



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇA E QUALIDADE DE CARNE DE CORDEIROS
ALIMENTADOS COM SILAGEM À BASE DE PALMA FORRAGEIRA E TORTA DE
ALGODÃO**

IARA TAMIRES RODRIGUES CAVALCANTE

**AREIA
2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇA E QUALIDADE DE CARNE DE CORDEIROS
ALIMENTADOS COM SILAGEM À BASE DE PALMA FORRAGEIRA E TORTA
DE ALGODÃO**

IARA TAMIRES RODRIGUES CAVALCANTE

**AREIA
2021**

IARA TAMIRES RODRIGUES CAVALCANTE

**CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DE CARNE DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM SILAGEM À BASE DE PALMA
FORRAGEIRA E TORTA DE ALGODÃO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

Área de concentração: Produção de ruminantes

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Wandrick Hauss de Sousa (EMPAER) - Orientador principal

Prof. Dr. Paulo Sérgio de Azevedo (CCA-UFPB) - Segundo orientador

Prof. Dr. Marcílio Fontes Cezar (CSTR-UFCG) -Terceiro Orientador

**AREIA
2021**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C376c Cavalcante, Iara Tamires Rodrigues.

Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros alimentados com silagem à base de palma forrageira e torta de algodão / Iara Tamires Rodrigues Cavalcante. - Areia, 2021.

122 f. : il.

Orientação: Wandrick Hauss de Sousa.

Coorientação: Marcílio Fontes Cezar, Paulo Sérgio de Azevedo.

Tese (Doutorado) - UFPE/CCA.

1. Concentrado fibroso. 2. Correlação. 3. Nopalea cochenillifera. 4. Peso da Carcaça. 5. Silagem de ração completa. 6. Visceras comestíveis. I. Sousa, Wandrick Hauss de. II. Cezar, Marcílio Fontes. III. Azevedo, Paulo Sérgio de. IV. Título.

UFPE/CCA-AREIA

CDU 636 (043.2)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
UFPB – UFC**

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

TÍTULO: “CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DE CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM SILAGEM À BASE DE PALMA FORRAGEIRA E TORTA DE ALGODÃO”

AUTORA: IARA TAMIRES RODRIGUES CAVALCANTE

ORIENTADOR: Prof. Dr. Wandrick Hauss de Sousa

J U L G A M E N T O

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Wandrick Hauss de Sousa
Presidente
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Prof. Dr. José Morais Pereira Filho
Examinador
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Prof. Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros
Examinador
Instituto Nacional do Semiárido – INSA

Prof. Dr. Felipe Queiroga Cartaxo
Examinador
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

Prof. Dr. José Lindenberg Rocha Sarmiento
Examinador
Universidade Federal do Piauí - UFPI

Areia, 30 de agosto de 2021

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

IARA TAMIRES RODRIGUES CAVALCANTE- filha de Maria Auxiliadora Rodrigues Cavalcante e José Gilberto Cavalcante de Lima, nasceu no dia 19 de outubro de 1992 na cidade de Triunfo, Pernambuco. Em março de 2010 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada-PE, concluindo em agosto de 2015. Em março de 2016 iniciou o Mestrado Acadêmico no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos-PB, cuja conclusão ocorreu em fevereiro de 2018. Em março de 2018 deu início ao Doutorado no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Área de concentração em Produção de Ruminantes, na Universidade Federal da Paraíba-UFPB, concluindo-o em agosto de 2021.

“Comigo funciona mais na transpiração do que na inspiração. Eu faço todas as músicas durante um dia [...] mas a música tem a minha idade inteira mais um dia. Você que pensa que é um dia só.”

Belchior

A meu avô, Antônio Pedro “Bodeiro” (*in memoriam*)
que enraizou o seu ofício em minhas veias.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me proteger e guardar em todos os momentos.

A minha família, Auxi, Beto, Sara e Tereza pelo apoio e confiança.

A Dyennes por toda paciência e incentivo.

Ao meu orientador, Dr. Wandrick Hauss pelos conhecimentos, orientação, competência e exemplo de profissionalismo.

A professora Dra. Juliana Silva de Oliveira e ao professor Dr. Edson Mauro pela oportunidade concedida de colaborar com esta pesquisa.

Aos professores Dr. Paulo Sérgio, Dra. Neila, Dr. Felipe e Dr. João Paulo pelos ensinamentos e contribuições.

Aos presentes que Deus colocou em meu caminho durante a trajetória: Danillo, Yasmim, Naysson, Maylane, Patrícia, Fernanda, Larissa, Aianne, Rafael, Yohana, Anna Neusa, Anderson e Jhonatan, por todo carinho, cuidado, companheirismo, auxílio e partilha de momentos.

Aos meus amigos Danubia, Robson e Ian que sempre foram presentes apoiando-me e que tornam minha vida mais feliz e iluminada.

Aos funcionários da EMPAER (Tacima e Soledade) e aos membros do Laboratório de Avaliação de Produtos de Origem Animal da UFPB.

Ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade de realização do doutorado.

À CAPES, pelo incentivo à pesquisa e concessão da bolsa de estudo.

CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DE CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM SILAGEM À BASE DE PALMA FORRAGEIRA E TORTA DE ALGODÃO

RESUMO GERAL

O estudo objetivou avaliar características de carcaça, qualidade de carne e o rendimento de constituintes não carcaça de cordeiros alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira. Foram utilizados 32 cordeiros inteiros mestiços de Dorper com idade inicial de 120 dias e peso médio de $17 \pm 1,5$ kg. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (0, 20, 25 e 30% de inclusão de torta de algodão) e oito repetições. Os dados foram comparados utilizando contrastes ortogonais, que quando significativos pelo teste de Dunnett, foram submetidos a análise de regressão simples a 5% de probabilidade. As variáveis biométricas foram submetidas a análise de componentes principais, correlações de Pearson e utilizadas no desenvolvimento da equação de previsão de características de carcaça através de análise de regressão a 5% de probabilidade. Os dados métricos foram submetidos a análise discriminante canônica para identificar as variáveis que melhor discriminam os tratamentos e construir uma função. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) sobre as características de carcaça, peso e rendimento dos cortes comerciais, peso dos órgãos comestíveis e não comestíveis, composição tecidual, pH, temperatura, cor, perdas por cocção, umidade e teor de proteína da carne dos cordeiros. Dentre as variáveis biométricas estudadas pelas análises multivariadas, 6 medidas corporais se ajustam ($P < 0,05$) às equações de predição do peso ao abate, peso de corpo vazio, peso de carcaça quente, peso de carcaça fria, rendimento de carcaça quente, rendimento de carcaça fria, área de olho de lombo e peso de vísceras comestíveis, sugerindo que produtores que não possuem balança e queiram usar a dieta experimental podem prever a produção de carne a partir das medidas biométricas utilizando as equações geradas neste estudo. As variáveis com maior poder discriminatório entre os tratamentos, selecionadas com base nos coeficientes canônicos padronizados foram profundidade do tórax (com maior poder discriminatório pelo método *stepwise*), altura de cernelha e largura da perna. As duas primeiras variáveis canônicas foram suficientes para explicar 73% e 20% da variação total dos dados. A inclusão de até 30% de torta de algodão na silagem à base de palma forrageira pode ser usada na terminação de cordeiros sem prejudicar a produção de carne em confinamento.

Palavras-chave: concentrado fibroso; correlação; *Nopalea cochenillifera*; peso de carcaça; silagem de ração completa; vísceras comestíveis

CARCASS TRAITS AND QUALITY OF LAMB MEAT FED WITH SILAGE BASED ON SPINELESS CACTUS AND COTTON PIE

ABSTRACT

The study aimed to evaluate carcass traits, meat quality and the yield of non-carcass constituents of lambs fed complete diet silage based on spineless cactus. Thirty-two crossbred Dorper lambs with initial age of 120 days and average initial live weight of 17 ± 1.5 kg were used. The experiment was carried out in a completely randomized design with four treatments (0, 20, 25 and 30% inclusion of cotton cake) and eight replications. Data referring to each treatment were compared using orthogonal contrasts, which when significant by Dunnett's test, were submitted to simple regression analysis at 5% probability. The biometric variables were subjected to principal component analysis, Pearson correlations and used in the development of the carcass traits prediction equation through regression analysis at 5% probability. Morphometric and biometric data were submitted to canonical discriminant analysis to identify the variables that best discriminate the treatments and build a discriminant function that represents the differences between treatments. There was no effect ($P > 0.05$) of treatments on carcass characteristics, weight and yield of commercial cuts, weight of edible and inedible organs, tissue composition, pH, temperature, color, cooking losses, moisture and content of protein from the meat of the lambs. Among the biometric variables studied by multivariate analysis, 6 body measurements fit ($P < 0.05$) to the prediction equations of slaughter weight, empty body weight, hot carcass weight, cold carcass weight, hot carcass yield, cold carcass yield, ribeye area and edible viscera weight, suggesting that producers who do not have a scale and want to use the experimental diet can predict meat production from biometric measurements using the equations generated in this study. The variables with greater discriminatory power between treatments, selected based on standardized canonical coefficients, were chest depth (with greater discriminatory power by the stepwise method), withers height and leg width. The first two canonical variables were sufficient to explain 73% and 20% of the total data variation. The inclusion of up to 30% cotton cake in the forage palm silage can be used in the finishing of lambs without harming the production of meat in confinement.

Keywords: Fibrous concentrate; correlation; *Nopalea cochenillifera*; carcass weight; total mixed ration; edible viscera

LISTA DE TABELAS

	Página
Capítulo II.....	47
Tabela 1: Composição percentual e nutricional das dietas experimentais com base na matéria seca.....	52
Tabela 2: Características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de ração completa à base de palma forrageira com níveis de inclusão de torta de algodão em substituição a feno de buffel.....	56
Tabela 3: Características subjetivas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de ração completa à base de palma forrageira com níveis de inclusão de torta de algodão	59
Tabela 4: Composição regional da carcaça de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de ração completa à base de palma forrageira com níveis de inclusão de torta de algodão.....	60
Tabela 5: Composição tecidual da carcaça de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas com níveis de inclusão de torta de algodão.....	62
Tabela 6: Aspectos qualitativos da carne de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de ração completa à base de palma forrageira com níveis de inclusão de torta de algodão.....	64
Tabela 7: Análise de custos de dietas contendo torta de algodão em substituição a feno de buffel em silagem de ração completa à base de palma forrageira.....	66
Capítulo III.....	73
Tabela 1: Composição percentual e nutricional das dietas experimentais com base na matéria seca.....	76
Tabela 2: Constituintes não carcaça de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de palma com níveis de inclusão de torta de algodão.....	79
Tabela 3: Peso e rendimento de órgãos comestíveis, não comestíveis e produtos comercializáveis de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de palma com níveis de inclusão de torta de algodão.....	82
Capítulo IV.....	90
Tabela 1: Composição percentual e nutricional das dietas experimentais com base na matéria seca.....	93

Tabela 2: Análises descritivas dos dados obtidos através de mensurações in vivo em cordeiros alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira com inclusão de torta de algodão (n=32 cordeiros)96

Tabela 3: Correlação de Pearson das variáveis avaliadas in vivo e características de carcaça de cordeiros alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira com inclusão de torta de algodão98

Tabela 4. Equações de predição de características de carcaça de cordeiros mestiços Dorper alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira com inclusão de torta de algodão através das medidas biométricas100

Capítulo V108

Tabela 1: Composição percentual e nutricional das dietas experimentais com base na matéria seca111

Tabela 2. Variáveis selecionadas que entraram no modelo114

Tabela 3. Função Linear gerada e percentagem de animais agrupados em cada grupo tratamento.....116

Tabela 4. Distância de Mahalanobis entre os tratamentos116

Tabela 5: Coeficientes canônicos padronizados, autovalores, variação total, correlação canônica, teste Lambda Wilks e p-value117

LISTA DE FIGURAS

	Página
Capítulo V.....	109
Figura 1. Gráfico bidimensional da análise canônica discriminante de ovinos Dorper consumindo dietas com níveis crescentes (0, 20, 25 e 30 % de torta de algodão)	120

SUMÁRIO

	Página
1. Considerações Iniciais.....	17
2. Capítulo I: Referencial Teórico.....	18
2.1. Confinamento Ovino.....	18
2.2. Palma Forrageira.....	20
2.3. Fibras e Concentrados Fibrosos para Ruminantes.....	21
2.4. Silagem de Ração Completa.....	24
2.5. Avaliação de Carcaça e Atributos de Qualidade de Carne Ovina.....	29
2.6. Referências Bibliográficas.....	35
3. Capítulo II- Características de carcaça de cordeiros submetidos a dietas com torta de algodão em silagem à base de palma forrageira.....	47
Resumo.....	47
Abstract.....	47
3.1. Introdução.....	49
3.2. Material e Métodos.....	50
3.3. Resultados e Discussão.....	56
3.4. Conclusões.....	66
3.5. Referências Bibliográficas.....	66
4. Capítulo III- Silagem à base de palma forrageira e torta de algodão sobre rendimento de constituintes não carcaça de cordeiros.....	73
Resumo.....	73
Abstract.....	74
4.1. Introdução.....	75
4.2. Material e Métodos.....	76
4.3. Resultados e Discussão.....	78
4.4. Conclusões.....	85
4.5. Referências Bibliográficas.....	85
5. Capítulo IV- Regressão múltipla como preditor de características de carcaça de cordeiros usando medições não invasivas.....	90
Resumo.....	90
Abstract.....	91
5.1. Introdução.....	92

5.2. Material e Métodos.....	93
5.3. Resultados e Discussão.....	96
5.4. Conclusões.....	103
5.5. Referências Bibliográficas.....	104
6. Capítulo V- Biometria, morfometria e características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento: uma visão multivariada.....	108
Resumo.....	108
Abstract.....	109
6.1. Introdução.....	110
6.2. Material e Métodos.....	111
6.3. Resultados e Discussão.....	114
6.4. Conclusões.....	119
6.5. Referências Bibliográficas.....	120
7. Considerações Finais e Implicações.....	122

1. CONSIDERAÇÕES INICIAS

A produção brasileira de ruminantes é conhecida mundialmente pelo suporte alimentar fornecido pelas plantas forrageiras. Porém ao aplicar esse modelo de produção à realidade climática da região Nordeste do país, nota-se a irregularidade de oferta de forragens decorrente do rigor climático da região, tornando a produção de ruminantes descontínua.

Da mesma forma, a região apresenta vocação para produção de ovinos, cuja carne está em amplo crescimento de mercado, portanto, investir na produção de carne ovina é um futuro promissor. Assim, para desviar dos entraves decorrentes da baixa oferta de forragens em determinados períodos do ano, o uso de espécies forrageiras resistentes às condições climáticas locais é uma alternativa viável.

A palma forrageira pode ser indicada para este fim, suprimindo a necessidade forrageira dos animais, no entanto, o tipo de fibra contida neste ingrediente não é suficiente para fornecer os substratos para fungos e bactérias celulolíticas presentes no rúmen. Assim a ruminação, mastigação e consequente tamponamento ruminal são comprometidos, proporcionando um ambiente inadequado para crescimento e manutenção da microbiota do rúmen, consequentemente afetando a utilização de nutrientes e alterando a deposição de tecidos na carcaça.

Vista a importância da presença de fibras na alimentação de ruminantes e supondo que ao oferecer determinados ingredientes concentrados eleva-se o teor fibroso da dieta, especula-se se a terminação ovina em confinamento pode ser feita com eficiência substituindo as fontes de fibra tradicionais por dietas contendo concentrados fibrosos, como a torta de algodão.

Tão importante quanto a testagem de novas dietas, a abordagem estatística dos dados experimentais pode facilitar e adiantar a observação dos resultados nos sistemas de produção. O emprego da análise multivariada consegue destacar variáveis com maior capacidade de fornecer informações relevantes dentro do amplo conjunto de dados, reduzindo o número de variáveis a serem avaliadas numa próxima oportunidade. Essa abordagem é especialmente válida em estudos que avaliam características de carcaças, dado o volume de variáveis coletadas.

Diante do exposto, é importante avaliar os efeitos de dietas constituídas de silagem de palma forrageira associada a torta de algodão, sobre as características de carcaça, qualidade de carne e rendimento de constituintes não carcaça de ovinos terminados em confinamento e, além disso, testar a aplicação da estatística multivariada e sua capacidade de filtrar as variáveis.

2. CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CONFINAMENTO OVINO

A produção de carne ovina no Brasil apresenta grande potencial de crescimento, pois nos centros urbanos há grande mercado consumidor não atendido que segue as novas tendências mundiais de exigência. Este exigente nicho de mercado prefere carne de cordeiros com idade em torno de 150 dias e peso vivo em torno de 30 kg devido ao melhor rendimento muscular e adequada deposição de gordura.

A intensificação da produção promove incremento nos índices produtivos, além de garantir ao consumidor um produto de qualidade, o que tem levado a prática da terminação de cordeiros em confinamento por parte dos produtores. Entretanto, no Brasil, ainda se observa baixa qualidade média da carne comercializada, consequência principalmente do abate tardio de animais, resultante do planejamento deficiente e de condições produtivas precárias (Grandis et al., 2016).

Tendo em vista a maior profissionalização da cadeia da ovinocultura, uma das opções é o confinamento de borregos, na qual fatores como velocidade de acabamento, qualidade dos animais, preço e qualidade da alimentação e mercado consumidor devem ser levados em conta sistematicamente, para que o produtor obtenha ganho econômico na atividade (Vieira et al., 2012).

A terminação de cordeiros em confinamento aumenta a taxa de lotação da propriedade, pois propicia liberação de área para outras categorias, como para recria das borregas, possibilitando melhores condições alimentares para a recria (Zanetti e Neumann, 2012). Além disso, garante ao produtor um rápido retorno do capital investido, devido ao abate de animais mais jovens, decorrente da intensificação da cadeia de carne ovina (Paulino et al., 2013).

Bernardi et al. (2005) avaliaram o efeito do sistema de produção (terminados a pasto, com e sem suplementação e em confinamento) sobre a terminação de cordeiros Texel e constataram o melhor desempenho dos animais confinados. Em experimento similar, Ribeiro et al. (2009) avaliaram o desempenho de cordeiros Suffolk terminados em quatro sistemas de produção (desmamados e mantidos em pastagem de azevém; não desmamados, mantidos em pastagem de azevém; não desmamados suplementados em *creep feeding* na pastagem de azevém; e desmamados e confinados, alimentados com silagem de milho e concentrado). Foi observado que os cordeiros terminados em confinamento apresentaram maior ganho médio diário quando comparado aos demais sistemas, além de apresentarem maior escore corporal

(3,33) e menor idade ao abate (96 dias), quando comparado aos animais mantidos em pastagem após desmame.

No confinamento há maior ganho de peso individual, menor idade de abate e maior giro de capital (Lopes e Magalhães, 2005), em contrapartida deve-se observar o alto custo com alimentação e infraestrutura. A decisão da utilização do confinamento de cordeiros é puramente econômica, no entanto Cartaxo et al. (2008) ressaltam a importância do acompanhamento nutricional dos lotes, visto que dietas bem balanceadas proporcionam alto ganho de peso médio diário e boa conversão alimentar a um menor custo possível, reduzindo o período de confinamento e aumentando a margem de lucro.

Macedo et al. (2000) analisaram os custos de produção e o retorno econômico do quilograma de carcaça de cordeiros Corriedale, Bergamácia x Corriedale e Hampshire Down x Corriedale em pastagem de *Cynodon dactylon* e em confinamento, recebendo ração formulada similar à pastagem. Os cordeiros do confinamento atingiram o peso ao abate 39 dias mais cedo, apresentaram menor incidência de parasitoses, menor taxa de mortalidade e maior retomo econômico (+R\$ 269,13), tendo produzido 212,76 kg de carcaça a mais que os animais alimentados com pastagem, mostrando que a terminação em confinamento é economicamente viável.

Os principais alimentos consumidos pelos ovinos para a produção de carne são derivados de cereais, grãos e pastagens (ensiladas ou fenadas), com combinações de duas ou mais fontes de alimentos (Almela et al., 2010). As taxas de crescimento de ovinos que recebem apenas dietas à base de forragens são menores, assim como os pesos finais de carcaça, exceto quando recebem *creep feeding* ou *creep grazing* (Bernardi et al., 2005). Assim, os concentrados à base de grãos, mais densos em energia, são usados para encurtar o tempo ao abate e melhorar a qualidade da carcaça (Gkarane et al., 2018).

Lima et al. (2013) investigaram a influência de dietas contendo feno de aveia como volumoso e uma mistura de 85% de grão de milho e 15% de pellets comercial na porção concentrada com proporções de inclusão de 60, 80 e 100% do concentrado na dieta completa de cordeiros Texel. Os autores verificaram ($P<0,02$) maior rendimento verdadeiro da carcaça (58%) para animais consumindo 100% de concentrado além de maior área de olho de lombo, acabamento e os pesos de costilhar e pernil ($P<0,05$) nos animais que receberam 80 e 100% de concentrado na dieta, confirmando que o uso de dietas de alta densidade energética proporcionam carcaças com melhores atributos.

Com base nestas informações, de acordo com Pereira et al. (2016) e Bezerra et al. (2016), fontes alimentares energéticas alternativas podem ser usadas para ovinos em terminação

a fim de promover melhores custos de produção e maior rentabilidade dos produtores, principalmente por causa dos altos preços dos alimentos que podem chegar a 70% dos custos na produção de cordeiros (Paim et al., 2011). Nesse contexto, a palma forrageira surge como uma alternativa barata, de ampla disponibilidade e boa composição nutricional.

2.2. PALMA FORRAGEIRA

A palma pertence à família *Cactaceae* que possui cerca de 130 gêneros e mais de 1.400 espécies. Os gêneros mais conhecidos e utilizados no Brasil são *Opuntia* spp. e *Nopalea* spp.. Para uso forrageiro, as espécies mais descritas são *Opuntia ficus-indica* Mill (palma gigante ou graúda e redonda) e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck (palma miúda ou doce).

A palma forrageira apresentanta características de adaptação ao clima semiárido, boa produtividade e palatabilidade (Almeida, 2012). O ingrediente pode ser incluído na dieta de ruminantes na forma de farelo desidratado, picada e servida no cocho ou na forma de silagem.

A palma forrageira tem grande capacidade de produção de fitomassa nas condições climáticas de regiões semiáridas, sendo rica em água, carboidratos não fibrosos (CNF), pectina e minerais principalmente cálcio, com nutrientes digestíveis totais (NDT) em torno de 63% (da matéria seca), alta resistência à seca, eficiência de uso da água, porém apresenta baixo teor de fibra (FDN, fibra insolúvel em detergente neutro) e proteína (Rodrigues et al., 2016).

Quanto a qualidade da carne produzida por cordeiros alimentados com palma forrageira, Madruga et al. (2005) observaram redução do teor de gordura da carne, além de maior umidade e teor de proteína. Enquanto Oliveira (2017), avaliando o perfil lipídico das carnes observaram que a palma não afetou os ácidos graxos envolvidos com riscos cardiovasculares como C16:0 (palmítico), C14:0 (mirístico) e C12:0 (láurico), consistindo um ponto positivo, pois estes são considerados hipercolesterolêmicos, além de promover aumento percentual do ácido graxo monoinsaturado C18:1 (oléico) e vacênico (C18:1n11), precursor do CLA, considerada uma gordura boa para saúde do consumidor.

Almeida et al. (2015) avaliando o efeito de substituição do milho pela palma nos níveis de 0, 33, 66 e 100% na dieta de caprinos em crescimento a pasto, recomendaram a substituição do milho pela palma em até 66% da dieta a fim de evitar distúrbios nutricionais e redução no desempenho animal.

O seu uso em elevadas proporções ou individualmente podem causar distúrbios nutricionais, causando diarreias, pois geralmente a sua concentração de fibra não é suficiente

para manter as condições adequadas das funções ruminais, devendo ser fornecida aos animais associada a uma fonte de fibra juntamente com uma fonte de proteína.

A torta de algodão surge como uma fonte interessante para adição em dietas de palma, pois possui em média 29,26% de proteína bruta, 9,55% de extrato etéreo, 54,83% de fibra em detergente e digestibilidade da sua FDN de 72,86% (Valadares Filho et al., 2006).

2.3. FIBRAS E CONCENTRADOS FIBROSOS PARA RUMINANTES

O papel primário da fibra de origem vegetal em dietas para ruminantes é fornecer substrato para atuação fermentativa dos microrganismos, que em troca produzem ácidos graxos voláteis (AGV's), sendo estas as principais fontes de energia para os ruminantes.

A fibra também é essencial para estimular a mastigação e ruminação, a fim de manter a saúde do ambiente ruminal e o percentual de gordura do leite. O estímulo à mastigação de um ruminante é resultado da efetividade da porção fibrosa do vegetal, a qual é representada pela fibra em detergente neutro (FDN), composto pelas frações da celulose e da hemicelulose em associação com a lignina (Silva e Neumann, 2012).

