANTAELLA, J.L.R. e GARDE, J.J. Beyond testis size: links between spermatogenesis and sperm traits in a seasonal breeding mammal. **PLoS One**, vol. 10, nº 10, 2015.

PRATES, E.G.; NUNES, J.T. e PEREIRA, R.M. A role of lipid metabolism during cumulus-oocyte complex maturation: Impact of lipid modulators to improve embryo production. **Mediators of Inflammation**, 2014.

PRESTON, B.T.; STEVENSON, I.R.; LINCOLN, G.A.; MONFORT, S.L.; PILKINGTON, J.G. e WILSON, K. Testes size, testosterone production and reproductive behavior in a natural mammalian mating system. **Journal of Animal Ecology**, vol. 81, p. 296-305, 2011.

RAHMAN, M.Z.; ERSHADUZZAMAN, M.; HUQUE, K.S. e ALI, M.Y. Trend of livestock population and nutritional evaluation of available feed resources in coastal areas of Noakhali district. **Bang. Journal of Animal Science**, v. 43, nº 3, p. 213-217, 2014.

RODRIGUES, M.H.; COSTA, D.S. e FONSECA, F.A. Proliferation of seminiferous epithelium cells during the postnatal development in goats. **Animal Reproduction Science**, vol. 135, p. 25-30, 2015.

RODRIGUES, R.T.G.A.; SANTOS, J.R.S.; AZERÊDO, L.M.S.; ROCHA, E.F.; CARVALHO, M.A.M.; PORTAL, M.J.I.D.; SOUSA, O.B. e MENEZES, D.J.A. Influence of scrotal bipartition on spermatogenesis yield and sertoli cell efficiency in sheep. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 36, nº 4, p. 258-262, 2016.

RUAS, J.R.M.; BRANDÃO, F.Z.; SILVA FILHO, J.M.; BORGES, A.M.; PALHARES, M.S.; CARVALHO, B.C. e BORGES, L.E. Indução do estro no pós-parto em vacas primíparas Holandês-Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol. 57, nº 4, p. 476-484, 2005.

RUSSEL, L.D.; ETTLIN, R.A.; SINHA HIKIN, A.P. e CLEGG, E.D. Histological and histopathological evaluation of the testis: Cache River Press, p. 289, 1990.

SALARVANDIAN, M.; TAJIK, P. e BARIN, A. Effects of gonadotropin releasing hormone (GnRH) on sheep spermatogonial stem cells proliferation co-cultured with Sertoli cells. **Research Opinion in Animal and Veterinary Science**, vol. 5, nº 7, p. 314-319, 2015.

SÁNCHEZ, A.G.; ROSALES-TORRES, A. e AGUILAR, C.G.G. Neuroendocrine effects of insulin, IGF-I and leptin on the secretion of the gonadotropin-releasing hormone (GnRH). **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, vol. 15, Sup. 1, p. 79-90, 2012.

SANTOS, R.C. dos; ALVES, K.S.; MEZZOMO, R.; OLIVEIRA, L.R.S.; CUTRIM, D.O.; GOMES, D.I.; LEITE, G.P. e ARAÚJO, M.Y.S. Performance of feedlot lambs fed palm kernel cake-based diets. **Journal of Trop. Anim. Health Prod.**, vol. 48, p. 367-372, 2015.