A concentração de FDN nos alimentos é negativamente correlacionada com a concentração de energia e a sua composição química afeta a digestibilidade da fração. Assim, as proporções relativas dos componentes da parede celular e, especialmente, o teor de lignina e suas interações (químicas e estruturais) com celulose e hemicelulose, são responsáveis pela porção da fibra que potencialmente pode fornecer energia ao animal (Medeiros e Marino, 2015).

A propriedade da fibra que garante a correta estratificação da fase sólida no rúmen, a atividade de ruminação e a manutenção do pH ruminal está contida na FDN fisicamente efetiva (FDNfe), que está associada ao tamanho das partículas fibrosas (Malafaia et al., 2011).

Mertens (1997) afirmou que a queda no pH ruminal de animais alimentados com forragem finamente moída está ligada a efetividade da fibra, sugerindo que o aspecto físico é relevante para o funcionamento ruminal. Por esta razão, o FDNfe de alimentos concentrados é considerado baixo ou 0, em uma escala baseada na atividade mastigatória, sendo 0 quando a FDN não é capaz de estimular a atividade mastigatória e 1 quando o FDN possui grande capacidade de estimular a atividade mastigatória.

Um grande desafio para os atuais sistemas de alimentação de ruminantes é como conciliar a alimentação de dietas densas em energia, necessárias para apoiar a alta demanda de animais em terminação, com quantidades adequadas de fibra fisicamente efetiva, necessária para evitar distúrbios ruminais. De fato, encontrar o equilíbrio ideal entre fibras fisicamente

efetivas e carboidratos solúveis na dieta é difícil, mas crucial não apenas para manter o metabolismo ruminal adequado, mas também para manter um estado metabólico estável da saúde de animais ruminantes (Zebeli et al., 2012).

Embora se possa esperar que a população de microrganismos ruminais que digerem celulose seja menor quando os animais são alimentados com dietas pobres em forragem (ricas em concentrado), as contagens de culturas indicam que a população de bactérias fermentadoras de celulose permanece relativamente estável, independentemente da dieta. Provavelmente isso reflete a capacidade da microbiota celulolítica usar certos substratos além da celulose como fonte de energia. Por outro lado, a população de microrganismos capazes de fermentar amido aumenta acentuadamente quando dietas ricas em amido são consumidas, o que diminui a prevalência relativa de bactérias que digerem celulose, mesmo quando a população absoluta de bactérias que digerem celulose permaneça estável (Owens e Basalan, 2016).

É sabido que as bactérias amilolíticas são responsáveis pela queda do pH ruminal pois sua atividade fermentativa induz mudanças no pH e no ecossistema microbiano, através da liberação de ácidos orgânicos que se dissociam liberando prótons e mantendo o pH <7. Portanto, como apenas carboidratos facilmente fermentáveis têm densidade de energia e taxas de passagem suficientes para permitir maiores consumos de energia, estratégias intensivas de alimentação são naturalmente ligadas ao risco aumentado de acidose ruminal (Aschenbach et al., 2010).

No intuito de minimizar os efeitos negativos destas desordens metabólicas, Fox e Tedeschi (2002) recomendaram o uso de 7 a 10% de FDNfe para dietas de bovinos em terminação, que seriam capazes de manter o pH ruminal por volta de 5,7 embora o pH seja alterado pela produção, absorção e passagem de ácidos orgânicos em função do tipo de processamento dos grãos empregados na dieta.

Explorando a necessidade de empregar fontes de fibra alternativas devido a descontinuidade forrageira, Pereira e Armentano (2000) avaliaram a efetividade da fibra de fontes fibrosas (resíduos de cereais) usadas na alimentação de ruminantes e relataram que a inclusão destes ingredientes contribuiu para o atendimento da FDN total das dietas, flexibilizando a manutenção dos requerimentos de fibra em condições onde o consumo de forragens é limitado.

A partir desta observação, pode-se inferir que os concentrados-volumosos ou concentrados fibrosos são capazes de exercer função fisiológica de fibra além de contribuírem em termos de disponibilidade de energia e/ou proteína, podendo ser utilizados em substituição parcial à forragem ou mesmo a ingredientes concentrados tradicionais na dieta dos animais.

Esta aplicação é especialmente interessante quando se faz uso de dietas com palma forrageira, que apesar de se enquadrar como planta forrageira, seu teor de FDN é inferior a 25%, sendo necessária a associação a um ingrediente fornecedor de fibra.

Diversos ingredientes apresentam alto teor de fibra, o que os tornam pouco atraentes na alimentação de monogástricos e interessantes como alimentos fibrosos alternativos para ruminantes. Dentre esses ingredientes, os co-produtos surgem como opções de fontes de fibra não forragem (FFNF), pois podem apresentar teor da fração FDN similar a forragens grosseiras, característica que possibilita a estes ingredientes serem adicionados à ração com o intuito de substituir parte da fração FDNfe. Porém recomenda-se que sua substituição seja cuidadosa, principalmente por promover interações entre essas fontes e o comportamento ingestivo, a digestão da fibra, a taxa de passagem, a energia metabolizável da ração e o desempenho dos animais.

O NRC (2001) relata que o FDN provindo de forragens é diferente daquele de fontes não forragem (casca de soja, torta de algodão, bagaço de cana e polpa de beterraba). A partir destas informações, o Conselho sugere alguns ajustes no teor mínimo de FDN da dieta quando as FFNF forem usadas, tais como: a fixação da efetividade física média do FDN de FFNF em 50% da efetividade de forragens; para cada unidade percentual de diminuição no FDN de forragem (na MS), abaixo do mínimo de 19%, o teor de FDN na dieta deve aumentar em 2% e o máximo de carboidratos não fibrosos deve ser reduzido em 2%, com exceção para o caroço de algodão com línter; e finalmente o tamanho de partícula da forragem deve ser aumentado a fim de estimular a mastigação.

Os carboidratos fibrosos se distinguem dos concentrados amiláceos pelo tipo de carboidrato fermentável que cada um apresenta, enquanto os concentrados amiláceos são provenientes de plantas que apresentam órgãos de reserva ricos em amido, os concentrados fibrosos são compostos por polissacarídeos não amiláceos (celulose, hemicelulose, quitina e pectinas) presentes na parede celular de alimentos de origem vegetal.

Diante das características supracitadas, alguns ingredientes se encaixam como concentrados fibrosos e já são utilizados na formulação de ração de diversas categorias de ruminantes, como é o caso da casca de soja, polpa de beterraba e aveia em grão. Já os ingredientes que podem ser usados como substitutos fibrosos e conferem acréscimo no teor proteico da dieta são o farelo de glúten de milho, grãos secos de destilaria, caroço de algodão, torta de algodão e farelo de trigo.

Olfaz et al. (2005) avaliaram ovinos machos Karayaka alimentados com dietas contendo concentrado comercial e feno (controle) e dietas com 60 e 40% de substituição da forragem por

polpa de beterraba (PBE) como elemento fibroso e energético. Os autores relataram que o feno de capim pode ser substituído até 60% por PBE na dieta dos ovinos em terminação sem reduzir a qualidade da carne, pois a substituição de feno por 40% e 60% de PBE diminuiu o pH final ($P < 0,05$) e as perdas por cocção ($P < 0,01$) em comparação ao grupo controle. Não foi observado efeito sobre os tons de vermelho (a^*), amarelo (b^*), matiz (H^*), croma (C^*) e características sensoriais da carne, consolidando a eficiência de substituição fibrosa proporcionada pelo concentrado fibroso.

No entanto, quando a necessidade de substituição dietética for com base no teor fibroso e proteico, a torta de algodão representa um ingrediente promissor para tal uso, considerando suas características bromatológicas (Valadares Filho et al., 2006), principalmente o teor de PB e FDNfe (respectivamente 30 e 38%), especialmente no uso associado à palma forrageira. Contudo, sua inclusão na dieta de ruminantes requer atenção quanto ao teor de PNDR, a necessidade de fornecimento de ureia, a influência sobre o consumo (Galyean e Hubbert, 2014), o preço e disponibilidade de acordo com a região.

2.4. SILAGEM DE RAÇÃO COMPLETA

Em países como Japão (Wang e Nishino 2008; Miyaji e Nonakat, 2018), Estados Unidos (Arias et al., 2012), China (Hu et al., 2015), Finlândia (Seppala et al., 2013), Irã (Abdollahzadeh et al., 2010), Israel (Weinberg et al., 2011) e recentemente no Brasil (Gusmão et al., 2018) o uso de silagem de ração completa está ganhando espaço.

A silagem de ração completa ou *total mixed ration* (TMR) é produzida pela ensilagem conjunta do volumoso e do agregado, podendo substituir as misturas diárias para o preparo da ração completa. Podem ser empregadas forragens frescas, coprodutos, subprodutos, ingredientes úmidos, secos ou pouco palatáveis, que apresentem alto valor nutricional, mas que exibam resistência ao armazenamento por longos períodos (Xu et al., 2007; Gusmão et al., 2018, Rahman et al., 2018).

Comparado a outros sistemas de alimentação convencionais, o uso das silagens de ração completa oferece redução dos custos com mão de obra diária para se misturar rações, uma vez que o alimento é oferecido aos animais de forma única e homogênea. Além disso, no caso do uso de resíduos úmidos, há diminuição dos custos com energia para secagem e transporte dos subprodutos além de facilitar sua preservação, independentemente da composição bromatológica (Wang e Nishino, 2008).

A ração de mistura completa se deteriora facilmente antes de ser ensilada pois possui um alto teor de nutrientes e umidade suficiente para proporcionar o crescimento de bactérias, leveduras e fungos (Rahman et al., 2018). Porém após ensilado, o produto se mantém estável após a abertura do silo mesmo sob altas temperaturas (Wang e Nishino, 2013).

Para a produção de silagem de ração completa é necessário maquinários comuns, mas que podem inviabilizar a confecção em pequenas propriedades, limitando à produção em baixa escala. Porém utilizando máquina forrageira estacionária, betoneira ou pequenos vagões misturadores e sacos plásticos é possível planejar uma confecção escalonada. O comércio desse produto tem atraído produtores que tem dificuldade de produzir alimento dentro da propriedade para alimentar seus animais assim como tem se tornado uma fonte de renda extra para os produtores que têm estrutura para confecção em larga escala e comercializam o produto.

Inicialmente as silagens de ração completa foram produzidas no Japão a fim de destinar os resíduos úmidos de cervejaria para alimentação animal (Nishino et al., 2003), porém com a disseminação da técnica vários produtos foram testados para substituição. Xu et al. (2007) propuseram a substituição dos resíduos de cervejaria por resíduos de chá verde sem afetar o processo fermentativo e o consumo voluntário de ovinos Suffolk. Hu et al. (2015) avaliaram o padrão fermentativo de silagens de ração completa à base de bagaço de pêssego e confirmaram seu potencial de uso devido a boa qualidade da fermentação, valor nutricional e estabilidade aeróbica.

Bromatologicamente, essas silagens podem apresentar teor médio de matéria seca de 50 a 60%, 15 a 18% de proteína bruta e 70 a 74% de nutrientes digestíveis totais (Wang e Nishino, 2013), no entanto estudos sugerem que o teor de umidade da silagem influencia sobre a qualidade bromatológica. Weinberg et al. (2011) avaliaram a TMR composta por cevada, milho, trigo, farelo de soja, farelo de girassol, feno do trigo e feno de trevo nas formas úmida e semiúmida (MS de 500 ou 650 g.kg⁻¹) e observaram menor recuperação de MS em silagem mais úmida (988 e 999 g.kg⁻¹ MS), porém o teor de umidade não afetou a digestibilidade *in vitro* da MS (793 g.kg⁻¹ MS) após 140 dias de armazenamento. Assim, os autores concluíram que o teor de umidade afeta o padrão de fermentação, levando a maior acúmulo de produtos finais de fermentação e proteólise, acompanhados por maior perda de MS.

Alguns estudos foram feitos a fim de avaliar a influência de aditivos estimuladores de fermentação e absorventes nas silagens de ração completa. Desta forma, muitos pesquisadores se concentraram em melhorar a qualidade da fermentação da silagem através da inoculação com bactérias ácido láctico (BAL), visando aumentar a produção de ácido láctico e diminuir

rapidamente o pH, limitando a atividade de *Clostridium*, responsável pela fermentação butírica (Liu et al., 2016).

Nkosi e Meeske (2010) avaliaram o desempenho de cordeiros Dorper alimentados com silagem de ração completa à base de polpa de batata e milho com e sem inóculo de *Lactobacillus buchneri* e constataram que a presença do inóculo promoveu aumento ($P < 0,05$) no consumo de MS e ganho médio diário, o que levou a maiores ($P < 0,05$) pesos finais comparados aos alimentados com a outra silagem.

Avaliando o uso de silagem de ração completa na dieta de vacas leiteiras, Abdollahzadeh et al. (2010) substituíram o feno de alfafa por TMR composta por tomate e bagaço de maçã nos níveis de 0, 15 e 30% por 63 dias e observaram aumento ($P < 0,05$) de 13% no consumo de MS e melhoria na digestibilidade da MS e MO, além de incremento de 10% na produção de leite, sem afetar a qualidade.

Estudando o efeito da ensilagem sobre o desempenho de bovinos, Meenongyai et al. (2017) constataram maior digestibilidade da proteína da silagem de ração completa (capim Napier, polpa de mandioca, farelo de arroz, farelo de soja) quando comparada a ração completa + capim Napier fresco e a ração completa + silagem de capim Napier ($824 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$ vs $714 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$ e $804 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$; $P = 0,07$). Também foi constatado que não houve diferença ($P > 0,10$) quanto à ingestão de MS, ganho médio diário e eficiência alimentar.

Arias et al. (2012) verificaram a influência de dietas compostas por silagem de milho+farelo de soja (controle), silagem de forragens pré-secadas (*Lolium arundinaceum*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium pretense*, *Poa pratensis* e *Medicago sativa*) silagem de forragens *in natura* + resíduo de destilaria ofertados separadamente e silagem conjunta de resíduo de destilaria e forragens pré-secadas sobre desempenho, digestibilidade e características de carcaça de bovinos Angus em terminação. Os animais que receberam as silagens de ração completa apresentaram maior deposição de gordura subcutânea na 12ª costela (1,2 cm; $P < 0,03$), embora não tenha afetado o rendimento de carcaça, percentual de gordura na carcaça e área de olho de lombo.

Acompanhando o crescimento de novilhos Hanwoo até a terminação em confinamento, Jin et al. (2012) verificaram o desempenho, características de carcaça e análise de custos de dietas compostas por concentrado + palha de arroz (controle), silagem de ração completa à base de centeio (SRCCt) e silagem de ração completa à base de cevada (SRCCv). As silagens de ração completa se mostraram mais eficientes quando comparadas à dieta controle quanto à ganho médio diário, consumo de MS e consumo de NDT, embora as dietas contendo SRCCv

tenham gerado os melhores resultados de ganho de peso para a fase de terminação e proporcionado carnes mais macias.

Ainda foi observado maior peso ao abate (708,9 kg e 698 kg vs. 660 kg; $P=0,0006$) e maior peso de carcaça fria (427 kg e 425 kg vs. 397 kg; $P=0,001$) para animais submetidos às dietas de silagem de ração completa de centeio e cevada respectivamente, embora as demais variáveis não tenham sido alteradas (espessura de gordura subcutânea, AOL, marmoreio, rendimento de carcaça, %PB, %MM, %EE, pH, perdas por cocção, L^* , a^* , b^* e perfil de ácidos graxos). Em relação a análise de custos, a dieta controle mostrou-se onerosa ao correlacionar os gastos com ração e a quantidade de carcaça produzida, representando acréscimo de KRW 410,00/ kg de carne e KRW 324,00/kg de carne, comparada às SRCCt e SRCCv respectivamente.

Diante do exposto, os estudos sugerem que a ensilagem de ração completa pode representar um alimento prático e eficiente para ruminantes, no entanto os ingredientes empregados na sua formulação devem ser escolhidos com cautela, tendo em vista a disponibilidade de insumos, perfil fermentativo da silagem produzida a partir o ingrediente e a composição bromatológica do produto final.

Tendo em vista a ampla disponibilidade de palma forrageira na região Nordeste do Brasil, as características quimicobromatológicas da espécie e sua versatilidade de uso, as silagens de ração completa à base de palma forrageira representam uma inovadora proposta alimentar para terminação de ovinos.

A técnica de produção de silagem de ração completa à base de palma forrageira foi patenteada em 2013 por Bendaou e difundida em países como México, Marrocos e Egito a fim de preencher uma lacuna quanto à alimentação animal, porém no Brasil esta prática ainda é pouco disseminada.

Um dos principais aspectos que causam resistência para adoção da silagem de palma nas propriedades é o teor de MS desta forrageira. De acordo com Zheng et al. (2011) as espécies forrageiras que possuem alto teor de umidade, alto poder tampão e baixa quantidade de carboidratos solúveis apresentam maior desenvolvimento de bactérias clostrídicas e enterobactérias causadoras de deterioração na silagem.

Porém no caso da palma forrageira esse problema pode ser contornado através da pré-desidratação, associação da palma com inóculos, ingredientes absorventes de umidade e/ou com elevado teor de MS.

Herrera et al. (2017) avaliaram as mudanças na composição química de silagens de *O. ficus-indica* quando inoculada com *Kluyveromyces marxianus* (cepa ITD00262) e observaram

que o teor de MS foi 11% menor na silagem sem inóculo em comparação com a silagem inoculada.

Leite et al. (2009) observaram que ao submeter a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) a pré-secagem e reduzir o teor de umidade de 69% para 64 e 43%, foram produzidas silagens com 31,37, 36,19 e 51,12% de MS respectivamente, constatando que a palma pré-desidratada proporcionou teor de MS acima da faixa ideal recomendada para silagens (35%).

Quanto ao perfil fermentativo, a silagem de palma apresenta elevadas concentrações de ácido láctico quando feitas de forma correta devido a sua alta concentração de carboidratos solúveis complexados na mucilagem (que contém carboidratos complexos como L-arabinose, D-galactose, L-ramnose e D-xilose), que ao serem expostos no interior do silo em meio anaeróbio são prontamente utilizados por grupos microbianos e principalmente por BAL que dominam o meio produzindo AL e conservando o material (Mokoboki et al., 2016), caracterizando assim, um perfil fermentativo desejável.

Waghorn, (2008) relataram que o calor gerado durante o período de incubação da silagem reduz os efeitos das manganês e, portanto, melhora a taxa de degradação no rúmen, sendo necessárias pesquisas que apresentem alimentos alternativos que podem ser misturados com palma para melhorar o uso como ração animal (Gusha et al., 2015).

No Marrocos, Adous (20-?) associou palma com restos de culturas como milho, capim e sorgo e concentrados, como trigo, cevada e argan, obtendo assim ração completa a base de palma silagem de baixo custo. Foi observado que ração de mistura completa de palma silagem promoveu menores custos em relação a ração convencional, além de que os animais alimentados com a ração tiveram um ganho médio diário (GMD) de 270g por dia, enquanto os animais recebendo dieta convencional tiveram um ganho médio diário de 109g por dia. Além disso, ração completa de palma silagem é facilmente consumida, especialmente em áreas com alguma escassez de água (Gusha et al., 2015), podendo ser utilizada eficientemente como volumoso alternativo na nutrição de ruminantes (Çürek e Özen, 2004).

Bendaou e Ait Omar (2013) avaliaram a silagem sob a forma de ração à base de palma, resíduos de azeitona e farelo de trigo, substituindo uma dieta baseada em feno de aveia e farelo de trigo sobre o desempenho e as características de carcaça de cordeiros Barbarine, os autores observaram que as silagens apresentaram fermentação de qualidade (pH 4,0) e teor médio de N-NH₃ de 4,4% do nitrogênio total além de diminuir os custos de alimentação, aumentando a margem de lucro relativa à produção de carne ovina.

Ben Salem et al. (2002) relataram que a combinação de palha com *Opuntia* na ensilagem levou ao melhor desempenho de crescimento em cordeiros, melhorando o teor de matéria seca

da ração e, ao mesmo tempo, equilibrando as deficiências observadas nos ingredientes utilizados.

Abidi et al. (2013) observaram que o rendimento de carcaça de cordeiros tendeu a aumentar ao substituir feno de aveia por silagem mista de palma, azeitona e farelo de trigo, não afetando as proporções de ácidos graxos saturados, ácidos graxos poliinsaturados totais e a relação n-6/n-3 na carne.

2.5. AVALIAÇÃO DE CARCAÇA E ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE CARNE OVINA

A carne é um alimento rico em proteínas e é uma das principais fontes de nutrientes para os seres humanos, pois consiste em músculo comestível, tecido conjuntivo e gordura associada. No entanto, há grande variação na disponibilidade de cortes e componentes físico-químicos da carne, o que pode ser atribuído a fatores como a raça, sexo, idade dos animais, nutrição e posição anatômica do corte (Rotta et al., 2009).

A procura por carne ovina no país cresceu ao ponto de estimular a implantação de uma estrutura agroindustrial para abate de pequenos ruminantes, visto que a demanda reprimida promovia importação de carne ovina proveniente de países como Argentina e Uruguai (Vieira et al., 2012).

Esse aumento da demanda por carne ovina inevitavelmente leva a um aumento da pressão por parte do consumidor à oferta de produtos de alta qualidade. Para Decker et al. (2016) o aproveitamento dessa oportunidade pressupõe o delineamento de estratégias competitivas eficazes pelos agentes da cadeia produtiva, especialmente no que se refere a diminuição nos custos de produção e oferta de produtos requisitados pelos consumidores.

A avaliação da qualidade da carne pelos consumidores começa com a cor da carne e quantidade de cobertura de gordura, seguida de aspectos de processamento, como perda de líquido durante o descongelamento e a cocção, e maciez, que é considerado o aspecto qualitativo mais importante da carne (Koohmaraie et al., 2002). Porém atributos como sabor, suculência, quantidades de nutrientes, segurança e facilidade de manuseio vêm ganhando destaque, visto que a população demonstra uma crescente preocupação com qualidade dos produtos ingeridos (Santos, 2013).

Desta forma, a intensificação de sistemas de produção aliada a utilização de grupos genéticos especializados para produção de carne vem sendo aplicada a fim de obter progressos produtivos. Neste sentido, a quantificação da carne presente na carcaça é de extrema

importância e determinada pelo peso do corpo do animal, pelo rendimento de carcaça e pela porcentagem dos cortes comerciais, portanto quando o objetivo é melhorar o valor da carcaça, torna-se necessário aprimorar aspectos relativos à nutrição, sanidade, manejo e genética (Silva et al., 2008).

No intuito de comparar sistemas de produção, Poli et al. (2008) observaram que cordeiros terminados em confinamento atingiram a idade ao abate 10% antes de animais mantidos em pastagem de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) e azevém (*Lolium multiflorum*).

Gonzaga Neto et al. (2006) reportam que ao aumentar a quantidade de concentrado (30, 45 e 60%) na dieta de cordeiros Morada Nova, elevaram-se os rendimentos de carcaça quente e fria, assim como o rendimento biológico. Estes eventos aconteceram devido ao maior aporte de proteína e energia proveniente do maior teor de concentrado na dieta dos cordeiros (10, 14 e 17% de PB e 1,9, 2,1 e 2,3 kcal/kg MS).

König et al. (2017) relataram influência do genótipo sobre o peso, conformação e características da carcaça ao comparar ovinos Red Maasai puros, $\frac{1}{2}$ Red Maasai x $\frac{1}{2}$ Dorper, $\frac{1}{4}$ Red Maasai x $\frac{3}{4}$ Dorper e Dorper puros. Foi constatado que os mestiços de Dorper produziram carcaças melhores e o cruzamento de ovinos Dorper com raças rústicas, como a Red Maasai, pode aumentar a produção de carne da propriedade.

Já Cartaxo et al. (2008) constataram que ovinos Santa Inês e mestiços $\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{2}$ Santa Inês apresentaram características de desempenho similares, pois por se tratarem de raças especializadas em produção de carne, a deposição de tecidos foi semelhante, no entanto economicamente, os mestiços representaram maior margem de lucro. Em contrapartida, os mesmos autores verificaram que a condição corporal (intermediária e gorda) afetou o consumo de ração e consequentemente a conversão alimentar, fazendo com que o sistema de produção fosse mais vantajoso economicamente quando os animais são abatidos com escore de condição corporal entre 2,5 e 3,5.

A avaliação quantitativa da carcaça ainda considera sua composição regional e a composição tecidual. A composição regional compreende o desmembramento da carcaça em peças comerciais a fim de facilitar a padronização para venda. No Brasil os cortes comerciais são adaptados de cortes europeus, representados pela perna, lombo, paleta, costela e pescoço, porém esta classificação pode variar de acordo com a região e com o classificador, podendo incluir ainda peito e serrote.

O rendimento dos cortes sofre influência de fatores como sexo, peso do animal e o estado nutricional, conforme constatado por Siqueira et al. (2001), Pinheiro et al. (2009) e Clementino et al. (2007).

Já entre os cortes, o pernil, lombo e costilhar são considerados cortes de primeira, a paleta corte de segunda, peito e pescoço são considerados corte de terceira (Vergara et al., 2005). Cortes especiais também podem ser produzidos a fim de proporcionar a obtenção de preços diferenciados para as diferentes partes da carcaça, além de proporcionar o mínimo desperdício. De acordo com levantamento feito por Maysonnave et al. (2017) em diversos países, o lombo, filé, carré francês, picanha e *entrecot* apresentaram as maiores médias de preço, com valores de 33,89, 30,07, 26,66, 25,15 e 23,70 US\$/kg devido ao fato de serem cortes considerados nobres nos ovinos e comprovadamente comercializados com preços mais altos em função da sua valorização pelos consumidores.

A composição tecidual representa a proporção de tecido muscular, adiposo e ósseo existente na carcaça e permite estabelecer a aptidão do animal e destacar genótipos. Essa composição deve ser alvo de melhoramento, visto que os diferentes tecidos são comercializados juntos e ao mesmo preço, porém inclui frações desprezadas pelo consumidor (Silva et al., 2008). Portanto, a meta é a obtenção de animais capazes de direcionar grandes quantidades de nutrientes para a produção de músculos aumentando a relação músculo:osso e músculo:gordura, uma vez que o acúmulo desse tecido é desejável e reflete maior parte da porção comestível da carcaça (Alves et al., 2015).

A determinação da composição tecidual é feita através da dissecação de cortes específicos, separando cada grupamento de músculos, ossos, gordura (subcutânea e intermuscular) e outros tecidos. Purchas et al. (1991) afirma que a proporção de músculo na carcaça pode ser estimada pelo índice de musculosidade da perna (IMP), variável calculada que considera a profundidade média de um grupo de cinco músculos principais (*Biceps femoris Semitendinosus*, *Adductor*, *Semimembranosus* e *Quadriceps femoris*), que circundam o fêmur em relação ao comprimento desse osso.

Segundo Hashimoto et al. (2012) a paleta e a perna são os cortes que melhor predizem o conteúdo total dos tecidos, uma vez que representam mais de 50% da carcaça, porém a área do músculo *Longissimus dorsi* é considerada medida representativa da quantidade e distribuição das massas musculares, assim como da qualidade da carcaça. A área de olho de lombo (AOL) é estimada através da área da seção transversal do músculo *Longissimus dorsi* na altura da última costela, podendo ser empregados diferentes métodos para sua mensuração como Método Geométrico, Método Grade, Método Grade-UNESP e Software AutoCAD® (Costa et al., 2012).

Dentre os tecidos que compõem a carcaça, o tecido adiposo merece atenção, visto que é alvo de preocupação por parte dos consumidores de carne, principalmente daqueles que

procuram por um alimento saudável e não aterogênico, sendo este um dos principais fatores que influenciam no momento da aquisição do produto. Sãnudo et al. (2000) afirmam que o perfil de ácidos graxos na carne pode ser alterado por meio de seleção, genética e alteração da alimentação, produzindo carnes mais saudáveis. No entanto, quanto ao valor comercial, o perfil de ácidos graxos apresenta pouca influência em comparação ao conteúdo total de gordura (Costa et al., 2008).

Em animais de produção, a gordura é classificada de acordo com a localização anatômica onde há sua deposição, classificando-se em interna (renal, inguinal e pélvica), intermuscular (entre músculos), subcutânea (de superfície, ligada ao grau de acabamento) e intramuscular (dentro do músculo, responsável pelo marmoreio), depositando-se na respectiva ordem (Sainz e Paganini, 2004).

O recobrimento de tecido adiposo subcutâneo é responsável pela proteção da carcaça e consequente diminuição das perdas por resfriamento (Osório et al. 2009). A falta de gordura na carcaça significa aporte insuficiente de energia, de acordo com características do animal, indicando insuficiência produtiva. Já o acúmulo de gordura na carcaça é resultado do balanço positivo de energia proveniente da dieta porém este excesso de gordura acumulada significa desperdício durante o *toilet* da carcaça e separação dos cortes comerciais (Souza et al., 2011).

Quanto à produção, a mensuração da gordura subcutânea (através da avaliação de escore de condição corporal- ECC) e avaliação do marmoreio da carne representam as formas que melhor predizem a relação músculo/gordura da carcaça (Cartaxo et al., 2008) e as características organolépticas da carne (Sousa et al., 2008).

A gordura está associada com sabor, suculência e maciez da carne, estando correlacionada positivamente com tais atributos. Sañudo et al. (2000), observaram carnes mais macias e com maior intensidade de sabor como resposta crescente em escores de gordura. Osório et al. (2009) afirmam que a suculência da carne é influenciada pelo teor de gordura devido a sensação estimulante da gordura sobre o fluxo salivar promovida durante a mastigação. Os autores ainda ressaltam que a carne de boa qualidade é mais succulenta devido a gordura de marmoreio e que cordeiros jovens podem apresentar carne menos succulenta por ainda não terem feito a deposição de gordura intramuscular adequadamente.

Dentre os atributos que se relacionam com a aceitação da carne, além da suculência e teor de gordura, são determinantes os parâmetros físicos, como pH, cor, perda de peso na cocção e força de cisalhamento e atributos químicos, como o teor de proteína, minerais e umidade.

Conforme a literatura relata, a raça (Hoffman et al., 2003; Yousefi et al., 2012; Kuchítk et al., 2012), idade ao abate (della Malva et al., 2016), peso (Díaz et al., 2003; Tejeda et al.,

2008), alimentação (Grandis et al., 2016) e sistema de produção (Hajji et al., 2016) influem nas características de qualidade da carne, porém deve-se compreender isoladamente como os atributos são afetados pelos fatores supracitados.

A verificação do pH *post mortem* é uma das mensurações mais importantes para a qualidade da carne, visto que este parâmetro está diretamente relacionado com outros atributos físicos e sensoriais como a cor, perdas por cocção, força de cisalhamento, maciez, suculência, sabor e aroma.

No momento do abate a glicólise muscular é metabolizada, resultando na formação de ácido láctico e consequente acidificação da carne, cujo pH deve variar entre 5,5 a 5,8. Aliada ao pH, a oscilação de temperatura da carcaça antes da instalação do *rigor mortis* pode afetar a maciez e capacidade de retenção de água, pois quando a carcaça é resfriada rapidamente abaixo de 10°C, antes do pH ficar abaixo de 6,0, ocorre encurtamento das fibras musculares, diminuindo o tamanho do sarcômero e prejudicando a maciez e a capacidade de retenção de água (Geesink et al., 2000).

Considerando a associação entre nível de glicogênio e estresse pré-abate, Devine et al. (1993) constatou que cordeiros Romney submetidos a baixo estresse pré-abate apresentaram pH final da carcaça baixo (5,4) caracterizando carne normal e macia, no entanto cordeiros abatidos sob estresse apresentam maior taxa glicolítica, maior pH da carcaça e menor maciez em decorrência da influência do pH sobre a atividade das enzimas proteolíticas que degradam a estrutura miofibrilar dos músculos. Nesta condição, as proteínas miofibrilares ficam acima de seu ponto isoelétrico, fazendo com que a água se ligue às proteínas miofibrilares, aumentando a capacidade de retenção de água da carne, dificultando a reflexão da luz e dando a aparência escura à carne.

A cor da carne é determinada pela quantidade e proporção de pigmentantes mioglobina, responsável por reter o oxigênio no músculo e transferi-lo ao sistema citocromo-oxidase intracelular, e a hemoglobina que é a substância transportadora da mioglobina para a corrente sanguínea. A mioglobina pode ser encontrada na forma mioglobina reduzida (Mb, cor púrpura), oximioglobina (MbO₂, cor vermelha) e metamioglobina (MetMb, cor marrom).

A cor da carne pode ser medida por meio espectrofotometria para determinação do nível de mioglobina ou utilizando colorímetro (sistema CIE), que determina coordenadas para os parâmetros de refletância ou luminosidade (L*), teor de vermelho no eixo vermelho/verde (a*) e o teor de amarelo/azul (b*) (Osório et al., 2009; Silva Sobrinho et al., 2005; Cruz et al., 2016).

Vnučec et al. (2014) constaram que o sistema de produção é capaz de influenciar os parâmetros de cor da carne, porém não constataram efeito do sexo. Os autores compararam a

cor do *L. dorsi* de cordeiros da raça Pag mantidos em sistema extensivo, cordeiros Dalmatian Pramenka em sistema semi-intensivo e cordeiros Istrian em sistema intensivo e observaram que a carne dos animais do sistema intensivo apresentou $L^*=47,03$ ($P<0,001$), enquanto os demais animais apresentaram $L^*=44,07$, mostrando que os animais mantidos em sistema intensivo apresentaram carne mais pálida.

Santos et al. (2015) observaram a cor do músculo *L. lumborum* de cordeiros da raça Churra Galega Mirandesa e detectaram influência do sexo e do peso da carcaça, pois a carne de cordeiros com 7,1 a 10 kg de carcaça foi mais vermelha ($L^*=41,7$; $a^*=17,7$ vs $L^*=43,7$; $a^*=15,5$; $P<0,05$ e $P<0,001$) assim como a carne de fêmeas apresentou maior teor de vermelho ($a^*=17,3$ vs $a^*=15,9$; $P<0,01$).

A perda de peso por cocção (PPC) está ligada ao rendimento da carne durante sua preparação para o consumo. A PPC varia de acordo com o genótipo do animal (Fernandes Júnior et al., 2013), o peso do animal (Santos et al., 2015) e sexo (Cloete et al., 2012), variando entre 10,7% (em animais leves) até 31,9% (no caso de animais machos de 20 meses de idade).

Já a força de cisalhamento mensura a maciez da carne, ou seja, a força empregada para promover a mastigação da carne. Para que a maciez da carne seja atingida, é necessário que a carne passe por um processo de maturação, sendo o manejo pré-abate e o seu armazenamento os principais fatores que afetam a maciez.

Ekis et al. (2012) constataram que o manejo pré-abate influencia ($P<0,001$) na força de cisalhamento do músculo *L. dorsi* de ovinos, assim, quando os animais são submetidos a transporte por 75 minutos e estocagem pré-abate por 18 horas, produzem carne com força de cisalhamento 33,4% menor que ovinos que aguardam 30 minutos antes do abate.

A composição química da carne ovina varia com a raça, sistema de alimentação, categoria do animal, grau de acabamento (aumentando a gordura em detrimento da proteína em animais mais velhos) e a localização do corte na carcaça. A fim de diminuir os efeitos ocasionados pela avaliação de diferentes cortes, é comum encontrar trabalhos que priorizem a determinação química através de análise no músculo *L. dorsi*, porém cortes como *Semimembranosus* também podem ser utilizados. Nas amostras podem ser feitas as quantificações dos teores de proteína, umidade e minerais através de determinação laboratorial adaptada. Segundo Zeola et al. (2004), a composição média da carne ovina é 75% de umidade, 19% de PB, 4% de gordura e 1,1% de matéria mineral.

Em relação ao teor de PB, Hoffman et al. (2003) observaram influência da raça sobre a composição centesimal do músculo *Semimembranosus* de ovinos, com teores de PB variando de 18,45% até 20,88% para $\frac{1}{2}$ Suffolk x $\frac{1}{2}$ Merino e $\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{4}$ Merino x $\frac{1}{4}$ Suffolk

respectivamente, porém os autores não observaram efeito da raça sobre umidade, teor de lipídios e de cinzas na carne. Entretanto Yousefi et al. (2012) verificaram efeito do genótipo sobre a umidade no *L. dorsi* de ovinos Chall (76,07%) e Zel (75,15%).

Já Hajji et al. (2016) testaram o efeito da raça e do sistema de alimentação sobre as características da carne de ovinos Barbarine, Queue Fine de l'Ouest e Noire de Thibar a pasto ou confinados. Os pesquisadores verificaram influência do sistema de criação sobre o teor de umidade e de minerais (95,2% vs 95,6% de umidade e 4,8% vs 4,4% de minerais para ovinos a pasto e confinados, respectivamente). Porém o que mais afetou a qualidade química da carne foi o genótipo, responsável por alterar o teor de umidade, proteína, cinza e lipídeos.

Em estudo na Austrália, Tighe et al. (2017) categorizaram a carne ovina em escores de 1 a 5 (sendo um a carne de qualidade inferior e 5 a carne de qualidade excelente) e questionou a população sobre a possibilidade de pagar mais por carnes ovinas com maior qualidade. Os resultados mostraram claramente que os consumidores gostariam de pagar menos pelas carnes classificadas como 2 e pagariam mais pelas carnes 4 e 5.

Levando em consideração a importância da avaliação das características físico-químicas das carcaças e das carnes e sabendo da valorização econômica que o melhoramento dos atributos propõe, é necessário voltar a atenção para a melhoria destas características dentro do sistema de produção, focando em pesquisas que avaliem a aplicação de novos manejos nutricionais e seus reflexos sobre a qualidade dos produtos gerados.

2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDOLLAHZADEH, F.; PIRMOHAMMADI, R.; FATEHI, F.; BERNOUSI, I. Effect of feeding ensiled mixed tomato and apple pomace on performance of Holstein dairy cows. **Slovak Journal of Animal Science**, v. 43, n. 1, p. 31-35, 2010.
- ABIDI, S.; BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; VASTA, V.; PRIOLO, A. Silage composed of opuntia ficus-indica f. Inermis cladodes, olive cake and wheat bran as alternative feed for barbarine lamb. **Acta Horticulturae**, n. 995, p. 297–301, 2013.
- ADOUS, F. E. **Dissemination of feed based on cactus silage by breeder of Rhamna region**. Disponível em: <<https://www.feedingknowledge.net>>. Acesso em: 21/07/2020.
- ALMEIDA, G. A. P.; CAMPOS, J. M. S.; FERREIRA, M. A.; CORREIA, A. L. V.; ANDRADE, A. P. Palma (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. Gigante em suplementos para fêmeas leiteiras em crescimento a pasto. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 161-171, 2015.

ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semi-árido brasileiro. **Revista Verde De Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 08-14, 2012.

ALMELA, E. Ewe's diet (pasture vs grain-based feed) affects volatile profile of cooked meat from light lamb. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 17, p. 9641-9646, 2010.

ALVES, L. G. C.; DA SILVEIRA OSÓRIO, J. C.; OSÓRIO, M. T. M.; FERNANDES, A. R. M.; DE AZAMBUJA RIBEIRO, E. L.; DA CUNHA, C. M.; ALMEIDA, H. R.; DE SOUZA FUZIKAWA, I. H. Avaliação da composição regional e tecidual da carcaça ovina. **Pubvet**, v. 9, p. 001-051, 2015.

ARIAS, R. P.; UNRUH-SNYDER, L. J.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; BAIRD, A. N.; JOHNSON, K. D.; BUCKMASTER, D.; LEMENAGER, R. P.; LAKE, S. L. Effects of feeding corn modified wet distillers grain plus solubles co-ensiled with direct-cut forage on feedlot performance, carcass characteristics, and diet digestibility of finishing steers. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 10, p. 3574-3583, 2012.

ASCHENBACH, J. R.; PENNER, G. B.; STUMPF, F.; GÄBEL, G. Ruminant nutrition symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 4, p. 1092-1107, 2011.

BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; SALEM, L. BEN. Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage-based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis* and *Atriplex nummularia* L.) on growth and digestibility in lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 96, n. 1-2, p. 15-30, 2002.

BENDAOU, M.; OMAR, M. B. A. New feeding technology using cactus in sheep fattening: applications to small-scale farms of Rhamna region, Morocco. **Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens**, n. 108, p. 279-284, 2014.

BERNARDI, J. R. A.; ALVES, J. B.; MARIN, C. M. Performance of lambs under four production systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1248-1255, 2005.

BEZERRA, L. S.; BARBOSA, A. M.; CARVALHO, G. G. P.; SIMIONATO, J. I.; FREITAS JR, J. E.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; PEREIRA, L.; SILVA, R. R.; LACERDA, E. C. Q.;

CARVALHO, B. M. A. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. **Meat Science**, v. 121, p. 88-95, 2016.

CARTAXO, F. Q.; SOUSA, W. H.; CEZAR, M. F.; GONZAGA NETO, S.; CUNHA, M. D. G. G. Effects of genotype group and of the body condition on the performance of lambs finished in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1483-1489, 2008.

CLEMENTINO, R. H.; SOUSA, W. H.; MEDEIROS, A. N.; CUNHA, M. D. G. G.; GONZAGA NETO, S.; CARVALHO, F. F. R. D.; CAVALCANTE, M. A. B. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 681-688, 2007.

CLOETE, J. J. E.; HOFFMAN, L. C.; CLOETE, S. W. P. A comparison between slaughter traits and meat quality of various sheep breeds: Wool, dual-purpose and mutton. **Meat Science**, v. 91, n. 3, p. 318-324, 2012.

COSTA, R. G.; CARTAXO, F. Q.; DOS SANTOS, N. M.; QUEIROGA, R. C. R. E. Goat and sheep meat: fatty acids composition and sensorial characteristics. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 497-506, 2008.

COSTA, R. G.; LIMA, A. G. V. O.; OLIVEIRA, C. F. S.; AZEVEDO, P. S.; MEDEIROS, A. N. USING different methodologies to determination the loin eye area in sheep. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 236, p. 615-618, 2012.

CRUZ, B. C. C.; DOS SANTOS, C. L.; AZEVEDO, J. A. G.; DA SILVA, D. A. Avaliação e composição centesimal e as características físico-químicas da carne de ovinos. **Pubvet**, v. 10, p. 111-189, 2015.

ÇÜREK, M.; ÖZEN, N. Feed value of cactus and cactus silage. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 28, n. 4, p. 633-639, 2004.

DECKER, S. R. F., FERNANDES, D. A. C. e GOMES, M. C. Gestão competitiva na produção de ovinos. **Agropampa: Revista de Gestão do Agronegócio**, v. 1, n. 1, 2016.

DELLA MALVA, A.; ALBENZIO, M.; ANNICCHIARICO, G.; CAROPRESE, M.; MUSCIO, A.; SANTILLO, A.; MARINO, R. Relationship between slaughtering age, nutritional and organoleptic properties of Altamura lamb meat. **Small Ruminant Research**, v. 135, p. 39-45, 2016.

DEVINE, C. E.; GRAAFHUIS, A. E.; MUIR, P. D.; CHRYSTALL, B. B. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. **Meat Science**, v. 35, n. 1, p. 63-77, 1993.

DIAZ, M. T.; VELASCO, S.; PÉREZ, C.; LAUZURICA, S.; HUIDOBRO, F.; CAÑEQUE, V. PHYSICO-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights. **Meat Science**, v. 65, n. 3, p. 1085-1093, 2003.

EKIZ, B.; EKIZ, E. E.; KOCAK, O.; YALCINTAN, H.; YILMAZ, A. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. **Meat Science**, v. 90, n. 4, p. 967-976, 2012.

FERNANDES JÚNIOR, G. A.; LÔBO, R. N. B.; MADRUGA, M. S.; LÔBO, A. M. B. O.; VIEIRA, L. D. S.; FACÓ, O. Genotype effect on carcass and meat quality of lambs finished in irrigated pastures in the semiarid Northeastern Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 4, p. 1208-1216, 2013.

FOX, D. G.; TEDESCHI, L. O. Application of physically effective fiber in diets for feedlot cattle. In: **Proceedings of the Plains Nutrition Conference**. 2002. p. 67.

GALYEAN, M. L.; HUBBERT, M. E. Traditional and alternative sources of fiber—Roughage values, effectiveness, and levels in starting and finishing diets. **The Professional Animal Scientist**, v. 30, n. 6, p. 571-584, 2014.

GEESINK, G. H.; BEKHIT, A.-D.; BICKERSTAFFE, R. Rigor temperature and meat quality characteristics of lamb longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 11, p. 2842-2848, 2000.

GKARANE, V.; BRUNTON, N. P.; ALLEN, P.; GRAVADOR, R. S.; CLAFFEY, N. A.; DISKIN, M. G.; FAHEYA, A. G.; FARMERD, L. J.; MOLONEYE, A. P.; ALCALDEF, A. J.; MURPHYG, P.; MONAHANA, F. J. Effect of finishing diet and duration on the sensory quality and volatile profile of lamb meat. **Food Research International**, v. 115, p. 54-64, 2018.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G. D.; ZEOLA, N. M. B. L.; MARQUES, C. A. T.; SILVA, A. M. D. A.; PEREIRA FILHO, J. M.; FERREIRA, Â. C. D. Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados Morada Nova em função da relação volumoso: concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1487-1495, 2006.

GRANDIS, F. A.; RIBEIRO, E. L. D. A.; MIZUBUTI, I. Y.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; PRADO, O. P. P. D.; PINTO, A. P. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed with

different levels of soybean cake in replacement of soybean meal. **Ciência Animal Brasileira**, p. 327-341, 2016.

GUSHA, J.; HALIMANI, T. E.; NGONGONI, N. T.; NCUBE, S. Effect of feeding cactus-legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 206, p. 1-7, 2015.

GUSMAO, J. O.; DANES, M. A. C.; CASAGRANDE, D. R.; BERNARDES, T. F. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 3, p. 717-726, 2018.

HAJJI, H.; JOY, M.; RIPOLL, G.; SMETI, S.; MEKKI, I.; GAHETE, F. M.; MAHOUACHI, M.; ATTI, N. Meat physicochemical properties, fatty acid profile, lipid oxidation and sensory characteristics from three North African lamb breeds, as influenced by concentrate or pasture finishing diets. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 48, p. 102-110, 2016.

HASHIMOTO, J. H.; OSÓRIO, J. D. S.; OSÓRIO, M. T. M.; BONACINA, M. S.; LEHMEN, R. I.; PEDROSO, C. D. S. Qualidade de carcaça, desenvolvimento regional e tecidual de cordeiros terminados em três sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 438-448, 2012.

HERRERA, E.; MURILLO, M.; BERUMEN, L.; SOTO-CRUZ, N. O.; PÁEZ-LERMA, J. B. Protein enrichment of *Opuntia ficus-indica* using *Kluyveromyces marxianus* in solid-state fermentation. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 44, n. 2, p. 113-120, 2017.

HOFFMAN, L. C.; MULLER, M.; CLOETE, S. W. P.; SCHMIDT, D. Comparison of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. **Meat Science**, v. 65, n. 4, p. 1265-1274, 2003.

HU, X.; HAO, W.; WANG, H.; NING, T.; ZHENG, M.; XU, C. Fermentation characteristics and lactic acid bacteria succession of total mixed ration silages formulated with peach pomace. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 4, p. 502, 2015.

JIN, G.; KIM, J.; QIN, W.; JEONG, J.; JANG, S.; SOHN, Y.; CHOI, C. W.; SONG, M. Effect of feeding whole crop barley silage-or whole crop rye silage based-TMR and duration of TMR feeding on growth, feed cost and meat characteristics of Hanwoo steers. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 54, n. 2, p. 111-124, 2012.

KÖNIG, E. Z.; OJANGO, J. M.; AUDHO, J.; MIRKENA, T.; STRANDBERG, E.; OKEYO, A. M.; PHILIPSSON, J. Live weight, conformation, carcass traits and economic values of ram lambs of Red Maasai and Dorper sheep and their crosses. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, n. 1, p. 121-129, 2017.

KOOHMARAIE, M.; KENT, M. P.; SHACKELFORD, S. D.; VEISETH, E.; WHEELER, T. L. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat science**, v. 62, n. 3, p. 345-352, 2002.

KUCHTÍK, J.; ZAPLETAL, D.; ŠUSTOVÁ, K. Chemical and physical characteristics of lamb meat related to crossbreeding of Romanov ewes with Suffolk and Charollais sires. **Meat Science**, v. 90, n. 2, p. 426-430, 2012.

LEITE, H. R.; DA SILVA LÔBO, K. M.; DE MOURA, M. F.; DE AZEVEDO SILVA, A. M. Silagem de palma forrageira. In: **Congresso de iniciação científica**. p. 1-8, 2009.

LIMA, L. D.; DE ALMEIDA RÊGO, F. C.; JUNIOR, C. K.; DE AZAMBUJA RIBEIRO, E. L.; CONSTANTINO, C.; BELAN, L.; GASPARINE, M. J.; SANCHEZ, A. S.; ZUNDT, M. Interference from high-grain diet on carcass and meat characteristics of Texel lambs. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6Supl2, p. 4053-4064, 2013.

LIU, Q. H.; LI, X. Y.; DESTA, S. T.; ZHANG, J. G.; TAO, S. H. A. O. Effects of Lactobacillus plantarum and fibrolytic enzyme on the fermentation quality and in vitro digestibility of total mixed rations silage including rape straw. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 15, n. 9, p. 2087-2096, 2016.

LOPES, M. A.; MAGALHÃES, G. P. Análise da rentabilidade da terminação de bovinos de corte em condições de confinamento: um estudo de caso. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v. 57, n. 3, p. 374-379, 2005.