- SHARMA, R.K.; BHAT, R.A.; GOYAL, A.K. e BHARDWAJ, J.K. Germ cells apoptosis during spermatogenesis in mammals. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, vol. 3, nº 3, p. 506-515, 2015.
- SHARMILA, A.; ALIMON, A.R.; AZHAR, K.; NOOR, H.M. e SAMSUDIN, A.A. Improving nutritional values of palm kernel cake (PKC) as poultry feeds: A review. **Mal. J. Anim. Sci.**, vol. 17, nº 1, p. 1-18, 2014.
- SHARMILA, A.; ALIMON, A.R.; AZHAR, K.; NOOR, H.M. e SAMSUDIN, A.A. Improving nutritional values of palm kernel cake (PKC) as poultry feed. A review. **Malaysian Journal of Animal Science**, vol. 17, p. 1-18, 2014.
- SILVA, G.R.; GARCIA, A.R.; FATURI, C.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; NAHÚM, B.S.; GONÇALVES, A.A.; KAWHAGE, P.R.; SILVA, L.H.M. e MENESES, A.M.C. Adição de óleo de palma na dieta sobre a lipidemia e a qualidade do sêmen de bubalinos (*Bubalus bubalis*). Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, vol. 66, no 1, p. 152-160, 2014.
- SITZIA, M.; BONANNO, A.; TODARO, M.; CANNAS, A.; ATZORI, A.S.; FRANCESCONI, A.H.D. e TRABALZA-MARINUCCI, M. Feeding and management techniques to favour summer sheep milk and cheese production in the Mediterranean environment. **Small Ruminant Research**, vol. 126, p. 43-58, 2015.
- SLIWOWSKA, J.H.; FERGANI, C.; GAWALEK, M.; SKOWRONSKA, B.; FICHNA, P. e LEHMAN, M.N. Insulin: Its role in the central control of reproduction. **Physiology & Behavior Journal**, 2014.
- TUFARELLI, V.; INTRONA, M.; CAZZATO, E.; MAZZEI, D. e LAUDADIO, V. Suitability of partly destoned exhausted olive cake as by-product feed ingredient for lamb production. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 872-877, 2013.
- UCHENDU, C.N.; EZEASON, D.N.; OBIDIKE, I.R.; ODO, R.I.; FRANCIS, B. e EJEMBI, J.P.I. The influence of natural unilateral cryptorchidism on sperm reserves and haematology of West African Dwarf (WAD) goats. **Journal of Agriculture and Veterinary Science**, vol. 8, nº 12, p. 21-28, 2015.
- VASTA, V.; NUDDA, A.; CANNAS, A.; LANZA, M. e PRIOLO, A. Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. **Animal Feed Science and Technology Journal**, vol. 147, p. 223-246, 2008.
- VERSTHEYHE, S.; KLAPROTH, B.; BORUP, R.; PALSGAARD, J.; JENSEN, M.; GRAY, S.G. e MEYTS, P. de. IGF-I, IGF-II, and insulin stimulate different gene expression responses through binding to the IGF-I receptor. **Frontiers in Endocrinology**, vol. 4, nº 98, 2013.
- WAHAB, F.; SHAHAB, M. e BEHR, R. The involvement of gonadotropin inhibitory hormone and kisspeptin in the metabolic regulation of reproduction. **Journal of Endocrinology**, vol. 225, nº 2, p. 49-66, 2015.
- WOLFE, A.; DIVALL, S. e WU, S. The regulation of reproductive neuroendocrine function by insulin and insulin-like growth factor-1 (IGF-1). **Front. Neuroendocrinol Journal**, 2014.
- WROBEL, K.H.; REICHHOLD, J. e SCHIMMEL, M. Quantitative morphology of the ovine seminiferous epithelium. **Annals of Anatomy**, vol. 177, nº 1, p. 19-32, 1995.
- WYNNE, D.J.; ROG, O.; CARLTON, P.M. e DERNBURG, A.F. Dynein-dependent processive chromosome motions promote homologous pairing in *C. elegans* meiosis. **The Journal of Cell Biology**, vol. 196, nº 1, p. 47-64, 2012.
- XUN, W.; SHI, L.; CAO, T.; ZHAO, C.; YU, P.; WANG, D.; HOU, G. e ZHOU, H. Dual functions in response to heat stress and spermatogenesis: Characterization of expression profile of small heat shock proteins 9 and 10 in goat testis. **BioMed. Research International**, vol. 2015, 2015.

YANG, D.Y.; CHANG, C.J.; PEH, H.C. e CHEN, M.T. Anti-peroxidation effects of vitamin E on low density lipoprotein and milk fat globule membrane of lactating goats: in vivo versus metal ion challenge in vitro. **Comparative Biochemistry and Physiology**, part A, n° 139, p. 11-20, 2004.

YAO, W.; LI, Y.; LI, B.; LUO, H.; XU, H.; PAN, Z.; XIE, Z. e LI, Q. Epigenetic regulation of bovine spermatogenic cell-specific gene boule. **PLoS One**, vol. 10, n° 6, 2015.

YOSHIDA, S. Stem cells in mammalian spermatogenesis. **Develop. Growth Differ.**, vol. 52, p. 311-317, 2010.

YOTOV, S.A.; ATANASOV, A.S. e ILIEVA, Y.Y. Relationship of some blood serum parameters with reproductive performance of Bulgarian Murrah buffaloes after hormonal treatment during the early postpartum (Preliminary study). **J. Vet. Adv.**, vol. 3, n° 5, p. 160-164, 2013.

ZINI, A. e AGARWAL, A. Spermatogenesis: An overview. **Biological and Clinical Applications in Male Infertility and Assisted Reproduction**, 2014.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Determinação dos componentes testiculares

**Fórmula cilíndrica segundo BAILEY et al., (1996):**

$$VT = 2 \left[ \left( \frac{l \text{ larg.}}{2} \right)^2 * \pi * \text{comp.} \right], \text{ onde } \pi = 3.14$$

**VT** – volume testicular;

**larg.** – largura do testículo;

**comp.** – comprimento do testículo.

**Fórmula da forma dos testículos de acordo com UNANIAN et al., (2000):**

$$f = \frac{l \text{ larg.}}{\text{comp}}, \text{ onde:}$$

**f** – forma;

**larg** – largura do testículo;

**comp** – comprimento do testículo.

**Determinação dos componentes do parênquima testicular**

$$vcpt = \frac{vp * pcp}{100}, \text{ onde:}$$

**vcpt** – representa volume do componente do parênquima testicular;

**vp** – volume do parênquima testicular;

**pcp** – porcentagem do componente do parênquima testicular.

**Comprimento total dos túbulos seminíferos (CTT):**

$$CTT = \frac{vts}{\pi r^2}, \text{ onde: } r = \frac{DT}{2};$$

**CTT** – comprimento total dos túbulos seminíferos;

**DT** – diâmetro tubular;

**vt<sub>s</sub>** – volume total dos túbulos seminíferos (mL = cm<sup>3</sup>);

$\pi r^2$  - área da base correspondente à área da secção transversal do túbulo seminífero;