MACEDO, F. A. F.; SIQUEIRA, E. R.; MARTINS, E. N. Análise econômica da produção de carne de cordeiros sob dois sistemas de terminação: pastagem e confinamento. **Ciência Rural**, v. 30, n. 4, p. 677-680, 2000.

MADRUGA, M. S.; SOUSA, W.; ROSALES, M. D.; CUNHA, M. D. G. G.; RAMOS, J. D. F. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 309-315, 2005.

MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H.; OLIVEIRA, C. M. C. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importância. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, p. 781-790, 2011.

MAYSONNAVE, G. S.; CAMPARA, J. M.; VAZ, F. N.; PASCOAL, L. L.; MELLO, R. D. O.; VARGAS, F. V.; PACHECO, P. S. Estudo exploratório da precificação dos cortes ovinos comercializados em mercados on line em diferentes países. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 255, p. 405-413, 2017.

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Carboidratos na nutrição de gado de corte. **Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2015.

MEENONGYAI, W.; PATTARAJINDA, V.; STELZLENI, A. M.; SETHAKUL, J.; DUANGJINDA, M. Effects of forage ensiling and ration fermentation on total mixed ration pH, ruminal fermentation and performance of growing Holstein-Zebu cross steers. **Animal Science Journal**, v. 88, n. 9, p. 1372-1379, 2017.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MIYAJI, M.; NONAKA, K. Effects of altering total mixed ration conservation method when feeding dry-rolled versus steam-flaked hulled rice on lactation and digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 6, p. 5092-5101, 2018.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

NISHINO, N.; HARADA, H.; SAKAGUCHI, E. Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers' grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n. 6, p. 557-563, 2003.

NKOSI, B. D.; MEESKE, R. Effects of ensiling totally mixed potato hash ration with or without a heterofermentative bacterial inoculant on silage fermentation, aerobic stability, growth performance and digestibility in lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 161, n. 1-2, p. 38-48, 2010.

OLFAZ, M.; OCAK, N.; ERENER, G.; CAM, M. A.; GARIPOGLU, A. V. Growth, carcass and meat characteristics of Karayaka growing rams fed sugar beet pulp, partially substituting for grass hay as forage. **Meat Science**, v. 70, n. 1, p. 7-14, 2005.

OLIVEIRA, J. P. F. D. Palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar para ovinos em terminação. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Recife, p. 94, 2017.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Sensorial characteristics of sheep meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. SPE, p. 292-300, 2009.

OWENS, F. N.; BASALAN, M. Ruminant fermentation. In: **Rumenology**. Springer, Cham, 2016. p. 63-102.

PAIM, T. D. P.; CARDOSO, M. T. M.; BORGES, B. O.; GOMES, E. F.; LOUVANDINI, H.; MCMANUS, C. Economic study of crossbred feedlot lambs slaughtered at different weights. **Ciencia Animal Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 48-57, 2011.

PAULINO, P. V. R.; OLIVEIRA, T. S.; GIONBELI, M. P.; GALLO, S. B. Dietas sem forragem para terminação de animais ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 161-172, 2014.

PEREIRA, L.; PIRES, A. J.; CARVALHO, G. G.; SILVA, R. V.; SIMIONATO, J. I.; LACERDA, E. C.; CARVALHO, B. M.; BEZERRA, L. S.; EIRAS, E. C.; CARVALHO, B. M. A. Nutritional characteristics of lambs meat fed diets with cotton cake. **Journal of Food Quality**, v. 39, n. 2, p. 140-149, 2016.

PEREIRA, M. N.; ARMENTANO, L. E. Partial replacement of forage with nonforage fiber sources in lactating cow diets. II. Digestion and rumen function. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 12, p. 2876-2887, 2000.

PINHEIRO, R. S. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ANDRADE, E. N. Características quantitativas da carcaça de ovinos de diferentes categorias. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 4, 2009.

POLI, C. H. E. C.; MONTEIRO, A. L. G.; BARROS, C. S. D.; MORAES, A. D.; FERNANDES, M. A. M.; PIAZZETTA, H. V. L. Produção de ovinos de corte em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 666-673, 2008.

RAHMAN, M. M.; MAZLISHAH, M. S. H. B.; WAN, E. W. K.; ABDULLAH, R. B. Effect of corn grain in a wet soya waste based total mixed ration silage on goat performance. **Journal of Tropical Resources Sustainable Science**, v. 6, p. 93-96, 2018.

RIBEIRO, T. M. D.; MONTEIRO, A. L. G.; PRADO, O. R.; NATEL, A. S.; SALGADO, J. A.; PIAZETTA, H. V. L.; FERNANDES, S. R. Desempenho animal e características das carcaças de cordeiros em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 2, 2009.

RODRIGUES, A. M.; PITACAS, F. I.; REIS, C. M. G.; BLASCO, M. Nutritional value of *Opuntia ficus-indica* cladodes from Portuguese ecotypes. **Bulgarian Journal of Agricultural Sciences**, v. 22, p. 40-45, 2016.

ROTTA, P. P.; PRADO, R. M. D.; PRADO, I. N. D.; VALERO, M. V.; VISENTAINE, J. V.; SILVA, R. R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 12, p. 1718-1734, 2009.

SAINZ, R. D.; PAGANINI, R. F. V. Effects of different grazing and feeding periods on performance and carcass traits of beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 1, p. 292-297, 2004.

SANTOS, R. D.; GAGLIARDI, A. C. M.; XAVIER, H. T.; MAGNONI, C. D.; CASSANI, R.; LOTTENBERG, A. M. P.; CASELLA FILHO, A.; ARAÚJO, D. B.; CESENA, F. Y.; ALVES, R. J.; FENELON, G.; NISHIOKA, S. A. D.; FALUDI, A. A.; GELONEZE, B.; SCHERR, C.; KOVACS, C.; TOMAZZELA, C.; CARLA, C.; BARRERA-ARELLANO, D.; CINTRA, D.; QUINTÃO, E.; NAKANDAKARE, E. R.; FONSECA, F. A. H.; PIMENTEL, I.; SANTOS, J. E.; BERTOLAMI, M. C.; ROGERO, M.; IZAR, M. C.; NAKASATO, M.; DAMASCENO, N. R. T.; MARANHÃO, R.; CASSANI, R. S. L.; PERIM, R.; RAMOS, S. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 100, n. 1, p. 1-40, 2013.

SANTOS, V. A. C.; CABO, A.; RAPOSO, P.; SILVA, J. A.; AZEVEDO, J. M. T.; SILVA, S. R. The effect of carcass weight and sex on carcass composition and meat quality of “Cordeiro Mirandês” - Protected designation of origin lambs. **Small Ruminant Research**, v. 130, p. 136-140, 2015.

SAÑUDO, C.; ALFONSO, M.; SÁNCHEZ, A.; DELFA, R.; TEIXEIRA, A. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. **Meat Science**, v. 56, n. 1, p. 89-94, 2000.

SEPPÄLÄ, A.; HEIKKILÄ, T.; MÄKI, M.; MIETTINEN, H.; RINNE, M. Controlling aerobic stability of grass silage-based total mixed rations. **Animal Feed Science and Technology**, v. 179, n. 1-4, p. 54-60, 2013.

SILVA SOBRINHO, A. G. D.; PURCHAS, R. W.; KADIM, I. T.; YAMAMOTO, S. M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005.

SILVA, M. R. H.; NEUMANN M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: Conceitos e importância na nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**. 2012; 9: 69-84.

SILVA, N. V.; DA SILVA, J. H. V.; DE SOUZA COELHO, M.; DE OLIVEIRA, E. R. A.; DE ARAÚJO, J. A.; DE LIMA AMÂNCIO, A. L. Características de carcaça e carne ovina: uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influência. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 4, p. 103-110, 2008.

SIQUEIRA, E. R.; SIMÕES, C. D.; FERNANDES, S. Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. Morfometria da carcaça, pesos dos cortes, composição tecidual e componentes não constituintes da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1299-1307, 2001.

SOUZA, K. C.; MEXIA, A. A.; DA SILVA, S. C.; GARCIA, J.; JÚNIOR, L. D. S. S. Escore de condição corporal em ovinos visando a sua eficiência reprodutiva e produtiva. **Pubvet**, v. 5, p. Art. 992-998, 2011.

TEJEDA, J. F.; PEÑA, R. E.; ANDRÉS, A. I. Effect of live weight and sex on physico-chemical and sensorial characteristics of Merino lamb meat. **Meat Science**, v. 80, n. 4, p. 1061-1067, 2008.

TIGHE, K.; CACHO, O.; MOUNTER, S.; VILLANO, R.; BALL, A.; PETHICK, D.; FLEMING, E. Determinants of consumer willingness to pay for quality-graded Australian sheep meat. **Animal Production Science**, v. 58, n. 9, p. 1692-1699, 2018.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. 1. ed. Vicosia, MG: UFV, 2006. 329p.

VERGARA, H.; LINARES, M. B.; BERRUGA, M. I.; GALLEGO, L. Meat quality in suckling lambs: effect of pre-slaughter handling. **Meat Science**, v. 69, n. 3, p. 473-478, 2005.

VIEIRA, M. M. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; BONFIM, M. A. D.; SEVERINO, L. S.; KHAN, A. S.; SILVA, R. G. D. Análise bioeconômica da substituição do farelo de soja pelo de mamona para ovinos em confinamento. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**. v. 8, n. 4, p. 07-15, 2012.

VNUČEC, I.; DRŽAIĆ, V.; MIOČ, B.; PRPIĆ, Z.; PAVIĆ, V.; ANTUNOVIĆ, Z. Carcass traits and meat colour of lambs from diverse production systems. **Veterinarski Arhiv**, v. 84, n. 3, p. 251-263, 2014.

WAGHORN, G. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production—Progress and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v. 147, n. 1-3, p. 116-139, 2008.

WANG, C.; NISHINO, N. Effects of storage temperature and ensiling period on fermentation products, aerobic stability and microbial communities of total mixed ration silage. **Journal of Applied Microbiology**, v. 114, n. 6, p. 1687-1695, 2013.

WANG, F.; NISHINO, N. Resistance to aerobic deterioration of total mixed ration silage: Effect of ration formulation, air infiltration and storage period on fermentation characteristics and aerobic stability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, n. 1, p. 133-140, 2008.

WEINBERG, Z. G.; CHEN, Y.; MIRON, D.; RAVIV, Y.; NAHIM, E.; BLOCH, A.; YOSEF, E.; NIKBAHAT, M. MIRON, J. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film—A commercial scale experiment. **Animal Feed Science and Technology**, v. 164, n. 1-2, p. 125-129, 2011.

XU, C.; CAI, Y.; MORIYA, N.; OGAWA, M. Nutritive value for ruminants of green tea grounds as a replacement of brewers' grains in totally mixed ration silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 138, n. 3-4, p. 228-238, 2007.

XU, C.; CAI, Y.; ZHANG, J.; MATSUYAMA, H. Feeding value of total mixed ration silage with spent mushroom substrate. **Animal Science Journal**, v. 81, n. 2, p. 194-198, 2010.

YOUSEFI, A. R.; KOHRAM, H.; SHAHNEH, A. Z.; NIK-KHAH, A.; CAMPBELL, A. W. Comparison of the meat quality and fatty acid composition of traditional fat-tailed (Chall) and tailed (Zel) Iranian sheep breeds. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 417-422, 2012.

ZANETTE, P. M.; NEUMANN, M. Confinamento como ferramenta para incremento na produção e na qualidade da carne de ovinos. **Ambiência, Guarapuava (PR)**, v. 8, p. 415-426, 2012.

ZEBELI, Q.; ASCHENBACH, J. R.; TAJAJ, M.; BOGUHN, J.; AMETAJ, B. N.; DROCHNER, W. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1041-1056, 2012.

ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO, A. G. D.; GONZAGA NETO, S.; MARQUES, C. A. T. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 253-257, 2004.

ZHENG, Y.; YATES, M.; AUNG, H.; CHENG, Y. S.; YU, C.; GUO, H.; ZHANG, R.; VANDERGHEYNST, J.; JENKINS, B. M. Influence of moisture content on microbial activity and silage quality during ensilage of food processing residues. **Bioprocess and Biosystems Engineering**, v. 34, n. 8, p. 987-995, 2011.

3. CAPÍTULO II: Características de carcaça de cordeiros submetidos a dietas com torta de algodão em silagem à base de palma forrageira

RESUMO

O estudo objetivou avaliar as características de carcaça e qualidade de carne de cordeiros terminados em confinamento submetidos a ração completa à base de palma forrageira com inclusão de torta de algodão. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (0, 20, 25 e 30% de inclusão de torta de algodão) e oito repetições. Foram utilizados 32 cordeiros inteiros mestiços de Dorper, com idade inicial de 120 dias, peso vivo inicial médio de $17 \pm 1,5$ kg. Após 60 dias de confinamento, sendo os 14 primeiros dias de adaptação, os cordeiros foram abatidos, avaliadas as características de carcaças e qualidade de carne. Os dados referentes a cada tratamento foram submetidos a análise de variância e comparados utilizando contrastes ortogonais (linear e quadrático) e contrastes de interesse, que quando significativos pelo teste de Dunnett, foram submetidos a análise de regressão, sempre a 5% de probabilidade. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre as características quantitativas e qualitativas das carcaças dos cordeiros, no entanto foi verificado efeito quadrático ($P = 0,018$) para acabamento da carcaça. Não houve efeito ($P > 0,05$) da dieta sobre o peso e rendimento dos cortes comerciais, composição tecidual, pH, temperatura, cor, perdas por cocção, umidade e teor de proteína da carne dos cordeiros. Foi observado efeito quadrático das dietas sobre a força de cisalhamento, mostrando que dietas com 15% de inclusão de torta de algodão proporcionam carnes menos macias. As características químicas da carne não foram alteradas significativamente ($P > 0,05$) pela dieta, com médias de 75,365% U, 0,840% MM e 20,434% PB. A igualdade de resultados pode estar associada ao fato de as dietas serem isoproteicas e isoenergéticas, porém a dieta contendo 25% de torta de algodão se mostra mais viável economicamente. A inclusão de até 30% de torta de algodão na silagem de ração completa à base de palma forrageira não altera as características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros terminados em confinamento, podendo ser usada dependendo do custo de aquisição e disponibilidade do ingrediente.

Palavras-chave: acabamento; cortes comerciais; dorper; musculosidade; *Nopalea cochenillifera*; qualidade de carne

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the carcass traits and meat quality of lambs finished in feedlot submitted to complete diet based on spineless cactus with inclusion of cotton cake. The experiment was carried out in a completely randomized design with four treatments (0, 20, 25 and 30% inclusion of cotton cake) and eight replications. Thirty-two crossbred Dorper lambs were used, with an initial age of 120 days, average initial live weight of 17 ± 1.5 kg. After 60 days of confinement, with the first 14 days of adaptation, the lambs were slaughtered, and carcass characteristics and meat quality were evaluated. Data for each treatment were subjected to analysis of variance and compared using orthogonal contrasts (linear and quadratic) and contrasts of interest, which when significant by Dunnett's test, were submitted to regression analysis, always at 5% probability. There was no effect ($P > 0.05$) of the treatments on the quantitative and qualitative characteristics of the lamb carcasses, however a quadratic effect ($P = 0.018$) was observed for carcass finishing. There was no effect ($P > 0.05$) of the diet on the weight and yield of commercial cuts, tissue composition, pH, temperature, color, cooking losses, moisture and protein content of the lamb meat. A quadratic effect of diets on shear force was observed, showing that diets with 15% cotton cake inclusion provide less tender meat. The chemical characteristics of the meat were not significantly changed ($P > 0.05$) by the diet, with averages of 75.365% U, 0.840% MM and 20.434% CP. The equality of results may be associated with the fact that the diets are isoprotein and isoenergetic, but the diet containing 25% cotton cake is more economically viable. The inclusion of up to 30% of cotton cake in the silage of complete ration based on spineless cactus does not change the carcass characteristics and meat quality of feedlot finished lambs, and can be used depending on the acquisition cost and availability of the ingredient.

Keywords: finishing; commercial cuts; dorper; muscle; *Nopalea cochenillifera*; meat quality

3.1. INTRODUÇÃO

No Nordeste do Brasil a principal dificuldade enfrentada pelos ovinocultores é a limitação alimentar decorrente das condições climáticas, o que restringe a produção em determinados períodos do ano. Da mesma forma que o rigor climático desencadeia a redução da produção de volumosos e provoca encarecimento dos demais insumos alimentares usados na pecuária.

O confinamento de cordeiros é uma prática de manejo nutricional estratégico que garante uniformidade da qualidade das carcaças durante o ano, no entanto o fornecimento regular de alimentos acessíveis durante o confinamento é um desafio. Assim, o uso de alimentos de baixo custo e tolerantes à condição climática local, como a palma forrageira, é uma alternativa promissora para garantir a produção de carne ovina.

A palma forrageira (*Opuntia* spp. e *Nopalea* spp.) apresenta grande capacidade de produção de fitomassa nas regiões semiáridas, é resistente à seca, eficiente no uso de água, versátil, rica em carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), pectina e minerais principalmente cálcio, porém apresenta baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN) (20%) e proteína bruta (PB) (4,9%) (Soares, 2017; Rodrigues et al., 2016). Dada a necessidade de cortes periódicos na cultura de palma forrageira, visto que a frequência e intensidade de corte podem influenciar significativamente a produção de palma (Alves et al., 2007), os cladódios cortados podem ser usados para alimentação animal.

Consta na literatura estudos que avaliaram a qualidade de carcaça de ovinos alimentados com farelo de palma como substituto do milho (Veras et al., 2005), do feno de Tifton (Andrade et al., 2016) ou da raspa de mandioca (Araújo et al., 2009); palma *in natura* em substituição a cana de açúcar (Oliveira et al., 2018), silagem de milho (Ribeiro et al., 2020) ou feno de maniçoba (Moura et al., 2020). Os resultados mostram que dietas contendo palma são recomendadas para cordeiros em terminação, desde que as dietas sejam balanceadas adequadamente, promovendo melhora nas características de carcaça e composição tecidual da carcaça.

Porém devido às suas características bromatológicas, seu uso como único alimento pode causar diarreia e queda no desempenho de ruminantes, uma vez que a concentração de fibra não é suficiente para manter as condições adequadas das funções ruminais. O NRC (2001) preconiza que o nível de FDN da dieta deve ser correspondente no mínimo a 25% da matéria seca exigida pelo animal, dos quais 19% devem ser proveniente de uma fonte de forragem. Assim, a palma

forrageira deve ser fornecida aos animais associada a uma fonte de fibra juntamente com uma fonte de proteína (Gusha et al., 2013).

Dentre as opções de forrageiras disponíveis na região Semiárida para associações com a palma, encontra-se o capim-buffel (*Cenchrus ciliaries* L.), caracterizado pela resistência ao déficit hídrico devido à sua eficiência no uso da água, alta quantidade e variabilidade de forragem e composição nutricional, contendo 13,25% de PB e 73,79% de FDN (Silva et al., 2011). No entanto devido aos fatores de escassez supracitados e a valorização do produto em períodos de seca, o custo para aquisição do alimento pode inviabilizar sua compra. A torta de algodão pode ser inserida como concentrado fibroso em dietas à base de palma, contendo 49,8% de FDN e 35,7% de PB (Dias et al., 2019) e preço pouco flutuante por se tratar de um subproduto industrial.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar as características de carcaça e qualidade de carne de cordeiros terminados em confinamento submetidos a ração completa à base de palma forrageira com inclusão de torta de algodão.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Beijamim Maranhão, da Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER-PB), localizada no município Campo de Santana, na Mesorregião do Agreste Paraibano, Microrregião do Curimataú Oriental, distando 180 km de João Pessoa, a capital do Estado, situada nas coordenadas geográficas com latitude de 06° 29' 18" S, 35° 38' 14" W.Gr., altitude de 168 m, as temperaturas variam entre 22 e 26°C e umidade relativa de 70%.

Foram utilizados 32 cordeiros inteiros mestiços de Dorper com ovino deslanado tipo Santa Inês, com idade inicial de 120 dias, pesando em média $23 \pm 1,7$ kg. Os animais foram alojados baias individuais providas de comedouro e bebedouro individual, vacinados e desverminados. O período de adaptação foi de 14 dias e as pesagens dos cordeiros foram realizadas a cada 14 dias, com duração total de 60 dias experimentais. O projeto foi enviado ao Comitê de Ética no Uso Animal da Universidade Federal da Paraíba sob protocolo nº 2598200218.

Os ingredientes utilizados na preparação da silagem de ração completa foram a palma forrageira Miúda (*Nopalea cochenillifera*), feno moído de capim buffel (*Cenchrus ciliaries* L.), farelo de milho, torta de algodão e farelo de soja ensilados na forma de ração total. As dietas

foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007) para ganhos de 200 g/animal/dia (Tabela 1).

Tabela 1: Composição percentual e nutricional das dietas experimentais com base na matéria seca

Ingredientes (%)	0%	20%	25%	30%
Palma forrageira	34,22	33,92	33,83	33,83
Feno buffel	23,27	6,78	0,00	0,00
Farelo de Soja	16,15	6,92	2,03	0,00
Farelo de Milho	23,00	30,26	35,86	33,83
Torta de algodão	0,00	19,54	25,71	29,77
Ureia	0,68	0,00	0,00	0,00
Núcleo mineral ¹	1,64	1,63	1,62	1,62
Cloreto de amônio	0,96	0,95	0,95	0,95
Sulfato de amônia	0,08	0,00	0,00	0,00
Composição nutricional				
MS (g/kg)	296,62	298,50	299,06	299,18
EM (Mcal)	2,46	2,60	2,65	2,63
NDT (g/kg)	671,24	734,69	759,62	758,55
PB (g/kg)	156,10	153,66	153,18	153,67
PDR (g/kg)	108,04	106,70	107,90	110,49
PNDR (g/kg)	51,99	36,95	30,39	25,36
EE (g/kg)	27,06	46,86	54,79	56,93
FDN (g/kg)	362,35	321,75	298,31	311,80
CNF (g/kg)	440,19	439,38	454,50	434,00

¹Composição do suplemento mineral com base em no fornecimento de 100 g: cálcio= 14 g, fósforo= 11 g, sódio= 7 g, magnésio= 9 g, enxofre= 13,5 g, potássio= 54 g, cobalto= 0,9 mg, cobre= 90 mg, iodo= 4,5 mg, manganês= 180 mg, selênio= 0,9 mg, zinco= 270 mg, ferro= 450 mg. Vitaminas: vitamina A= 20.000 UI, vitamina D= 2.500 UI, vitamina E= 350 UI. Ureia= 450 g/kg de nitrogênio.

Foi estabelecido um consumo de 5% do peso vivo de matéria seca, sendo pesado e reajustado diariamente em função das sobras de 10% para em seguida fazer os cálculos do consumo de matéria seca (CMS). O fornecimento da ração foi realizado duas vezes ao dia, às 8 h e às 16 h e a água fornecida à vontade (*ad libitum*).

As dietas foram analisadas bromatologicamente quanto a MS, MM, PB, EB, FDN, FDNcp, FDA A determinação da MS, MM, EE e EB seguiu a metodologia descrita por A.O.A.C. (1990); o conteúdo de nitrogênio (PB) foi feito pelo método de Kjeldahl (nº 2049, A.O.A.C. (1975). A obtenção do FDN foi feita de acordo com Van Soest (1991) e FDA por Robertson e Van Soest (1981). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados segundo a metodologia de Sniffen et al. (1992), utilizando a fórmula: $CNF = 100 -$

(FDNcp + PB + EE + MM) e para a estimativa do NDT dos ingredientes foi utilizado a formula $NDT = (CPPB \times CDEE \times 2,25 + CDCNE + FDNcp)$ (NRC, 2001).

Para obtenção da espessura de gordura subcutânea, foi utilizado equipamento de ultrassom, marca ALOKA 500, com sonda acústica de 7,5 cm e frequência de 3,5 Mhz e acoplador de silicone. Para a realização das medidas os cordeiros foram imobilizados manualmente. Foi realizada tricotomia no espaço intercostal assim como aplicada mucilagem para o melhor acoplamento da probe à pele para medição. Todas as mensurações foram realizadas pelo mesmo técnico, do lado esquerdo, entre a 12^a e 13^a costelas, a quatro centímetros da coluna vertebral. A pressão da cabeça do transdutor foi mantida mínima para evitar a compressão da gordura. Depois de capturada a imagem, a espessura da gordura subcutânea neste ponto foi medida usando-se o ponteiro eletrônico do ultrassom.

Após alcançarem o escore pré-estabelecido para o abate (3,5), os animais foram submetidos a jejum sólido de 16 horas e em seguida foram transportados para a Estação Experimental de Pendência (EMPAER-PB) para o abate. Os cordeiros foram pesados a fim de obter o peso vivo ao jejum (PVAJ) e abatidos via concussão cerebral por meio de pistola de dardo cativo e, em seguida, seccionadas a jugular e a carótida para sangria, recolhendo o sangue, para pesagem e identificação. Após a sangria e esfola, foi retirado o conteúdo gastrointestinal, pele, vísceras, cabeça, patas e órgãos genitais. O trato gastrointestinal (TGI), a bexiga (B) e a vesícula biliar (VB) foram esvaziados e lavados para a obtenção do peso corporal vazio (PCV).

Foi obtido o peso de carcaça quente (PCQ) e após resfriamento em câmara fria por 24 horas à 4°C, obtido o peso da carcaça fria (PCF). Em seguida, foram determinados os rendimentos de carcaça quente (RCQ) e de carcaça fria (RCF) pelas seguintes fórmulas: $RCQ = \left(\frac{PCQ}{PVAJ} \right) \times 100$ e $RCF = \left(\frac{PCF}{PVAJ} \right) \times 100$. O rendimento biológico foi determinado pela fórmula: $RB = \left(\frac{PCQ}{PCV} \right) \times 100$ e as perdas por resfriamento foram calculadas pela equação: $PPR = \left(\frac{PCQ - PCF}{PCQ} \right) \times 100$.

Logo após a evisceração, as carcaças foram identificadas e no músculo *Semimembranosus* foram mensurados o pH e a temperatura interna da carcaça na hora zero *post mortem* utilizando um instrumento de medição de pH/°C (Testo®) com eletrodo de penetração acoplado. Em seguida, as carcaças foram lavadas e penduradas pelos tendões calcâneos em ganchos apropriados e submetidos à refrigeração em câmara fria a 4°C por 24 horas. Passado esse período, foi mensurado novamente o pH (24 horas) e a temperatura das carcaças dentro da câmara fria.

Permanecendo com a carcaça suspensa, foi feita a medição do comprimento interno da carcaça (CIC), mediante o uso de fita métrica e determinação da quantidade da gordura pélvico-renal de acordo com metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007). Em seguida, a carcaça foi serrada e na meia carcaça esquerda foi realizado corte transversal do músculo *Longissimus dorsi* para exposição e determinação da área de olho de lombo (AOL). Para registrar a AOL (em cm²), foi colocado sobre a secção uma película transparente para contornar o músculo *Longissimus dorsi* com caneta própria, em seguida foi feita a medição da AOL através da utilização de papel milimetrado.

No mesmo músculo foram efetuadas avaliações subjetivas quanto à marmorização, quantidade e distribuição de marmoreio, textura e coloração atribuindo escores de um a cinco. O marmoreio foi avaliado conforme Osorio e Osorio (2003), cuja escala representava (1) inexistente, (2) pouco, (3) bom, (4) muito e (5) excessivo. A textura do músculo *L. dorsi* foi classificada como (1) muito fina, (2) fina, (3) levemente grosseira, (4) grosso, (5) muito grossa, enquanto a coloração teve sua classificação baseada nos escores (1) rosa claro, (2) rosa, (3) vermelho claro, (4) vermelho e (5) vermelho escuro, ambas de acordo com Cezar e Sousa (2007).

Para a avaliação da gordura presente na carcaça, foi mensurada a espessura da gordura subcutânea (EGS) usando paquímetro digital, por meio da determinação da medida GR (“grade rule”), em cm, na parede abdominal, da profundidade do tecido mole (músculo e gordura) depositada sobre a 12^a costela em um ponto a 1 cm de distância da linha média do lombo. A medida GR e AOL também foram ajustadas para 100 kg de PV a fim de homogeneizar as carcaças. As gorduras renal, inguinal e pélvicas foram retiradas, pesadas e somadas a fim de obter o percentual de gordura interna (GI) relacionando-as ao peso da carcaça fria.

Para a análise da composição regional, as carcaças foram divididas longitudinalmente e a meia carcaça esquerda foi seccionada em cinco cortes primários (pescoço, paleta, costela, lombo e perna), que foram individualmente pesadas.

Para obtenção da composição tecidual, foram dissecadas as pernas esquerdas, efetuando mensuração dos três principais grupos de tecidos (osso, músculo e gordura). As pernas foram retiradas do freezer 24 horas antes da dissecação e descongeladas em câmara fria a uma temperatura de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Para retirada e separação da gordura, dos músculos e os ossos das pernas, foram utilizados tesouras, pinças e bisturi.

Os cinco músculos que recobrem o fêmur (*Biceps femoris*, *Semitendinosus*, *Adductor*, *Semimembranosus* e *Quadriceps femoris*) foram retirados e pesados separados. Os demais músculos que recobriam diretamente o fêmur foram retirados, pesados assim como ossos e

gorduras (pélvica, subcutânea e intermuscular). Os ossos do fêmur (ísquio, íliaco, púbis, fêmur, tíbia, fíbula e patela) foram pesados individualmente, realizadas as mensurações de comprimento e circunferência do osso femural, para obtenção do índice de musculosidade da perna (IMP), que sugere a quantidade de músculo presente na perna através da equação $IMP = \frac{\sqrt{P5F/CF}}{CF}$ onde P5F = peso dos cinco músculos e CF comprimento do fêmur (Purchas et al., 1991).

O índice de compacidade da carcaça (ICC) indica a relação das massas muscular e adiposa com o comprimento, servindo para avaliação da quantidade de tecido depositado por unidade de comprimento e foi calculado pela fórmula: $ICC = \left(\frac{PCF}{CIC} \right)$

O percentual de músculo, osso, gordura e outros tecidos foi calculado em relação ao peso do pernil. O percentual de gordura interna (GI) foi obtido pelo somatório das gorduras renal, inguinal e pélvica em relação ao peso da carcaça fria.

A perda de peso por cocção (PPC) foi determinada pela metodologia descrita por Wheeler et al. (1995). Na avaliação das perdas na cocção, as amostras de lombo foram previamente descongeladas durante 24 horas, sob refrigeração (4°C), e cortadas em bifes de 2,5 cm de espessura. Em seguida, os bifes foram assados em forno pré-aquecido até atingir 71°C no centro geométrico, sendo a temperatura monitorada através de termômetro especializado para cocção de carne (Acurite®). As perdas durante a cocção foram calculadas pela diferença de peso das amostras antes e depois de assadas usando a seguinte fórmula $PPC = \left(\frac{\text{Peso da amostra crua} - \text{Peso da amostra cozida}}{\text{Peso da amostra crua}} \right) \times 100$, expressas em porcentagem (g/100g).

Para análises de força de cisalhamento foram utilizadas as amostras das perdas por cocção, das quais foram retirados 3 cilindros com um vazador circular de aço inoxidável no sentido das fibras musculares. Foi utilizada uma máquina de cisalhamento Warner Blazer (G-R MANUFACTURING CO, MODELO 3000) com células de cargas de 25Kgf e velocidade de corte de 20cm/min. A média das forças de cisalhamento de cada cilindro foi utilizada para representar o valor da dureza de cada amostra.

As amostras de lombo foram descongeladas a 4°C, por 24 horas, e a mensuração da cor foi feita após 50 minutos de exposição da amostra ao ar. A cor da carne foi medida através do colorímetro Minolta CR-200, operando no sistema CIELAB (L*, a*, b*) calibrado em placa branca. Foram realizadas três medições em diferentes pontos do músculo, utilizando-se os valores médios para representação da coloração, segundo a metodologia de Ramos e Gomide (2009). O índice de saturação (Chroma) foi determinado usando a* como (a) e b* como (b) de

acordo com a fórmula: $C = \sqrt{(a^2) + (b^2)}$. Além disso, o ângulo de matiz (Hue) como $H^\circ = \arccotangente\left(\frac{b}{a}\right)$ foi determinado de acordo com Hunt e King (2012).

Para avaliação centesimal da carne ovina foi utilizado o músculo *Longissimus dorsi* de cada animal, embalados em papel alumínio e armazenados em freezer a -18°C . De cada músculo descongelado a 4°C foi retirado uma amostra, triturado em moinho de bolas e usado para as análises para umidade, cinzas e proteínas.

A determinação da umidade foi realizada segundo os procedimentos analíticos da AOAC (2000), utilizando estufa a 105°C (Marca TECNAL, modelo TE 397/4) por 24 horas. A determinação de cinzas foi realizada pela incineração do material em mufla a 550°C (marca FORNITEC, modelo 1557) por 6 horas. A determinação de proteínas foi realizada segundo o método de Kjeldahl na matéria natural e aplicando-se fator de 6,25 para a conversão do nitrogênio total em nitrogênio proteico.

Os preços de MS por kg adotados para a estimativa final dos custos de cada ingrediente foram: palma forrageira (R\$ 0,538), feno de buffel (R\$0,60), farelo de soja (R\$1,60), farelo de milho (R\$0,90), torta de algodão (R\$1,00), ureia (R\$0,50), núcleo mineral (R\$9,50), cloreto de amônio (R\$50,00), sulfato de amônio (R\$18,00). Os valores listados correspondem aos preços de mercado durante a execução do experimento, em março de 2018.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 8 repetições, de acordo com o modelo estatístico a abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Onde : Y_{ij} = valor da variável dependente referente ao tratamento i , na repetição j ; μ = média geral; t_i = representa o efeito do tratamento i ; ε_{ij} = erro aleatório associado à observação Y_{ij} , considerado independente e normalmente distribuído, com média zero e variância s^2 .

Os dados foram submetidos a análise de variância, normalidade dos erros pelo teste Shapiro-Wilk e homogeneidade utilizando teste de Levene (PROC UNIVARIATE) e as variáveis que não apresentaram distribuição normal e homogeneidade (acabamento, marmoreio e PPC) foram transformados utilizando logaritmo. Quando observado efeito significativo de tratamento (0, 20; 25 e 30% de torta de algodão) foram comparadas utilizando-se contrastes ortogonais (linear e quadrático) e contrastes de interesse determinados *a priori* (PROC GLM). Quando os efeitos dos contrastes foram significativos (linear ou quadrático) pelo teste de Dunnett, foi feita análise de regressão (PROC REG) e estimados os parâmetros das equações de regressão. Para todas as análises utilizou-se o programa SAS versão 9.4 (SAS Institute, Cary,

NC, USA). Para a interpretação dos resultados adotou-se 5% como nível crítico de probabilidade para os erros tipo I.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre as características de carcaça dos cordeiros, conforme apresentado na Tabela 2, no entanto foi verificada tendência quadrática negativa ($P=0,092$) para a área de olho de lombo dos cordeiros submetidos à dieta com 25% de inclusão de torta de algodão.

Tabela 2: Características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de ração completa à base de palma forrageira com níveis de inclusão de torta de algodão

Variáveis	Tratamentos				EPM	P valor		
	0	20	25	30		TRAT	L	Q
PV inicial	25,175	24,000	23,800	24,525	0,902	0,709	0,598	0,301
ECC inicial (1 a 5)	2,563	2,313	2,500	2,500	0,119	0,492	1,000	0,304
PV final	32,375	30,325	30,225	32,038	1,502	0,646	0,870	0,209
ECC final (1 a 5)	3,250	3,188	3,094	3,219	0,138	0,868	0,764	0,503
PCQ kg	15,650	14,775	14,200	15,575	0,810	0,543	0,827	0,176
PCF kg	15,275	14,400	13,875	15,213	0,799	0,553	0,843	0,177
RCQ %	51,219	51,784	50,798	51,318	0,886	0,889	0,863	0,980
RCF %	49,953	50,469	49,634	50,125	0,864	0,921	0,935	0,989
PCV kg	26,584	25,439	24,291	26,946	1,262	0,450	0,992	0,143
RB %	55,363	50,791	49,885	54,015	2,930	0,512	0,709	0,149
PPR %	2,471	2,546	2,290	2,324	0,204	0,787	0,450	0,920
EGS (mm)	1,700	1,725	1,463	1,675	0,117	0,379	0,523	0,428
AOL cm ²	11,670	10,865	10,043	11,453	0,635	0,290	0,608	0,092
AOL/100 kg PV	36,224	35,850	33,609	35,785	4,867	0,701	0,647	0,465
ICC (kg/cm)	0,238	0,224	0,219	0,236	0,010	0,455	0,843	0,121

EPM= erro padrão da média; *significativo pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

O peso vivo final dos animais e o escore de condição corporal (ECC) não foram alterados pela dieta experimental, consequentemente as demais variáveis não foram afetadas, reflexo da semelhança do consumo de matéria seca dos animais (1,034; 0,996; 0,906 e 0,957 kg de MS/dia para os respectivos tratamentos).

O peso vivo final dos animais mantidos por 46 dias com a dieta experimental foi semelhante ao relatado por Cartaxo et al. (2017) que, utilizando animais $\frac{3}{4}$ Dorper + $\frac{1}{4}$ Santa Inês submetidos a dieta contendo 16,9% PB e 2,8 Mcal/kg MS durante 40 dias, verificaram peso final de 31,1 kg. No entanto, o ECC constatado pelos autores foi superior ao observado no

estudo (3,42 vs 3,18), o que pode ser explicado pelo menor teor energético empregado na presente pesquisa.

O peso de carcaça quente e fria não foram afetados pela dieta, no entanto se assemelham ao observado por Félix et al. (2015) ao usaram rações com 13,8% PB contendo 56,9% palma forrageira em substituição ao farelo de trigo para ovinos ½ Dorper e ½ Santa Inês durante terminação em confinamento por 70 dias.

As médias de PCQ, PCF, RCQ e RCF observados (15,05, 14,69, 51,28 e 50,05 respectivamente) atendem aos valores mínimos para caracterização de carcaças ovinas de raças especializadas para produção de carne com qualidade, conforme indicado por Silva Sobrinho (2001), com PCQ igual ou maior que 14,4 kg, PCF maior ou igual a 13,8 kg e rendimentos entre 40 a 50%.

O rendimento biológico não sofreu influência da dieta e apresentou média de 52,51%, abaixo da média observada por Lemos et al. (2020), que verificaram RB médio de 56,6% para cordeiros ½ Dorper + ½ Santa Inês alimentados com feno ou silagem de gliricídia em substituição parcial ao farelo de soja. Supõe-se que o maior teor de FDN da dieta dos autores (49,1 e 47,7%) comparada ao FDN do estudo (36,23; 32,17; 29,8 e 31,18%) foi capaz de promover o maior enchimento ruminal, diminuir a taxa de passagem e retardar o esvaziamento do trato gastrintestinal, aumentando o percentual de conteúdo gastrintestinal, afetando o peso de corpo vazio e consequentemente promovendo a diferença entre os valores médios das duas pesquisas.

Segundo Cunha et al. (2008), a perda por resfriamento é influenciada pela quantidade de gordura de cobertura e pela perda de umidade, podendo variar entre 1,47 a 2,45%, assim, o valor observado (2,41%) encontra-se dentro da normalidade, reforçando a importância da cobertura mínima de gordura para proteção das carcaças contra o ressecamento causado pelo resfriamento.

Foi observado que a dieta com 25% de inclusão de torta de algodão quando comparada a dieta controle (0%) tende a proporcionar menor área de olho de lombo (11,67 vs 10,04 cm²), confirmado pela tendência do contraste 1 vs 3 (P=0,081) e do efeito quadrático (0,092), porém o efeito não foi capaz de promover diferença estatística.

A área de olho de lombo (AOL) é considerada um importante indicador de musculosidade da carcaça, e embora o músculo *Longissimus dorsi* seja considerado de maturação tardia, a melhoria do plano alimentar pode resultar na maior deposição de músculos (Ortiz et al., 2005). Considerando a composição nutricional das dietas testadas, a AOL seguiu o comportamento de teor proteico (15,61; 15,36; 15,32 e 15,37% PB), conforme relatado por

Ramos et al. (2018). Entretanto em ambos os casos o acréscimo proteico não foi responsivo a nível estatístico, visto que há pouca alteração no desenvolvimento muscular aumentando os níveis de PB além de 12%.

A AOL expressa em 100 kg/PV observada (36,22; 35,85; 33,60 e 35,78) superou os valores obtidos por Cartaxo et al. (2011), que reportou médias de 32,90, 35,06 e 31,50 AOL 100 kg/PV para ovinos Santa Inês, Dorper × Santa Inês e Santa Inês x SPRD, respectivamente. Embora o teor energético da dieta não tenha afetado a musculabilidade da carcaça, os autores verificaram efeito do genótipo, observando maiores índices em animais cruzas de Dorper, o que justifica a maior musculabilidade obtida na presente pesquisa.

Da mesma forma, o ICC não sofreu influência da dieta ($P=0,455$), demonstrando que a inclusão da torta de algodão não altera esse indicativo da conformação da carcaça. A média de ICC observada foi 0,229, corroborando com os dados obtidos Ferreira et al. (2015), utilizando ovinos deslançados tipo SPRD e Cartaxo et al. (2011) utilizando dietas com 2,4 Mcal EM/kg MS para ovinos de diferentes genótipos.

Considerando que animais da raça Dorper são utilizados nos programas de cruzamento a fim de melhorar as características de carcaça do rebanho, o valor constatado foi inferior ao observado por Souza et al. (2016), que avaliaram a influência do genótipo Dorper sobre as características de carcaça de animais $\frac{1}{2}$ Dorper + $\frac{1}{2}$ Santa Inês e $\frac{3}{4}$ Dorper + $\frac{1}{4}$ Santa Inês (28,16 e 28,29 kg/cm). No entanto, Oliveira et al. (2018) e Nascimento et al. (2018) constataram que animais com maior peso corporal apresentam maior ICC, o que justifica os valores observados, já que os autores supracitados conduziram pesquisas com animais mais pesados.

Na Tabela 3 são apresentadas que as características subjetivas da carne não foram afetadas pelas dietas experimentais ($P>0,05$), exceto o acabamento da carcaça, que apresentou efeito quadrático ($P=0,018$). A partir da equação de regressão gerada, observa-se que 12% de inclusão de torta de algodão promove o menor estado de acabamento da carcaça (3,399).

Tabela 3: Características subjetivas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de ração completa à base de palma forrageira com níveis de inclusão de torta de algodão

Variáveis	Tratamentos				EPM	P valor		
	0	20	25	30		TRAT	L	Q
Conformação (1-5)	3,613	3,525	3,700	3,600	0,089	0,592	0,733	0,945
Acabamento (1-5)	3,513	3,400*	3,650	3,688	0,069	0,024	0,128	0,028 ¹
GPR (1-3)	2,875	2,625	2,763	2,788	0,090	0,287	0,759	0,138
EGS (mm)	0,831	0,825	0,970	1,019	0,134	0,661	0,247	0,839
Textura (1-5)	4,713	4,650	4,663	4,638	0,055	0,788	0,398	0,737
Marmoreio (1-5)	1,125	0,800	0,913	0,888	0,153	0,499	0,388	0,336

Coloração (1-5)	4,638	4,638	4,638	4,613	0,049	0,978	0,736	0,802
GR (mm)	10,354	9,610	10,371	10,406	0,897	0,897	0,821	0,668
GR/100 kg PV	31,385	31,803	34,213	32,693	6,105	0,799	0,517	0,657

EPM= erro padrão da média; *significativo pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade; $y^1=3,51-0,02x+0,0009x^2$ ($R^2=0,78$)

Apesar de não ter sofrido alteração devido à dieta, a conformação dos animais pode ser considerada entre boa e muito boa, segundo a classificação de Cezar e Sousa (2007). Tanto o escore de conformação quanto o de acabamento foram superiores aos observados por Souza et al. (2016) em ovinos $\frac{3}{4}$ Dorper + $\frac{1}{4}$ Santa Inês (3,1 para conformação e 3,3 para acabamento), mesmo os autores utilizando dietas de alta energia e nível de proteína superior (18,6% PB).

O acabamento das carcaças acompanhou a mensuração de gordura subcutânea, demonstrando numericamente inferioridade de recobrimento de gordura e consequentemente maior percentual de perdas por resfriamento (Tabela 2) nos animais submetidos ao nível de 20% de inclusão, entretanto, estatisticamente o efeito só foi significativamente perceptível para escala de acabamento ($P=0,028$). Ainda assim, as carcaças apresentam estado de acabamento considerado dentro do intervalo de médio a ideal conforme Cezar e Sousa (2007).

Confrontando os dados de EGS (mm) mensurada via ultrassom e a EGS aferida via paquímetro, observa-se incompatibilidade, o que pode ser explicada pela possível retirada do recobrimento de gordura durante a esfolagem, apesar dos cuidados tomados durante o processo.

O escore de gordura pélvico renal não foi afetado pela dieta ($P=0,287$), porém foi superior ao constatado por Cartaxo et al. (2017), que verificaram escore pélvico-renal de 2,28 em cordeiros $\frac{3}{4}$ Dorper + $\frac{1}{4}$ Santa Inês com cerca de 130 dias de idade. De acordo com Carvalho et al. (2015), com o decorrer dos dias de confinamento, o animal aumenta seu peso corporal, porém ao atingir o platô de deposição muscular, conforme a curva de crescimento limitada pelo potencial genético, há maior proporção de gordura na composição do ganho de peso devido a deposição de maior quantidade de gordura visceral. Como os cordeiros Dorper apresentam maturação precoce, tendem a depositar gordura prontamente e este efeito é amplificado por regimes de alimentação intensiva (Brand et al., 2018).

A textura, marmoreio e coloração da carne não sofreram influência da dieta ($P>0,05$), efeito já esperado, visto que o principal agente que afeta estes parâmetros é a idade do animal (Cezar e Sousa, 2007), porém todos os animais experimentais apresentavam idade semelhante (180 dias) na ocasião do abate.

A medida GR não foi afetada pela inclusão de torta de algodão, apresentando valores de 10,35; 9,61, 10,37 e 10,40 para os níveis de 0, 20, 25 e 30% respectivamente. Segundo Cezar e Sousa (2007), a medida GR de 7 a 12 mm é considerada ideal para carcaças ovinas, visto que esse dado representa a espessura máxima de gordura de cobertura sobre a superfície da 12ª

costela. O valor de GR para 100 kg de PV foi superior ao observado por Souza et al. (2013) para ovinos Dorper x Santa Inês e Dorper x Somalis Brasileiro (32,52 vs 19 e 27, respectivamente). Assim, pode-se constatar que os valores observados são apropriados para a proteção satisfatória das carcaças ovinas, prevenindo com eficiência excessos relacionados ao encurtamento muscular e às perdas líquidas durante a refrigeração, processamento, transporte e armazenamento.

Foi observado que não houve efeito ($P>0,05$) da dieta sobre o peso (kg) e rendimento (%) dos cortes comerciais (Tabela 4), mostrando que a composição regional das carcaças não foi afetada pela inclusão de torta de algodão. O efeito observado já era esperado, dada a similaridade entre os dados de carcaça apresentados na Tabela 2.

Tabela 4: Composição regional da carcaça de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de ração completa à base de palma forrageira com níveis de inclusão de torta de algodão

Variáveis	Tratamentos				EPM	P valor		
	0	20	25	30		TRAT	L	Q
Perna (kg)	2,511	2,271	2,293	2,467	0,127	0,453	0,846	0,116
Paleta (kg)	1,391	1,308	1,298	1,378	0,062	0,626	0,860	0,198
Pescoço (kg)	1,077	1,001	1,023	1,031	0,056	0,811	0,655	0,462
Costela (kg)	2,098	2,006	1,926	2,164	0,146	0,681	0,857	0,270
Lombo (kg)	0,860	0,770	0,776	0,860	0,054	0,977	0,918	0,430
Perna (%)	31,710	30,912	31,350	31,249	1,291	0,673	0,647	0,451
Paleta (%)	17,655	17,791	17,760	17,567	0,955	0,964	0,847	0,631
Pescoço (%)	13,532	13,639	14,037	13,152	1,163	0,513	0,689	0,238
Costela (%)	26,271	27,195	26,231	27,195	2,121	0,666	0,594	0,979
Lombo (%)	10,832	10,464	10,623	10,837	1,059	0,874	0,918	0,443

EPM= erro padrão da média; *significativo pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

O peso dos cortes comerciais obtidos corrobora com os obtidos por Ferreira et al. (2015) para ovinos $\frac{1}{2}$ Dorper + $\frac{1}{2}$ SPRD pastejando em Caatinga com suplementação proteica, que observaram valores médias de 31,55; 13,95; 6,53; 27,67 e 20,30% para rendimento de perna, lombo, pescoço, costela e paleta, respectivamente.

O percentual de pernil foi similar ao observado por Rezende et al. (2020) ao avaliar a influência do genótipo sobre as características de carcaça de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{2}$ Morada Nova, $\frac{1}{2}$ Dorper x Rabo Largo e $\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{2}$ Santa Inês de ambos os sexos abatidos com 120 dias. Os demais cortes apresentados pelos autores não podem ser defrontados, pois retratam outra abordagem metodológica.

Almeida et al. (2013) avaliando cordeiros Dorper confinados por 42 dias recebendo ração comercial de crescimento verificou menor rendimento de pescoço (3,46%), menor

rendimento de lombo (7,33%) e maior rendimento de pernil (33,82%), porém os animais apresentaram maior peso de carcaça (20,17 kg).