**Nota:** o resultado do comprimento total de túbulos seminíferos, para cada animal foi expresso em metros.

#### **Determinação do índice leydigossomático (ILS):**

$$ILS = \frac{vtcl}{pc} * 100, \text{ onde:}$$

**ILS** – índice leydigossomático;

**vtcl** – volume total de células de Leydig;

**pc** – peso corporal

**Nota:** os resultados final do ILS é expresso em percentagem.

#### **Índice gonadossomático (IGS) segundo KENAGY e TROMBULAK (1986):**

$$IGS = \frac{PG}{PC} * 100, \text{ onde:}$$

IGS - índice gonadossomático dado em percentagem;

PG - indica o somatório do peso das duas gônadas em gramas;

PC - peso corporal também expresso em gramas.

#### **Volume dos túbulos seminíferos (VTS):**

$$VTS = \frac{vlt}{PC} * 100$$

**VTS** – volume dos túbulos seminíferos;

**VLT** – volume líquido do testículos;

**TS** – túbulos seminíferos.



**ÍNDICE TUBULOSSOMÁTICO (ITS):**

$$ITS = \frac{VTS}{PC} * 100$$

**ITS** – índice tubulossomático;

**VTS** – volume dos túbulos seminíferos;

**PC** – peso corporal.

**Determinação do comprimento de túbulos seminíferos em metros por grama de testículo (CTS/GT) por grama do testículo:**

$$CTS / GT = \frac{CTT}{PG}$$

**CTS/GT** - comprimento de túbulos seminíferos em metros por grama de testículo;

**CTT** - comprimento dos túbulos seminíferos (m);

**PG** – peso das 2 gônadas (g).

**APÊNDICE B** – Determinação da concentração espermática segundo (CBRA, 2013)

$$N^{\circ} SPTZ = \frac{A}{\frac{1}{10} * \frac{N}{25} * \frac{1}{B}}, \text{ onde:}$$

**N° SPTZ** – número de espermatozoides.

**A** – número de espermatozoides contados nos dois retículos (média).

**B** – fator de diluição (ex: 1:20 = 20; 1:50 = 50; 1:200 = 200; 1:400 = 400).

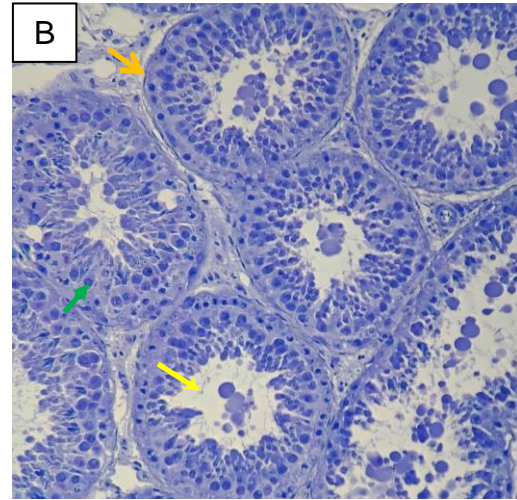
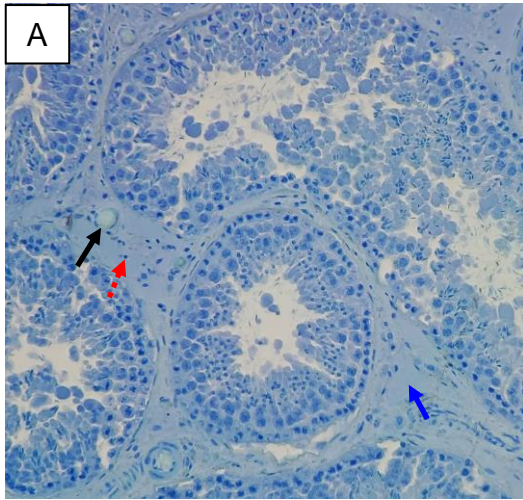
**N** – número de quadrados grandes contados – superfície contada (10 quadrados);

**1/10** – altura da câmara (0.1 mm).

**1/25** – área total de um retículo.

Nota: como o valor encontrado representava a concentração em mm<sup>3</sup>, foi multiplicado por 1000 para se obter concentração em mL.

**APÊNDICE C** – Aspectos histológicos de segmentos tubulares avaliados em cordeiros de raça Santa Inês



→ vaso sanguíneo

→ Tecido conjuntivo

→ Epitélio germinativo

→ Células de Leydig

→ Lúmen

→ Túnica própria