Pereira et al. (2010) e Cartaxo et al. (2011) constataram que a densidade energética e o genótipo influenciam na composição regional da carcaça de ovinos Santa Inês, Dorper x Santa Inês e Santa Inês x SPRD. Assim como Carvalho et al. (2015), que relataram efeito do nível de concentrado sobre o peso absoluto e relativos dos cortes primários ovinos terminados a pasto com crescentes teores de suplementação concentrada.

Em experimento similar o presente estudo, Silva et al. (2021) ao substituir o feno de Tifton por níveis crescentes de farelo de trigo como fonte de fibra em dietas à base de palma forrageira verificaram que o uso do farelo de trigo até o nível de 44% não influenciou a morfometria e composição regional da carcaça de cordeiros.

Diante da semelhança dos dados avaliados, cabe considerar o equilíbrio nutricional das dietas testadas, visto que o teor proteico foi similar (15,61; 15,36; 15,32 e 15,37% PB) e o teor energético aproximado (2,46, 2,60; 2,65 e 2,63 Mcal). Desta forma, os ingredientes da mistura e sua proporcionalidade mostram ser adequados para uso em ovinos confinados, porém ainda cabe ressaltar que diante de tal equidade, a viabilidade econômica das dietas entra em voga, conforme exposto na Tabela 7.

A Tabela 5 representa a composição tecidual da carcaça de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas com níveis de inclusão de torta de algodão em substituição a feno de buffel. Foi observado que não houve influência ($P>0,05$) das dietas experimentais sobre o percentual de músculos, gordura, ossos, outros tecidos, relação músculo, gordura e ossos, gordura interna e IMP.

Tabela 5: Composição tecidual da carcaça de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas com níveis de inclusão de torta de algodão

Variáveis	Tratamentos				EPM	P valor		
	0	20	25	30		TRAT	L	Q
Músculo (%)	63,603	63,914	63,325	63,786	1,119	0,984	0,994	0,947
Osso (%)	18,754	19,206	17,630	18,009	0,616	0,282	0,177	0,953
Gordura (%)	15,860	14,466	16,636	15,849	1,131	0,597	0,676	0,791
O.tecidos (%)	1,783	2,418	2,408	2,356	0,451	0,711	0,404	0,454
Relação M:O	3,445	3,365	3,608	3,563	0,145	0,633	0,367	0,905
Relação M:G	4,139	4,639	4,008	4,233	0,384	0,683	0,840	0,723
GI (%)	2,464	2,899	2,525	3,159	0,284	0,285	0,189	0,729
IMP (g/cm)	0,415	0,409	0,424	0,426	0,011	0,655	0,326	0,692

EPM= erro padrão da média; *significativo pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

Os dados referentes a composição tecidual mostram que o percentual de músculos na perna foi de 63,657%, os ossos representaram 18,399%, a gordura 15,702% e os outros tecidos corresponderam a 2,241% do pernil, assim a relação músculo:osso e músculo:gordura apresentaram índices de 3,495 e 4,254 respectivamente. A relação músculo:osso e músculo:gordura não foi influenciado pela dieta, provavelmente porque a proporção dos músculos não mudou.

Sousa et al. (2019) observaram 54,54% de músculo, 18,61% de ossos, 22,08% de gordura; 3,01 para relação músculo:osso e 2,58 para relação músculo:gordura em ovinos Dorper x Santa Inês. Os autores também confirmaram que o aumento no tempo de confinamento levou ao aumento na proporção de gordura da carcaça, porém proporcionalmente diminuiu o percentual de músculo. Tal resposta é esperada, pois a gordura é um tecido de maturação tardia, portanto há um aumento da deposição de gordura na carcaça de animais mais velhos (Brand et al., 2018).

A média de percentual de gordura interna do pernil foi 2,761% e superior ao descrito por Cartaxo et al. (2009) que verificaram percentual de 1,60% ao submeter cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês com escore de condição corporal semelhante ao praticado no estudo, além de dieta única com relação volumoso: concentrado 30:70, e suplemento com 16% de PB, 2,7 Mcal de EM/Kg de MS e 28% de FDN.

Segundo o ARC (1980), o padrão de deposição dos tecidos e o rendimento dos cortes primários são afetados por vários fatores, tal como o teor energético da dieta, visto que a eficiência de utilização da energia ingerida tende a ser maior em dietas com menor teor de FDN. Assim, Moura et al. (2020) sugeriram que dietas ricas em palma forrageira, como a do presente experimento, proporcionam maior digestibilidade ruminal da matéria orgânica, o que aumenta a energia disponível para a produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, principalmente acetato e butirato que são precursores de gordura no tecido adiposo e, portanto, contribuiriam para a maior deposição de gordura subcutânea e intermuscular na carcaça dos cordeiros.

Esse efeito pode ser claramente observado ao contrapor as médias de percentual de gordura interna obtidas no estudo (2,761% GI com dieta contendo 2,585 Mcal EM/kg de MS, 15,41% PB e 32,35% de FDN) e os valores observados por Cartaxo et al. (2011) para ovinos alimentados com 2,4 Mcal EM/kg de MS, 52,05% FDN e 17,0% PB (2,56% GI) ou com dietas contendo 2,9 Mcal EM/kg de MS, 27,32% FDN e 17,0% PB (3,48% GI).

A dissecação da perna constitui-se um método prático e preciso para investigar a avaliação tecidual pois este corte apresenta alto coeficiente de correlação com a composição

tecidual total da carcaça (Cezar e Sousa, 2007). Assim, o índice de musculosidade da perna é considerado um importante preditor de musculosidade da carcaça.

Apesar de não ter sido afetado pela dieta ($P=0,655$), o IMP médio foi 0,418 g/cm, superior ao observado por Oliveira et al. (2018), que propuseram a substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira na dieta de cordeiros Santa Inês confinados por 70 dias e verificaram efeito quadrático da dieta ($P=0,019$), sugerindo que a inclusão de 56,77% de palma forrageira induz ao maior IMP (0,39). Já Souza et al. (2020) relataram que a inclusão de até 42% de silagem de palma forrageira não afetou ($P=0,24$) o IMP (0,39g/cm) de ovinos deslançados mestiços tipo Santa Inês confinados por 74 dias.

Os parâmetros de qualidade de carne de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas com níveis de inclusão de torta de algodão em substituição a feno de buffel estão apresentados na Tabela 6. Pode-se observar que não houve efeito das dietas experimentais sobre o pH, temperatura, cor, perdas por cocção, umidade e proteína da carne.

Tabela 6: Aspectos qualitativos da carne de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de ração completa à base de palma forrageira com níveis de inclusão de torta de algodão

Variáveis	Tratamentos				EPM	P valor		
	0	20	25	30		TRAT	L	Q
pH 0 horas	6,721	6,753	6,634	6,709	0,067	0,643	0,606	0,747
pH 24 horas	5,890	5,853	5,785	5,779	0,084	0,746	0,295	0,854
T inicial °C	34,413	33,063	34,300	34,938	0,587	0,165	0,293	0,102
T final °C	8,800	8,313	8,038	9,013	0,519	0,539	0,877	0,170
L*	36,025	37,761	38,221	37,624	1,152	0,566	0,316	0,320
a*	13,478	14,825	13,756	14,401	0,502	0,241	0,455	0,490
b*	7,331	8,365	7,718	7,996	0,408	0,346	0,466	0,362
C	15,351	17,031	15,780	16,485	0,615	0,245	0,441	0,435
H	28,599	29,371	29,201	28,840	0,710	0,867	0,863	0,431
FC (kgf)	2,566	2,901*	2,554	2,395	0,092	0,005	0,045	0,012 ¹
PPC (%)	37,163	34,215	38,895	38,769	1,713	0,208	0,225	0,417
%U	75,641	75,429	74,915	75,475	0,348	0,499	0,521	0,277
%MM	0,790	0,866	0,976*	0,864	0,049	0,087	0,144	0,066
%PB	20,613	20,553	19,896	20,674	0,334	0,337	0,754	0,220

EPM= erro padrão da média; *significativo pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade $y^1=2,57+0,05x-0,002x^2$ ($R=0,89$)

Não foi constatada influência das dietas sobre o pH às zero e 24 h, assim, especula-se que não houve depleção de glicogênio muscular causada pela dieta ou por estresse pré-abate. Apesar da média de pH observada (5,82) ser levemente superior ao relatado como adequada por Cezar e Sousa (2007) (5,4 a 5,6), não representa alteração na qualidade da carne por menor produção de ácido lático, fato que é confirmado pela curva de abaixamento de temperatura da

carcaça, tampouco configura carne do tipo DFD, pois essa condição de baixa acidez muscular é observada em carnes com pH acima de 6,20.

Os atributos de cor da carne não foram afetados pelos diferentes níveis de torta de algodão. Contudo, pode-se inferir que a luminosidade da carne (L^*) se mostrou adequada, com média 37,407, índice que varia de 0 a 100 indicando a proporção de crescente de preto até tons de branco. Esta luminosidade observada reitera a normalidade do pH, visto que quanto maior o pH, há aumento da atividade da citocromo-oxidase, reduzindo as possibilidades de captação do oxigênio, e, portanto, há um predomínio da mioglobina de cor vermelha púrpura, diminuindo a luminosidade (Cézar e Sousa, 2007).

O teor de vermelho da carne (a^*) não sofreu influência da dieta e permaneceu dentro dos padrões normais, dada a associação com as observações acerca do pH e luminosidade, similar ao observado por Almeida et al. (2013) (14,50) para animais da raça Dorper.

A intensidade do amarelo (b^*) não foi afetado pela dieta, mantendo média de 7,852, porém foi menor que o relatado por Moura et al. (2020) trabalhando com dietas com inclusão de palma forrageira em substituição a feno de maniçoba ($b^*=8,10$) e Souza et al. (2020) que incluíram silagem de palma na dieta de ovinos ($b^*=9,99$). De acordo com Jaramillo-Flores et al. (2003), a palma forrageira apresenta alto teor de carotenoides e quanto maior o nível de adição, maior o amarelamento da carne.

De acordo com Bonagurio et al. (2003), os valores de L^* a^* b^* são alterados conforme aumenta o peso vivo do animal, devido ao incremento de musculidade e consequentemente aumento da quantidade de mioglobina presente. Da mesma forma, ovinos mais pesados tendem a ter maiores depósitos de gordura, diminuindo a quantidade de água do músculo, tornando a carne menos luminosa.

A coordenada C ou Chroma corresponde à saturação da cor, ou seja, a sensação de cores brilhantes ou foscas, enquanto a coordenada H ou Hue refere-se à matiz da cor (Cézar e Sousa, 2007). Os valores de tais observações são similares aos constatados por Stempa et al. (2018) para ovinos Dorper e demonstram que a quantidade do principal pigmento da carne, a mioglobina, e o equilíbrio entre desoximioglobina, oximioglobina e metamioglobina condizem com o esperado para a raça.

A cor da carne é um dos atributos mais importantes que influenciam a compra de carne e são dependentes do genótipo e composição nutricional da dieta. Como a dieta não influenciou os parâmetros de cor da carne, pode-se inferir que todos os níveis de torta de algodão testados proporcionam uma carne com características normais e possivelmente sem perda de propriedades organolépticas e comercializáveis.

As médias obtidas no trabalho para a força de cisalhamento foram de 2,566, 2,901, 2,254 e 2,395 kgf para os níveis de 0, 20, 25 e 30% de torta de algodão. Foi observado efeito quadrático das dietas sobre a força de cisalhamento, mostrando que dietas com 15% de inclusão de torta de algodão proporcionam carnes que demandam maior força para romper as fibras musculares. Os valores observados representam que a carne dos cordeiros demonstrou maciez mediana (entre 2,27 e 3,63 kgf), independentemente do nível de inclusão.

A perda total por cocção (PPC) é uma medida de qualidade da carne que está associada ao rendimento do corte cárneo no momento do consumo. No estudo não houve influência da dieta ($P>0,05$), com média de 37,260%, valor próximo relatado por Souza et al. (2020) que verificaram perdas totais de 34,856%. Segundo Sañudo et al. (1997), carcaças que apresentam maior quantidades de gordura de marmoreio, exibem menores as perdas de peso por cocção pois a gordura funciona como uma barreira contra a perda de água.

As características químicas da carne não foram alteradas significativamente ($P>0,05$) pela dieta, com médias de 75,365% U, 0,840% MM e 20,434% PB. Entretanto, foi constatado efeito significativo do contraste 1 vs 3 ($P=0,013$) para %MM, porém refletiu apenas em tendência quadrática ($P=0,066$), mostrando que a dieta contendo 25% de torta de algodão tende a proporcionar maior teor de minerais na carne, porém esse efeito quadrático não é significativo. Os valores observados para os parâmetros químicos da carne se assemelham aos constatados por Costa et al. (2012) trabalhando com substituição de milho por palma forrageira para ovinos (75,582% U; 1,016% MM; 20,766% PB) e Sousa et al. (2020) com inclusão de 42% de palma silagem para ovinos (73,600% U; 1,026% MM; 22,026% PB).

O fato das dietas contendo silagem à base de palma forrageira e torta de algodão não afetarem as características de carcaça e da carne, assim como a composição tecidual e o rendimento de cortes comprovam que esses ingredientes possuem potencial para ser utilizados na dieta de cordeiros Dorper em terminação.

A análise do efeito dos diferentes ingredientes usados na dieta torna-se relevante quando os custos do quilo de MS, a quantidade de inclusão na dieta total e a densidade nutricional de cada ingrediente são comparados. Em períodos de seca, a torta de algodão apresenta um custo de MS por kg mais barato em comparação com o feno de buffel, promovendo um menor custo da dieta total sem afetar as características produtivas da carcaça.

Considerando o consumo e custo das dietas (Tabela 7) durante o período de confinamento, observa-se economia de até 15% ao utilizar a dieta com inclusão de 25% de torta de algodão. Desta forma, a escolha da melhor dieta a ser usada depende do custo de aquisição do ingrediente.

Tabela 7: Análise de custos de dietas contendo torta de algodão em substituição a feno de buffel em silagem de ração completa à base de palma forrageira

Item	Nível de inclusão de torta de algodão			
	0%	20%	25%	30%
Custo kg MN (R\$)	1,213	1,252	1,265	1,255
Custo kg MS (R\$)	1,524	1,511	1,501	1,488
Consumo MN (kg)	138,945	126,461	113,069	124,715
Consumo MS (kg)	41,355	39,830	36,245	38,266
Custo total MN (kg)*	168,508	158,379	143,021	156,486
Custo total de MS (R\$) *	63,027	60,183	53,409	56,95

*Considerando 8 animais durante 46 dias

3.4. CONCLUSÕES

A inclusão de até 30% de torta de algodão em substituição ao feno de buffel na silagem de ração completa à base de palma forrageira não altera as características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros terminados em confinamento, porém a inclusão de 25% de torta de algodão representa a alternativa mais viável economicamente.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. M.; KILMINSTER, T.; SCANLON, T.; ARAÚJO, S. S.; MILTON, J.; OLDHAM, C.; GREEFF, J. C. Assessing carcass and meat characteristics of Damara, Dorper and Australian Merino lambs under restricted feeding. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, n. 6, p. 1305-1311, 2013.
- ALVES, R. N.; FARIAS, I.; MENEZES, R. S. C.; DE ANDRADE LIRA, M.; DOS SANTOS, D. C. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 38-44, 2007.
- ANDRADE, S. F. J.; BATISTA, Â. M. V.; CARVALHO, F. F. R. D.; LUCENA, R. B. D.; ANDRADE, R. D. P. X. D.; LIMA, D. M. D. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 155-161, 2016.
- AOAC. **Official methods of Analysis**, 15th ed. Association of official analytical chemists. Arlington, VA, USA, 1990.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 12th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 1975.

ARAÚJO, G. G. L.; BADE, P. L.; MENEZES, D. R.; DO SOCORRO, E. P.; SÁ, J. L.; DE OLIVEIRA, G. J. C. Replacing cassava meal by forage cactus meal in sheep diets. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 2, p. 448-459, 2009.

ARC-Agricultural Research Council. **The nutrient requirements of ruminants livestock. London:** Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980.

BENDAOU, M.; OMAR, M. B. A. New feeding technology using cactus in sheep fattening: applications to small-scale farms of Rhamna region, Morocco. **Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens**, n. 108, p. 279-284, 2014.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J. R. O.; GARCIA, I. F. F.; BRESSAN, M. C.; LEMOS, A. L. D. S. C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1981-1991, 2003.

BRAND, T. S.; VAN DER WESTHUIZEN, E. J.; VAN DER MERWE, D. A.; HOFFMAN, L. C. Analysis of carcass characteristics and fat deposition of Merino, South African Mutton Merino and Dorper lambs housed in a feedlot. **South African Journal of Animal Science**, v. 48, n. 3, p. 477-488, 2018.

CARTAXO, F. Q.; SOUSA, W. H.; CEZAR, M. F.; CUNHA, M. D. G. G.; MENEZES, L. M. D.; RAMOS, J. P. D. F.; GOMES, J. T.; VIANA, J. A. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês e suas cruzas com Dorper terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 2, p. 388-401, 2017.

CARTAXO, F. Q.; SOUSA, W. H.; CEZAR, M. F.; COSTA, R. G.; CUNHA, M. D. G. G.; GONZAGA NETO, S. Carcass traits determined by ultrasonography in real time and after slaughter of lambs finished in fedlot with different levels of energy in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 160-167, 2011.

CARTAXO, F. Q.; CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H.; GONZAGA NETO, S.; PEREIRA FILHO, J. M.; CUNHA, M. D. G. G. Características quantitativas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento e abatidos em diferentes condições corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 697-704, 2009.

CARVALHO, Z. G.; VIEIRA, F.; ARAÚJO, A. R.; ALVES, D. D.; DOS SANTOS OLIVEIRA, L. L.; DOS REIS, S. T.; SILVA, V. L. Cortes cárneos e constituintes não-carcaça de ovelhas terminadas em pasto com teores diferentes de suplementação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 409-419, 2015.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. **Uberaba: Agropecuária Tropical**, v. 147, 2007. 131p.

COSTA, R. G.; PINTO, T. F.; MEDEIROS, G. R. D.; MEDEIROS, A. N. D.; QUEIROGA, R. D. C. R. D. E.; TREVIÑO, I. H. Meat quality of Santa Inês sheep raised in confinement with diet containing cactus pear replacing corn. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 432-437, 2012.

CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R. D.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M. F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1112-1120, 2008.

DIAS, E. C. B.; CÂNDIDO, M. J. D.; FURTADO, R. N.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, L. V. D. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante aditivada com torta de algodão em rações para ovinos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 2, p. 321-328, 2019.

FELIX, S. C. R.; PESSOA, R. A. S.; DE ANDRADE FERREIRA, M.; SOARES, L. F. P.; DE LIMA SILVA, J.; DE ABREU, K. S. F.; DE MELO, A. C. C. Intake, performance, and carcass characteristics of lambs fed spineless cactus replacing wheat bran. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 2, p. 465-468, 2016.

FERREIRA, R. C.; CÉZAR, M. F.; PEREIRA, J. M.; SOUSA, W. H.; CUNHA, M. D. G. G.; CORDÃO, M. A.; NÓBREGA, G. H.; CARTAXO, F. Q. Carcass muscularity and adiposity of different sheep and goat genotypes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 4, p. 905-915, 2015.

GUSHA, J.; NGONGONI, N. T.; HALIMANI, T. E. Nutritional composition and effective degradability of four forage trees grown for protein supplementation. **Online Journal of Animal Feed Research**, v. 3, n. 4, p. 170-175, 2013.

HUNT, M. C., KING, A. **Meat color measurement guidelines. American Meat Science Association (AMSA)**, Illinois: Champaign, 2012. p. 1-135.

JARAMILLO-FLORES, M. E.; GONZÁLEZ-CRUZ, L.; CORNEJO-MAZON, M.; DORANTES-ALVAREZ, L.; GUTIERREZ-LOPEZ, G. F.; HERNANDEZ-SANCHEZ, H. Effect of thermal treatment on the antioxidant activity and content of carotenoids and phenolic compounds of cactus pear cladodes (*Opuntia ficus-indica*). **Food Science and Technology International**, v. 9, n. 4, p. 271-278, 2003.

LEMOS, A. J.; MORAIS, J. D. S.; DE SOUZA, S. F.; OLIVEIRA, V. S.; ANDRADE, A. C. S.; DOS SANTOS, A. C. P. Consumo, comportamento ingestivo, desempenho, características de carcaça e rendimento de cortes comerciais de cordeiros em terminação alimentados com feno ou silagem de gliricídia. **Archives of Veterinary Science**, v. 25, n. 2, 2020.

MOURA, M. S. C.; GUIM, A.; BATISTA, Â. M. V.; DO VALE MACIEL, M.; CARDOSO, D. B.; DE LIMA JÚNIOR, D. M.; DE CARVALHO, F. F. R. The inclusion of spineless cactus in the diet of lambs increases fattening of the carcass. **Meat Science**, v. 160, p. 107975, 2020.

NASCIMENTO, U. F. S.; SANTOS, G. R. D. A.; AZEVEDO, C. S.; MACEDO, F. D. A. F.; GONÇALVES, T. R.; BOMFIM, FARIAS, J. S. L. E. D. L. M.; SANTOS, A. D. F. Performance and carcass characteristics of lambs ½ Dorper+ ½ Santa Inês, slaughtered with different thicknesses of subcutaneous fat. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, n. 1, p. 125-135, 2018.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th rev ed. National Academy Press. Washington, DC, USA. 405p. 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. National Academy of Science, Washintgton, DC, USA. 347p. 2007.

OLIVEIRA, J. P. F.; DE ANDRADE FERREIRA, M.; ALVES, A. M. S. V.; DE MELO, A. C. C.; DE ANDRADE, I. B.; URBANO, S. A.; SUASSUNA, J. M. A.; BARROS, L. J. A.; DE BARROS MELO, T. T. Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n. 4, p. 529, 2018.

ORTIZ, J. S.; COSTA, C.; GARCIA, C. A.; SILVEIRA, L. V. D. A. Medidas objetivas das carcaças e composição química do lombo de cordeiros alimentados e terminados com três níveis de proteína bruta em creep feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2382-2389, 2005.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; FONTENELE, R. M.; DE MEDEIROS, A. N.; REGADAS FILHO, J. G. L.; VILLARROEL, A. B. S. Características e rendimentos de carcaça e de cortes em ovinos Santa Inês, alimentados com diferentes concentrações de energia metabolizável. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 431-437, 2010.

PURCHAS, R. W.; DAVIES, A. S.; ABDULLAH, A. Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of southdown sheep. *Meat Science*, v.30, p.81-94, 1991.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**, 1ª reimpressão, 599 p. Editora UFV, Viçosa MG, 2009.

RAMOS, Z.; DE BARBIERI, I.; VAN LIER, E.; MONTOSI, F. Body and wool growth of lambs grazing on native pastures can be improved with energy and protein supplementation. *Small Ruminant Research*, v. 171, p. 92-98, 2019.

REZENDE, M. P. G.; FIGUEIREDO, G. C.; ARAUJO, J. I. M.; CAMPOS, B. M.; MORETTI, R.; BOZZI, R.; MALHADO, C. H. M.; SOUZA JÚNIOR, A. A. O.; CARNEIRO, P. L. S. Growth curve, carcass traits and Kleiber ratio of Dorper crossbreed with hairless native Brazilian sheep breeds. *Small Ruminant Research*, v. 192, p. 106190, 2020.

RIBEIRO, J. S.; MORENO, G. M. B.; VIEIRA, M. S. B.; SILVA, M. J. M. D. S.; LIMA, C. B.; MARIZ, T. M. D. A.; SANTOS, L. L.; LIMA, D. M. D. Replacement of corn silage with spineless cactus in sheep diet: carcass and meat sensory characteristics. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 42, p. e48832-e48832, 2020.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, J. P. The detergent system of analysis and its applications to human foods. *The Analysis of Dietary Fiber in Food*. New York: Marcel Dekker. p. 123-158, 1981.

RODRIGUES, A. M.; PITACAS, F. I.; REIS, C. M. G.; BLASCO, M. Nutritional value of *Opuntia ficus-indica* cladodes from Portuguese ecotypes. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*, v. 22, p. 40-45, 2016.

SAÑUDO, C.; CAMPO, M. M.; SIERRA, I.; MARÍA, G. A.; OLLETA, J. L.; SANTOLARIA, P. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. *Meat Science*, v. 46, n. 4, p. 357-365, 1997.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p. 425-446, 2001.

SILVA, T. C.; EDVAN, R. L.; MACEDO, C. H. O.; SANTOS, E. M.; DA SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P. Características morfológicas e composição bromatológica do capim-buffel

sob diferentes alturas de corte e resíduo. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 2, 2011.

SILVA, K. B.; OLIVEIRA, J. S.; SANTOS, E. M.; RAMOS, J. P. F.; CARTAXO, F. Q.; GIVISIEZ, P. E. N.; SOUZA, A. F. N.; CRUZ, G. F. L.; CESAR NETO, J. M.; ALVES, J. P.; FERREIRA, D. J.; LIMA, A. G. V. O.; ZANINE, A. M. Performance, Carcass Characteristics, and Economic Analysis. **Agronomy**, v. 11, n. 4, p. 625, 2021.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOARES, M. S. Palma forrageira: aspecto do cultivo e desempenho animal. **Revista Eletronica Nutritime**. v. 14, n. 4, p. 1-15, 2017.

SOUZA, M. A. P.; LIMA, A. C. S.; ARAÚJO, J. C.; GUIMARÃES, C. M. C.; JOELE, M. R. S. P.; BORGES, I., DAHER, L. C. C.; SILVA, A. G. M. Tissue composition and allometric growth of carcass of lambs Santa Inês and crossbreed with breed Dorper. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 7, p. 1903-1908, 2019.

SOUZA, A. F. N.; LEAL DE ARAÚJO, G. G.; SANTOS, E. M.; SÉRGIO DE AZEVEDO, P.; SILVA DE OLIVEIRA, J.; PERAZZO, A. F.; PINHO, R. M. A.; DE MOURA ZANINE, A. Carcass traits and meat quality of lambs fed with cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) silage and subjected to an intermittent water supply. **Plos One**, v. 15, n. 4, p. e0231191, 2020.

SOUZA, D. A.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; PEREIRA, E. S.; SILVA, E. M. C.; OLIVEIRA, R. L. Effect of the Dorper breed on the performance, carcass and meat traits of lambs bred from Santa Inês sheep. **Small Ruminant Research**, v. 145, p. 76-80, 2016.

SOUZA, D. A.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; PEREIRA, E. S.; OSÓRIO, J. C. S.; TEIXEIRA, A. GROWTH performance, feed efficiency and carcass characteristics of lambs produced from Dorper sheep crossed with Santa Inês or Brazilian Somalis sheep. **Small Ruminant Research**, v. 114, n. 1, p. 51-55, 2013.

STEMPA, T.; MUCHENJE, V.; ABRAHAMS, A. M.; BRADLEY, G. Sex and breed affect plasma glucose, lactate, cortisol, meat quality but not muscle glycolytic potential of Dorper and Merino lambs. **Animal Production Science**, v. 58, n. 5, p. 958-964, 2018.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. 1. ed. Vicosa, MG: UFV, 2006. 329p.

VÉRAS, R. M. L.; FERREIRA, M. D. A.; CAVALCANTI, C. V. D. A.; VÉRAS, A. S. C.; CARVALHO, F. F. R. D.; SANTOS, G. R. A. D.; ALVES, K. S.; SOUTO MAIOR JÚNIOR, R. J. D. Substituição do milho por farelo de palma forrageira em dietas para ovinos em crescimento: consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 351-356, 2005.

WHEELER, T. T.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M. Effects of marbling degree on palatability and caloric content of beef. **Beef Research – Progress Report**, v. 4, n. 71, p. 133, 1995.

4. CAPÍTULO III: Silagem à base de palma forrageira e torta de algodão sobre rendimento de constituintes não carcaça de cordeiros

RESUMO

O estudo objetivou avaliar o peso dos órgãos e o rendimento de constituintes não carcaça de cordeiros alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira e torta de algodão. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (0, 20, 25 e 30% de inclusão de torta de algodão) e oito repetições. Foram utilizados 32 cordeiros inteiros mestiços de Dorper com idade inicial de 120 dias e peso vivo inicial médio de $17 \pm 1,5$ kg. Após 60 dias de confinamento, sendo os 14 primeiros dias de adaptação, os cordeiros foram pesados, abatidos e eviscerados. Foi feita a separação dos órgãos comestíveis, não comestíveis e comercializáveis e foi determinado o peso e rendimento de buchada e panelada. Os dados dos tratamentos foram comparados utilizando contrastes ortogonais (linear e quadrático) e contrastes de interesse, que quando significativos pelo teste de Dunnett, foram submetidos a análise de regressão, sempre a 5% de probabilidade. Não foi observado efeito significativo das dietas sobre o peso dos órgãos dos cordeiros. O peso do coração apresentou tendência quadrática ($P=0,077$), mas não foi suficiente para promover diferença significativa. O peso de órgãos comestíveis, não comestíveis e subprodutos não foram afetados pela dieta, entretanto os rendimentos de buchada, panelada e órgãos comestíveis apresentaram efeito linear crescente ao aumentar a inclusão de torta de algodão de 0% a 30%. O aproveitamento dos CNCC garante aumentar a eficiência do abate para 86,63%, reduzindo o descarte de resíduos pós-abate. Apesar do maior rendimento de vísceras comestíveis, não foi observado ($P>0,05$) efeito de substituição em relação ao peso de carcaça ou rendimento de carcaça quente e fria dos cordeiros. Assim, a dieta com até 30% de torta de algodão proporciona maior potencial para comercialização dos constituintes não-carcaça comestíveis, podendo contribuir como uma fonte extra de receita para o produtor.

Palavras-chave: buchada; cordeiros; *Nopalea cochenillifera*; silagem de ração completa; vísceras comestíveis

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the weight of the organs and the yield of non-carcass constituents of lambs fed with complete feed silage based on spineless cactus and cotton cake. The experiment was conducted in a completely randomized design with four treatments (0, 20, 25 and 30% of cotton cake inclusion) and eight replications. 32 whole Dorper crossbred lambs were used with an initial age of 120 days and an average initial live weight of 17 ± 1.5 kg. After 60 days of confinement, with the first 14 days of adaptation, the lambs were weighed, slaughtered and gutted. Separation of edible, non-edible and marketable organs was carried out and the weight and yield of *buchada* and *panelada* were determined. The data for each treatment were compared using orthogonal contrasts (linear and quadratic) and contrasts of interest, which when significant by the Dunnett test, were subjected to regression analysis, always at 5% probability. There was no significant effect of the diets on the weight of the lambs' organs. Heart weight showed a quadratic tendency ($P = 0.077$), but it was not enough to promote a significant difference. The weight of edible, non-edible organs and by-products were not affected by the diet, however the yields of *buchada*, *panelada* and edible organs showed a linear increasing effect when increasing the inclusion of cotton cake from 0% to 30%. The use of CNCC guarantees to increase the slaughter efficiency to 86.63%, reducing the disposal of post-slaughter waste. Despite the higher yield of edible viscera, no substitution effect was observed ($P > 0.05$) in relation to carcass weight or hot and cold carcass yield of lambs. Thus, the diet with 30% cotton cake provides greater potential for commercialization of edible non-carcass constituents, and may constitute an extra source of revenue for the producer.

Keywords: *buchada*; lambs; *Nopalea cochenillifera*; completed mixed ration silage; edible viscera

4.1. INTRODUÇÃO

A carência de informações e a ausência de estratégias de mercado que envolvam a divulgação de produtos à base de componentes não constituintes da carcaça ovina (CNCC) têm provocado desinteresse dos frigoríficos por esses componentes, descartando-os sem obter lucro, subestimando o valor da indústria da carne ovina. No entanto, a tradição regional de consumo de preparados à base de órgãos e vísceras no Nordeste do Brasil e a recente valorização dos órgãos comestíveis em outros mercados, além do emprego da pele e demais subprodutos do abate têm estimulado o direcionamento de estudos para a avaliação do rendimento dos CNCC ovinos.

Na região Nordeste do Brasil é comum o uso de órgãos (pulmões, coração, fígado, baço, rins e língua), vísceras (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestino delgado) e demais componentes (sangue, diafragma, cabeça e patas) para a preparação de pratos da culinária típica como o sarapatel, a "buchada" e a "panelada" (Medeiros et al., 2008). Semelhante ao que acontece na cultura nordestina, o consumo de componentes não-carcaça ovina é comum no mundo inteiro, como o *piet paquet* e o *tripoux* na França; o *lampredotto*, a *turciniuna* e o *stigghiola* na Itália; *maranho* em Portugal e o *haggis* na Escócia (Costa et al., 2019).

A fração comestível dos CNCC é considerada grande fornecedora de proteínas, minerais e vitaminas. Algumas vísceras aproveitadas para consumo humano apresentam valores nutricionais semelhantes aos da carne, especialmente as vísceras vermelhas, constituindo, portanto, uma importante fonte de proteína animal (Maysonnave et al., 2020).

Para serem comercializadas, as vísceras, patas e órgãos são lavados e a cabeça passa por *toilette* para retirada da pele, orelhas, olhos, chanfro e maxilares, em seguida os componentes comestíveis são resfriados e muitas vezes pré-cozidos. A venda de tais componentes na forma já pronta pode render até o dobro do valor de mercado da carne ovina, superando o preço do principal produto ovino. Desta forma, é desejável processar todos os subprodutos, transformando-os em produtos comercializáveis, seja para a alimentação humana, como também para produção de ração para animais, produtos farmacêuticos e utensílios (Toldrá et al., 2012).

Assim como a carcaça, o crescimento dos CNCC também é afetado pela dieta dos animais (Clementino et al., 2007; Moreno et al., 2011), podendo oscilar ainda de acordo com fatores como o sexo (Sen et al., 2010), raça (Hajji et al., 2016), peso (Sabbioni et al. 2018) e estado fisiológico (Pinheiro et al., 2009).

A quantificação dos CNCC torna-se valiosa principalmente quando estão sendo testadas novas propostas nutricionais, uma vez que há uma relação negativa entre os componentes externos e trato digestivo com o rendimento de carcaça (Cattellam et al., 2014).

O estudo objetivou avaliar o rendimento dos componentes não integrantes da carcaça, dos órgãos comestíveis e/ou com valor comercial de ovinos terminados em confinamento alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira e torta de algodão.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi enviado ao Comitê de Ética no Uso Animal da Universidade Federal da Paraíba sob protocolo N° 5158181018. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Beijamim Maranhão, da Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER-PB), localizada no município Campo de Santana, na Mesorregião do Agreste Paraibano, Microrregião do Curimataú Oriental, distando 180 km de João Pessoa (06° 29' 18" S, 35° 38' 14" W.Gr.), a 168 m de altitude, temperatura entre 22 e 26 °C e umidade relativa de 70%.

Foram utilizados 32 cordeiros inteiros mestiços de Dorper com ovinos deslanados tipo Santa Inês, com idade inicial de 120 dias, pesando em média $17 \pm 1,5$ kg. Os animais foram alojados baias individuais providas de comedouro e bebedouro individual, vacinados e desverminados. O período de adaptação foi de 14 dias e as pesagens dos cordeiros foram realizadas a cada 14 dias, com duração total de 60 dias experimentais.

Os ingredientes utilizados foram a palma forrageira Miúda (*Nopalea cochenillifera*), feno moído de capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), farelo de milho, torta de algodão e farelo de soja ensilados na forma de ração total. As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007) para ganhos de 200 g/animal/dia (Tabela 1).

Tabela 1: Composição percentual e nutricional das dietas experimentais com base na matéria seca

Ingredientes	0%	20%	25%	30%
Palma forrageira	34,22	33,92	33,83	33,83
Feno buffel	23,27	6,78	0,00	0,00
Farelo de Soja	16,15	6,92	2,03	0,00
Farelo de Milho	23,00	30,26	35,86	33,83
Torta de algodão	0,00	19,54	25,71	29,77
Ureia	0,68	0,00	0,00	0,00
Núcleo mineral ¹	1,64	1,63	1,62	1,62

Cloreto de amônio	0,96	0,95	0,95	0,95
Sulfato de amônio	0,08	0,00	0,00	0,00
Composição nutricional				
MS (g/kg)	296,62	298,50	299,06	299,18
EM (Mcal)	2,46	2,60	2,65	2,63
NDT (g/kg)	671,24	734,69	759,62	758,55
PB (g/kg)	156,10	153,66	153,18	153,67
PDR (g/kg)	108,04	106,70	107,90	110,49
PNDR (g/kg)	51,99	36,95	30,39	25,36
EE (g/kg)	27,06	46,86	54,79	56,93
FDN (g/kg)	362,35	321,75	298,31	311,80
CNF (g/kg)	440,19	439,38	454,50	434,00

¹Composição do suplemento mineral com base em no fornecimento de 100 g: cálcio= 14 g, fósforo= 11 g, sódio= 7 g, magnésio= 9 g, enxofre= 13,5 g, potássio= 54 g, cobalto= 0,9 mg, cobre= 90 mg, iodo= 4,5 mg, manganês= 180 mg, selênio= 0,9 mg, zinco= 270 mg, ferro= 450 mg. Vitaminas: vitamina A= 20.000 UI, vitamina D= 2.500 UI, vitamina E= 350 UI. Ureia= 450 g/kg de nitrogênio.

Foi estabelecido um consumo de 5% do peso vivo de matéria seca, sendo pesado e reajustado diariamente em função das sobras de 10% para em seguida fazer os cálculos do consumo de matéria seca (CMS). O fornecimento da ração foi realizado duas vezes ao dia, às 8 h e às 16 h e a água fornecida à vontade (*ad libitum*).

Após alcançarem o escore pré-estabelecido para o abate (3,5), os animais foram submetidos a jejum sólido de 16 horas e em seguida foram transportados para a Estação Experimental de Pendência (EMPAER-PB) para o abate. Os cordeiros foram pesados, obtendo assim o peso ao abate (PA), abatidos via concussão cerebral através de pistola de dardo cativo e, em seguida, seccionadas a jugular e a carótida para sangria, recolhendo o sangue para pesagem e identificação. Após a sangria e esfola, foi retirado o aparelho gastrointestinal, pele, vísceras, cabeça, patas e órgãos genitais. O trato gastrointestinal, a bexiga e a vesícula biliar foram esvaziados e lavados para a obtenção do peso corporal vazio (PCV).

Foi obtido o peso de carcaça quente (PCQ) e após resfriamento em câmara fria por 24 horas à 4°C, obtido o peso da carcaça fria (PCF). Em seguida, foram determinados os rendimentos de carcaça quente (RCQ) e de carcaça fria (RCF) pelas seguintes fórmulas: $RCQ = \left(\frac{PCQ}{PA}\right) \times 100$ e $RCF = \left(\frac{PCF}{PA}\right) \times 100$. O percentual de gordura interna visceral total (GT) foi obtido pelo somatório das gorduras renal, inguinal e pélvica em relação ao peso da carcaça fria.

Em seguida foi feita a separação e pesagem para determinação dos pesos individuais dos órgãos brancos (rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestinos) e vermelhos (coração, fígado, diafragma, rins, aparelho respiratório), do sangue e de alguns componentes corporais externos, como cabeça, pés e pele. O peso de buchada foi calculado pela soma do peso dos

órgãos vermelhos + órgãos brancos + sangue. O peso de panelada foi obtido pelo somatório do peso da buchada com a cabeça e patas (Clementino et al., 2007).

O peso dos órgãos comestíveis (OC) foi obtido pela soma do peso da panelada mais a cauda, já o peso dos órgãos não comestíveis (ONC) foi calculado através da soma dos pesos de bexiga vazia, vesícula biliar vazia e baço, enquanto o peso dos subprodutos comercializáveis (SubC) foi somado o peso de pele e gorduras totais da carcaça. Para todas as variáveis de peso foi calculado o rendimento em relação ao peso ao abate e peso de corpo vazio.

O rendimento de buchada foi determinado com base no peso da buchada em relação ao peso vivo do animal ao abate, utilizando-se a equação: $RB (\%) = \left(\frac{P_{buchada}}{PA} \right) \times 100$

O rendimento de panelada foi determinado pela equação $RP(\%) = \left[\frac{P_{buchada} + \text{cabeça} + \text{patas}}{PA} \right] \times 100$.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 8 repetições, de acordo com o modelo estatístico a abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Onde : Y_{ij} = é a observação feita na parcela para o tratamento i na repetição j ; μ = média geral; t_i = representa o efeito do tratamento i ; ε_{ij} = é o erro experimental na parcela i, j .

Todos os dados foram submetidos a análise de variância, normalidade e homogeneidade utilizando o PROC UNIVARIATE. As variáveis referentes a cada tratamento (0, 20; 25 e 30% de torta de algodão) foram comparadas utilizando-se contrastes ortogonais determinado *a priori* (PROC GLM). Quando os efeitos dos contrastes foram significativos pelo teste de Dunnett, foi feita análise de regressão (PROC REG). Para todas as análises utilizou-se o programa SAS (SAS 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA). Para a interpretação dos resultados adotou-se 5% como nível crítico de probabilidade para erro tipo I e II.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve ($P > 0,05$) alteração no peso do sangue, coração, aparelho digestório, fígado, diafragma, rins, aparelho respiratório, cabeça, patas, cauda, bexiga, baço, vesícula biliar, pele e gorduras totais dos cordeiros submetidos às dietas experimentais (Tabela 2).

Apesar das diferentes constituições das rações e da inclusão gradativa de torta de algodão até o nível de 30%, o fato de as dietas serem isoproteicas e isoenergéticas pode justificar a semelhança entre os pesos dos órgãos dos cordeiros, já que as taxas de crescimento dos órgãos e dos tecidos são afetadas pelo nível nutricional. Da mesma forma, o tamanho do corpo adulto

e a atuação hormonal também influenciam no desenvolvimento visceral (Costa et al., 2010), porém como os animais apresentavam pesos similares e pertenciam à mesma categoria fisiológica (machos inteiros com idade próxima), não foram observadas alterações.

Tabela 2: Constituintes não carcaça de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de palma com níveis de inclusão de torta de algodão

Variáveis	Tratamentos				EPM	P valor		
	0	20	25	30		TRAT	L	Q
Sangue (kg)	1,141	1,279	1,183	1,309	0,064	0,230	0,166	0,927
Coração (kg)	0,202	0,173	0,171	0,196	0,015	0,343	0,758	0,077
Ap. dig. (kg)	2,729	2,664	2,778	2,966	0,175	0,651	0,300	0,474
Fígado (kg)	0,543	0,549	0,509	0,540	0,029	0,763	0,711	0,667
Diafragma (kg)	0,112	0,115	0,105	0,109	0,013	0,955	0,738	0,992
Rins (kg)	0,088	0,086	0,086	0,089	0,005	0,965	0,860	0,632
Ap. Resp (kg)	0,516	0,542	0,486	0,543	0,047	0,802	0,908	0,746
Cabeça (kg)	1,402	1,357	1,365	1,353	0,043	0,842	0,474	0,700
Patas (kg)	0,739	0,719	0,664	0,759	0,034	0,248	0,968	0,103
Cauda (kg)	0,104	0,094	0,097	0,093	0,009	0,831	0,482	0,732
Bexiga (kg)	0,011	0,016	0,017	0,015	0,002	0,323	0,256	0,144
Baço (kg)	0,049	0,048	0,041	0,052	0,005	0,372	0,903	0,181
Vesícula (kg)	0,019	0,029	0,024	0,030	0,004	0,283	0,166	0,714
Pele (kg)	2,648	2,511	2,707	2,832	0,170	0,610	0,333	0,447
GT (kg)	0,372	0,430	0,347	0,497	0,140	0,169	0,202	0,359

EPM= erro padrão da média; CV= coeficiente de variação; *significativo pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

Apesar de não refletir em diferença significativa, houve tendência quadrática ($P=0,077$) para peso de coração, sendo que animais alimentados com 25% de torta de algodão apresentaram menor peso de coração. No entanto, tal dieta apresentou numericamente o maior teor de CNF (454,50 g/kg) e NDT (759,62 g/kg). Sabendo que o coração e pulmões são órgãos prioritários na utilização de nutrientes e mantem sua integridade mesmo sob nível nutricional baixo (Carvalho et al., 2003), a tendência observada não condiz com o esperado conforme descreve a literatura.

O aumento no tamanho de fígado, rins e baço pode indicar uma maior taxa metabólica dos cordeiros, pois estes órgãos participam ativamente do metabolismo de nutrientes e, portanto, respondem à ingestão de diferentes níveis de energia. Como o fígado é o órgão responsável pela captação de até 80% do propionato que passa pelo sistema portal e sua conversão em glicose (Van Soest, 1994), o aumento dos níveis de concentrado na dieta e o subsequente incremento dos teores de energia dietética podem provocar seu desenvolvimento (Moreno et al., 2014).

Estudos ainda relatam que cordeiros alimentados com dietas ricas em proteínas apresentam maior peso de fígado, visto que fatores dietéticos determinam sua intensidade de trabalho, podendo impulsionar seu crescimento (Fluharty e McClure, 1997). Apesar das

constatações supracitadas, no presente estudo tais desdobramentos não puderam ser detectados, dado o balanceamento nutricional das dietas testadas.

Ribeiro et al. (2017) observaram aumento no peso do rim e do fígado de ovinos Santa Inês ao substituírem a dieta à base de silagem de milho por palma forrageira associada a feno de Tifton. O fato foi relacionado ao aumento do fluxo de proteínas e ácidos orgânicos gerados a partir da fermentação dos carboidratos abundantes da palma, induzindo a hipertrofia nos órgãos que têm papel central no metabolismo, embasando a similitude dos dados no presente estudo, vista a equivalente proporção de palma forrageira nas dietas.

O peso do aparelho digestivo não foi influenciado pelas dietas ($P>0,05$). De acordo com Van Soest (1994), o crescimento do complexo ruminal pode ser influenciado por vários fatores, incluindo a dieta, especialmente em termos de teor de FDN, pois dietas com maiores teores de fibra apresentam maior tempo de retenção no rúmen-retículo, estimulando o desenvolvimento da musculatura e o crescimento de lâminas para manter o fluxo omasal.

Cardoso et al. (2021) constataram que ao aumentar o nível de inclusão de palma forrageira para ovinos houve incremento no peso das vísceras. Os autores supunham que o aumento pode ter sido influenciado pelo aumento do teor de CNF na dieta, induzindo, através da produção de ácidos graxos voláteis, ao crescimento de papilas ruminais, cristas reticulares e vilosidades intestinais resultando em maior absorção pelo trato gastrointestinal e posterior conversão em tecidos comestíveis.

Já Carvalho et al. (2017) reportaram o crescimento alométrico tardio para rúmen, retículo e omaso, podendo estes serem afetados pelo fator nutricional mencionado. Porém os autores consideraram que o abomaso, intestino delgado e intestino grosso são considerados heterogênicos precoces. A partir dessa premissa, justifica-se a homogeneidade dos dados obtidos, já que os sacos ruminais com potencial para crescimento tardio não foram estimulados por proporções diferentes de FDN (362,65; 321,75; 298,31 e 311,80 g/kg) nem de CNF (440,19; 439,38; 454,50 e 434,00 para os níveis de 0, 20, 25 e 30% de torta de algodão, respectivamente). Assim, pode-se reiterar a eficiência nutricional e funcional da substituição de feno de buffel pelos níveis estudados de torta de algodão associada à palma forrageira na forma de silagem de ração completa.

Alves et al. (2013) constataram que diferenças no peso da cabeça, patas e pele são relacionadas ao peso vivo e ao grupamento genéticos de ovinos, não sendo influenciados pela dieta ou fatores externos. Assim, como os animais do estudo pertenciam ao mesmo padrão genético, a similaridade entre as variáveis é fundamentada.

Garcia et al. (2014) e Carvalho et al. (2017) descreveram que o pulmão, coração, rins, diafragma, bexiga, baço, sangue, cabeça e patas apresentam desenvolvimento precoce, superando a taxa de crescimento muscular e adiposa na fase inicial da vida, situação que é invertida com o crescimento do animal, o que explica a semelhança entre o peso de órgãos observada no presente estudo, já que tais órgãos são maturados previamente, independente do fluxo nutricional.

Não foi detectada influência dos tratamentos sobre o peso de gorduras internas totais ($P=0,169$) e nem sobre o rendimento dessas gorduras em relação ao peso ao abate ($P=0,201$). Foi observado que até 1,595% do peso do animal era constituído por gorduras internas, valor considerado baixo ao comparar com os resultados obtidos por Jaborek et al. (2017) que alimentaram cordeiros com *pallets* de alfafa com teores energéticos similares ao estudo (2,66 Mcal vs 2,46; 2,60; 2,65 e 2,63 Mcal de EM). Os autores observaram que 2,94% da carcaça era constituída por gordura interna, porém cabe considerar que além das gorduras pélvica, inguinal e perirenal, os autores contabilizaram as gorduras mesentéricas e omentais.

Kozloski (2002) pontuou que o maior teor de concentrado na dieta de ruminantes induz ao aumento da concentração de ácido propiônico no rúmen e consequentemente diminui a relação acetato:propionato, resultando em maior disponibilidade de energia na forma de glicose, já que este é o principal precursor neoglicogênico do metabolismo dos ruminantes, o que favorece a lipogênese e consequente deposição de gordura visceral.

Segundo Abouheif et al. (2015) e Zhao et al. (2016), o acúmulo de gordura interna é considerado positiva para o animal, já que constitui uma reserva energética que pode ser utilizada pelo organismo em períodos de restrição alimentar, evitando a degradação de proteína muscular e perda de peso. Entretanto, Moreno et al. (2014) afirmam que a deposição de grandes quantidades de gordura visceral em ovinos não é desejada, pois há aumento das exigências de energia para manutenção devido à maior taxa metabólica do tecido adiposo e consequentemente há desperdício da energia fornecida pela dieta, visto que esta gordura não é aproveitada para alimentação humana. Contudo, apesar de não ser destinada ao consumo humano, o uso de gorduras ovinas na indústria química, cosmética e na alimentação de pets garante o aproveitamento dessas aparas como um subproduto comercializável (Toldrá et al., 2012).

Na Tabela 3 observa-se que peso de órgãos brancos, órgãos vermelhos e sangue, buchada e panelada não sofreram influência significativa ($P>0,05$) das dietas.

Tabela 3: Peso e rendimento de órgãos comestíveis, não comestíveis e produtos comercializáveis de cordeiros terminados em confinamento submetidos a dietas de silagem de palma com níveis de inclusão de torta de algodão

Variáveis	Tratamentos				EPM	P valor		
	0	20	25	30		TRAT	L	Q
PA (kg)	30,450	28,525	27,962	30,212	3,771	0,477	0,832	0,129
PCV (kg)	26,584	25,439	24,291	26,946	1,262	0,450	0,992	0,143
RCQ (%)	51,219	51,784	50,798	51,318	0,886	0,889	0,863	0,980
RCF (%)	49,953	50,469	49,634	50,125	0,864	0,921	0,935	0,989
OB (kg)	2,729	2,664	2,778	2,966	0,494	0,651	0,300	0,474
OB:PA (%)	8,939	9,282	9,907	9,875	1,016	0,184	0,041 ¹	0,604
OB:PCV (%)	10,272	10,415	11,389	11,081	1,132	0,175	0,068	0,577
OVS (kg)	2,602	2,734	2,529	2,786	0,409	0,581	0,596	0,669
OVS:PA (%)	8,489	9,572	9,055	9,259	0,709	0,035	0,121	0,091
OVS:PCV (%)	9,737	10,752	10,427	10,391	0,823	0,118	0,219	0,082
Buchada (kg)	5,331	5,408	5,307	5,752	0,842	0,703	0,393	0,544
Buchada (%)	17,428	18,887	18,963	19,133	1,321	0,055	0,019 ²	0,179
Panelada (kg)	7,000	7,485	7,336	7,865	1,022	0,757	0,529	0,481
Panelada (%)	24,495	26,194	26,226	26,000	1,443	0,058	0,033 ³	0,100
OC (kg)	7,576	7,578	7,433	7,958	1,029	0,766	0,543	0,479
OC:PA (%)	24,833	26,522	26,572	26,508	1,447	0,060	0,035 ⁴	0,098
OC:PCV (%)	28,521	29,782	30,572	29,750	1,692	0,136	0,106	0,093
ONC (kg)	0,079	0,093	0,081	0,097	0,022	0,313	0,238	0,871
ONC:PA (%)	0,262	0,324	0,293	0,328	0,077	0,292	0,176	0,619
ONC:PCV (%)	0,300	0,363	0,337	0,369	0,087	0,393	0,203	0,617
SubC (kg)	3,021	2,941	3,054	3,329	0,547	0,526	0,240	0,367
SubC:PA (%)	9,932	10,309	10,922	10,948	1,220	0,289	0,068	0,687
SubC:PCV (%)	11,411	11,577	12,548	12,279	1,335	0,282	0,102	0,649

PA= Peso ao abate; PCV=Peso de corpo vazio; RCQ=rendimento de carcaça quente; RCF=rendimento de carcaça fria; OB=órgãos brancos; OVS=órgãos vermelhos + sangue; OC= Órgãos comestíveis; ONC= Órgãos não comestíveis; SubC= Subprodutos comercializáveis; EPM= erro padrão da média; CV= coeficiente de variação; *significativo pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade; $y^1=8,64+0,34x$ ($R^2=0,88$); $y^2=17,30+0,52x$ ($R^2=0,72$); $y^3=24,59+0,45x$ ($R^2=0,50$); $y^4=24,96+0,06x$ ($R^2=0,89$).

O rendimento dos órgãos brancos calculados a partir do peso ao abate demonstrou efeito linear ($P=0,041$) ao aumentar a proporção de torta de algodão na silagem à base de palma. Apesar do peso dos órgãos brancos e peso dos órgãos comestíveis não terem sido afetados significativamente pelas rações experimentais, numericamente pode ser observado um discreto incremento nestas variáveis. Seguindo tendência contrária, o peso ao abate foi parcialmente reduzido pelo aumento de inclusão de torta de algodão. Embora separadamente as variáveis não tenham sido alteradas significativamente, a correlação entre as duas implicou no aumento dos rendimentos.

Sabendo que o peso dos órgãos brancos é composto pelo peso do aparelho digestivo, a associação entre OB e dieta é necessária. Dietas com menor densidade energética apresentam menor digestibilidade e maiores teores de fibra, representados pelos níveis de FDN e FDA, provocando repleção do rúmen e proporcionando maior distensão em termos de volume ruminal.

O peso e rendimento dos órgãos vermelhos e sangue não sofreram alterações devido a dieta ($P>0,05$), resultado esperado dada a ausência de diferenças significativas entre cada variável avaliada isoladamente. Roça et al. (2001) afirmam que o volume de sangue coletado durante o abate explica a eficiência de sangria, pois até em condições eficientes, só se consegue eliminar entre 50 e 60% da quantidade total de sangue do animal, pois o restante fica retido nos músculos (10%) e vísceras (20-25%). De acordo com Callegaro et al. (2017), a quantidade de sangue no corpo do animal relaciona-se ao tamanho dos órgãos, assim quanto maior o peso dos órgãos, maior a quantidade de sangue, provavelmente para apoiar a maior taxa metabólica do animal.

Foi constatado que o rendimento de buchada e rendimento de panelada apresentaram efeito linear crescente ao aumentar o nível de inclusão de torta de algodão de 0 para 30%. Apesar do maior rendimento de órgãos e vísceras afetar negativamente o rendimento de carcaça, visto que são variáveis inversamente proporcionais, os resultados mostraram que no presente estudo não houve redução no rendimento de carcaça quente ou fria ($P=0,889$ e $P=0,921$, respectivamente).

Ao avaliar peso e rendimento dos componentes não constituintes da carcaça e o rendimento de buchada e panelada de cordeiros alimentados com dietas contendo 13,8% de PB e decrescentes níveis de NDT (640, 630, 600 e 520 g/kg), Urbano et al. (2012) constataram diminuição linear para pesos da buchada e panelada, acompanhando o comportamento dos pesos das vísceras. O maior rendimento de panelada constatado foi de 23,01%, resultado da dieta mais energética, já o rendimento de buchada em relação ao peso corporal ao abate não foi afetado pela dieta, apresentando valores inferiores à presente pesquisa (14,26% vs 18,6%).

Os maiores rendimento de buchada e de panelada obtidos podem ser fundamentados pelo resultado linear observado para o rendimento de órgãos brancos em relação ao peso ao abate, confirmado pelo maior rendimento de órgãos comestíveis em relação ao peso ao abate (Tabela 3).

A determinação do rendimento de órgãos comestíveis e comercializáveis auxilia na determinação do peso ótimo do abate e direciona estudos acerca do uso metabólico de nutrientes, principalmente em cordeiros. Ainda, considerando que os CNCC são apontados como o quinto quarto da carcaça, uma vez que podem agregar valor à produção ovina, sua determinação pode representar a exploração de um novo nicho de produção, diminuindo o desperdício e contribuindo como forma extra de renda para o produtor.

O peso dos órgãos comestíveis não foi afetado pelas dietas (Tabela 3), porém o rendimento em relação ao peso ao abate implicou em efeito linear crescente ($P=0,035$) e o rendimento em relação ao peso de corpo vazio apresentou tendência quadrática ($P=0,093$).

Dentre os OC, estão os órgãos viscerais (exceto baço, bexiga e vesícula) mais cabeça, patas, sangue e a cauda. Apesar de não haver unanimidade quanto à inclusão da cauda na meia carcaça esquerda ou direita, no presente estudo foi removida, avaliada isoladamente e incluída dentre os CNCC comestíveis, visto que pode ser comercializada e consumida na forma de rabada ovina.

Ponderando que o rendimento de carcaça fria, com base no peso ao abate, foi de 50,04%, o rendimento de órgãos comestíveis de 26,10% representou o aproveitamento de uma fração considerável dos produtos de abate que seriam descartados. Já em um cenário que inclui o rendimento de subprodutos comercializáveis, o aproveitamento sobe para 36,63%, diminuindo consideravelmente o descarte de resíduos sólidos e efluentes de abatedouros com potencial putrescível.

Concomitantemente, a destinação mercadológica dos produtos advindos do quinto quarto apesar de proporcionar menor valor de venda quando comparada ao preço da carne, representa uma forma modesta, porém válida, de reaver o investimento feita pelo produtor. Desta forma, o peso de carcaça passa a ser um indexador para a venda dos produtos obtidos pós abate, que poderão ser aproveitados para a geração de receita além da carcaça (Vaz et al., 2015).

O rendimento de órgãos não-comestíveis e, portanto, destinados ao descarte não foi afetado pelas rações e apresentou média de 10,528% em relação ao peso ao abate. Essa variável representa, de fato, o refugo que será descartado sem gerar renda ao produtor, logo quanto menor sua participação no rendimento, mais eficiente é o sistema de produção.

O peso de subprodutos comercializáveis como pele e depósitos adiposos apesar de não sofrerem influência das dietas experimentais ($P>0,05$) representam uma alternativa de faturamento.

Embora a pele não possa ser incluída dentre os CNCC comestíveis, quando comercializada, pode gerar lucro de até 20% sobre o a receita total produzida pelo animal (Silva et al., 2016), porém quando devidamente processada pela indústria coureira, pode gerar um lucro ainda maior. Já os tecidos adiposos tem valorização econômica restrita ao mercado de nutrição animal pet, vista a barreira quantitativa imposta pelas graxarias.

Como não foi constatado estatisticamente efeito de substituição da carcaça pelos CNCC, a inclusão de até 30% de torta de algodão na silagem de ração completa à base de palma

forrageira gera maior rendimento de CNCC comestíveis e/ou comercializáveis sem comprometer a produção de carne, criando uma vertente mercadológica que pode ser explorada.

4.4. CONCLUSÕES

A inclusão de até 30% de torta de algodão na silagem de ração completa à base de palma forrageira não afeta o peso dos órgãos de cordeiros, entretanto o nível máximo testado no presente estudo promove aumento no rendimento de órgãos comestíveis, representando uma potencial fonte de renda para agregar à receita da propriedade.

4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUHEIF, M.; AL-SORNOKH, H.; SWELUM, A.; YAQOOB, H.; AL-OWAIMER, A. Effect of different feed restriction regimens on lamb performance and carcass traits. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 3, p. 76-82, 2015.

ALVES, D. D.; DE ARAÚJO, L. M.; DE FREITAS MONTEIRO, H. C.; DE PAULA LEONEL, F.; VIEIRA, F.; SIMÕES, D. A.; GONÇALVES, W. C.; BRANT, L. M. S. Características de carcaça, componentes não-carcaça e morfometria em ovinos submetidos a diferentes estratégias de suplementação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3093-3104, 2013.

CALLEGARO, A. M.; ARGENTA, F. M.; WEISE, M. S.; DA SILVA, V. S.; PIZZUTI, L. A. D.; DE PAULA, P. C.; ALVES FILHO, D. C.; BARCELOS, J. O. J.; MIOTTO, C. B.; RESTLE, J.; CATTELAM, J. Componentes não-integrantes da carcaça de novilhos submetidos à substituição parcial de silagem de milho por silagem de girassol (*Helianthus annuus* L.) na dieta. **Revista Brasileira de Nutrição Animal**, v. 12, n. 1, p. 29-34, 2018.

CARDOSO, D. B.; MEDEIROS, G. R.; GUIM, A.; AZEVEDO, P. S.; SUASSUNA, J. M. A., JÚNIOR, D. L., MACIEL, M. V.; COSTA, C. A.; LOPES, L. A.; SILVA, J. L.; VERAS, A. S. C.; CARVALHO, F. F. R. Growth performance, carcass traits and meat quality of lambs fed with increasing levels of spineless cactus. **Animal Feed Science and Technology**, v. 272, p. 114788, 2021.

CARVALHO, P. A.; BONNECARRÈRE SANCHEZ, L. M.; VIÉGAS, J.; VELHO, J. P.; JAURIS, G. C.; RODRIGUES, M. B. Componentes do peso vivo e órgãos viscerais de bezerros

machos de origem leiteira ao nascimento, 50 e 110 dias de vida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1469-1475, 2003.

CARVALHO, S.; ZAGO, L. C.; PIRES, C. C.; MARTINS, A. A.; VENTURINI, R. S.; PILECCO, V. M.; FLEIG, M. Proporção e crescimento alométrico dos componentes não carcaça de cordeiros Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 2, p. 251-255, 2017.

CATTELAM, J.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; ARGENTA, F. M.; SIQUEIRA JUNIOR, V.; MARTINI, P. M. Efeito heterótico nas partes não-integrantes a carcaça de novilhos terminados em confinamento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 174-186, 2014.

CLEMENTINO, R. H.; SOUSA, W. H.; MEDEIROS, A. N. D.; CUNHA, M. D. G. G.; GONZAGA NETO, S.; CARVALHO, F. F. R. D.; CAVALCANTE, M. A. B. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 681-688, 2007.

COSTA, D. P.; RODRIGUES, V. C.; HIRATSUKA, K. P.; MOURÃO, R. D. C.; LIMA, É. D. S.; DA COSTA, Q. P.; DE OLIVEIRA VIEIRA, A. Peso das vísceras de búfalos e bovinos castrados e inteiros. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 6, n. 1, p. 33-39, 2010.

COSTA, R. G.; RIBEIRO, N. L.; CAVALCANTE, I. T. R.; ROBERTO, F. F. S.; LIMA, P. R. Carne de caprinos e ovinos do Nordeste: Diferenciação e agregação de valor. **Revista Científica de Produção Animal**, v.21, n.1, p.25-33, 2019.

DIAS, E. C. B.; CÂNDIDO, M. J. D.; FURTADO, R. N.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, L. V. D. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante aditivada com torta de algodão em rações para ovinos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 2, p. 321-328, 2019.

FLUHARTY, F. L.; MCCLURE, K. E. Effects of dietary energy intake and protein concentration on performance and visceral organ mass in lambs. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 3, p. 604-610, 1997.

GARCIA, I. F. F.; ALVARENGA, T. I. R. C.; PEREZ, J. R. O.; ALMEIDA, A. K. D.; GALLO, S. B.; PEREIRA, I. G.; ALVES, N. G.; ALVARENGA, F. A. P. Allometric growth of non-carcass components in crossed lambs. **Ciência Rural**, v. 44, n. 7, p. 1229-1235, 2014.

HAJJI, H.; SMETI, S.; HAMOUDA, M. B.; ATTI, N. EFFECT of protein level on growth performance, non-carcass components and carcass characteristics of young sheep from three breeds. **Animal Production Science**, v. 56, n. 12, p. 2115-2121, 2016.

JABOREK, J. R.; ZERBY, H. N.; MOELLER, S. J.; FLUHARTY, F. L. Effect of energy source and level, and sex on growth, performance, and carcass characteristics of lambs. **Small Ruminant Research**, v. 151, p. 117-123, 2017.

KOZLOSKI, G. B. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 139p. 2002.

MAYSONNAVE, G. S.; MELLO, R. D. O.; VAZ, F. N.; ÁVILA, M. M. D.; PASCOAL, L. L.; RODRIGUES, A. C. T. Physicochemical characterization of by-products from beef cattle slaughter and economic feasibility of commercialization. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 42, 2020.

MEDEIROS, G. R. D.; CARVALHO, F. F. R. D.; FERREIRA, M. D. A.; ALVES, K. S.; MATTOS, C. W.; SARAIVA, T. D. A.; NASCIMENTO, J. F. D. Efeito dos níveis de concentrado sobre os componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1063-1071, 2008.

MORENO, G. M. B.; BORBA, H.; ARAÚJO, G. G. L. D.; VOLTOLINI, T. V.; SOUZA, R. A.; SILVA SOBRINHO, A. G. D.; ALVARENGA, T. I. R. C. Rendimentos de carcaça, cortes comerciais e não-componentes da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de erva-sal e concentrado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 1, p. 192-205, 2014.

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G. D.; LEÃO, A. G.; PEREZ, H. L.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREIRA, G. T. Rendimento dos componentes não-carcaça de cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2878-2885, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. National Academy of Science, Washintgton, DC, USA. 347p. 2007.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; SOUZA, H. B. A. Características da carcaça e dos não-componentes da carcaça de ovelhas de descarte abatidas em diferentes estágios fisiológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1322-1328, 2009.

RIBEIRO, J. S.; SANTOS, L. L.; DE LIMA JÚNIOR, D. M.; DE ALBUQUERQUE MARIZ, T. M.; LADEIRA, M. M.; DE AZEVEDO, P. S.; LIMA, C. B.; DOS SANTOS SILVA, M. J. M. Spineless cactus associated with Tifton hay or sugarcane bagasse may replace corn silage in sheep diets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, n. 5, p. 995-1000, 2017.

ROÇA, R. D. O.; PADOVANI, C. R.; FILIPI, M. C. D.; SCHWACH, E.; UEMI, A.; SHINKAI, R. T.; BIONDI, G. F. Efeitos dos métodos de abate de bovinos na eficiência da sangria. **Food Science and Technology**, v. 21, n. 2, p. 244-248, 2001.

SABBIONI, A.; BERETTI, V.; ABLONDI, M.; RIGHI, F.; SUPERCHI, P. Allometric coefficients for carcass and non-carcass components in a local meat-type sheep breed. **Small Ruminant Research**, v. 159, p. 69-74, 2018.

SEN, U.; SIRIN, E.; ULUTAS, Z.; KURAN, M. Fattening performance, slaughter, carcass and meat quality traits of Karayaka lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 2, p. 409-416, 2011.

SILVA, D. L. A.; DE VALENÇA BISPO, S.; BEZERRA, F. T. M.; DA SILVA MONTEIRO, L. F.; LEAL FILHO, C. C. R. R.; DE OLIVEIRA SALES, R. Componentes não carcaça de cordeiros de diferentes genótipos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 4, p. 653-668, 2016.

TOLDRÁ, F.; CONCEPCIÓN ARISTOY, M.; MORA, L.; REIG, M. Innovations in value-addition of edible meat by-products. **Meat Science**, v.92, n.2, p.290–296, 2012.

URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; DUTRA, J.; ANDRADE, R. P. X.; FELIX, S. C. R.; CAMPOS, J. T. S.; SIQUEIRA, M. C. B. Replacement of tifton hay with castor bean hulls in sheep diet: non carcass components. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 6, p. 1649-1655, 2012.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; PÁDUA, J. T.; FONSECA, C. A.; PASCOAL, L. L.; SEVERO, M. M. Componentes não carcaça de bovinos nelore abatidos com diferentes pesos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 3, p. 313-323, 2015.

ZHAO, J.; MA, X.; JIN, Y.; SU, R.; LIU, W.; REN, Y.; ZHANG, C.; ZHANG, J. Energy requirements for the maintenance and growth of Dorper-Jinzhong crossbred ram lambs. **Italian Journal of Animal Science**, v. 15, n. 1, p. 94-102, 2016.

5. CAPÍTULO IV: Regressão múltipla como preditor de características de carcaça de cordeiros usando medições não invasivas

RESUMO

Objetivou-se estudar a associação entre variáveis, reduzir a dimensionalidade do espaço multivariado e determinar modelos para estimar características de carcaça de cordeiros alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira com inclusão de torta de algodão. Foram utilizados 32 cordeiros inteiros mestiços de Dorper, com idade inicial de 120 dias, com peso vivo inicial médio de $17 \pm 1,5$ kg. As dietas foram compostas de 0, 20, 25 e 30% de inclusão de torta de algodão em substituição ao feno de buffel em silagem de ração completa à base de palma forrageira. Foram feitas avaliações de medidas corporais *in vivo*: altura da cernelha (AC), altura da garupa (AG), largura de peito (LP), largura da garupa (LG), circunferência da coxa (CCX), perímetro torácico (PT), comprimento da perna (CPE), comprimento corporal (CC), perímetro de garupa (PG) e circunferência escrotal (CE). Os cordeiros foram confinados por 60 dias, abatidos ao atingir escore de 3,5 e avaliadas as características de carcaça e peso de vísceras comestíveis. Os dados foram submetidos a análise de componentes principais (Cp), correlações de Pearson e as variáveis biométricas foram utilizadas no desenvolvimento da equação de previsão de características de carcaça através de análise de regressão a 5% de probabilidade. Foi observada a existência de correlação entre as variáveis, o que justifica a utilização de análises multivariadas. Das variáveis estudadas, 6 medidas corporais (PT, LG, PG, CC, CPE e LP) explicaram a variação do peso ao abate ($P < 0,05$) e foram selecionadas para compor as equações de predição (5 Cp; R^2 variando de 0,77 a 0,87), peso de corpo vazio (4 Cp; R^2 entre 0,80 a 0,90), peso de carcaça quente (3 Cp; R^2 entre 0,87 a 0,91), peso de carcaça fria (4 Cp; R^2 entre 0,87 a 0,90), rendimento de carcaça quente (3 Cp; R^2 entre 0,37 a 0,52), rendimento de carcaça fria (3 Cp; R^2 entre 0,42 a 0,55), área de olho de lombo (1 Cp; $R^2 = 0,43$) e peso de vísceras comestíveis (6 Cp; R^2 entre 0,55 e 0,83). Os dados condizem com os resultados encontrados na literatura, sugerindo que produtores que não possuem balança e queiram usar a dieta experimental podem prever a produção de carne a partir das medidas biométricas utilizando as equações geradas neste estudo. Os modelos de previsão observados indicam altos níveis de precisão.

Palavras chave: biometria; carcaça; componentes principais; correlação; silagem de palma; *stepwise*

ABSTRACT

The objective was to study the association between variables, to reduce the dimensionality of the multivariate space and to determine models to estimate carcass characteristics of lambs fed with complete feed silage based on spineless cactus with the inclusion of cotton cake. 32 whole Dorper crossbred lambs were used, with an initial age of 120 days, with an average initial live weight of 17 ± 1.5 kg. The diets were composed of 0, 20, 25 and 30% of inclusion of cotton cake in replacement of buffel hay in complete feed silage based on spineless cactus. In vivo body measurements were evaluated: withers height (AC), croup height (AG), chest width (LP), croup width (LG), thigh circumference (CCX), thoracic perimeter (PT), leg length (CPE), body length (CC), croup perimeter (PG) and scrotal circumference (CE). The lambs were confined for 60 days, slaughtered when they reached a score of 3.5 and carcass characteristics and weight of edible offal were evaluated. The data were submitted to principal component analysis (Cp), Pearson correlations and biometric variables were used in the development of the prediction equation of carcass characteristics through regression analysis at 5% probability. There was a correlation between the variables, which justifies the use of multivariate analyzes. Of the variables studied, 6 body measurements (PT, LG, PG, CC, CPE and LP) best fit ($P < 0.05$) to the slaughter weight prediction equations (5 Cp; R^2 ranging from 0.77 to 0.87), empty body weight (4 Cp; R^2 between 0.80 to 0.90), hot carcass weight (3 Cp; R^2 between 0.87 to 0.91), cold carcass weight (4 Cp; R^2 between 0.87 to 0.90), hot carcass yield (3 Cp; R^2 between 0.37 to 0.52), cold carcass yield (3 Cp; R^2 between 0.42 to 0.55), area rib eye (1 Cp; $R^2 = 0.43$) and weight of edible offal (6 Cp; R^2 between 0.55 and 0.83). The data are consistent with the results found in the literature, suggesting that producers who do not have a balance and want to use the experimental diet can predict meat production using biometric measurements using the equations generated in this study. The forecasting models observed indicate high levels of accuracy.

Keywords: biometry; cactus silage; carcass; correlation; main components; stepwise

5.1. INTRODUÇÃO

Na ovinocultura de corte a avaliação e tipificação de carcaças corresponde a melhor ferramenta para estimar o rendimento de carcaça, a qualidade da carne e a rentabilidade na produção animal. Visto que a carcaça representa o objetivo comercial mais rentável, suas características devem ser comparadas e usadas para selecionar os animais que apresentem boa deposição de tecidos comestíveis (Geraldo et al., 2017). No entanto, essa caracterização geralmente é feita após o animal ser abatido.

A fim de aprimorar os resultados do sistema de produção e apoiar medidas de manejo é importante avaliar o desempenho do animal de corte com antecedência. Desta forma, os animais que apresentam melhor desempenho podem ser selecionados antes do abate (Alves et al., 2019).

Um dos métodos mais usados para fazer a predição das características de carcaça ovina é através de ultrassom, conforme relata a literatura para comparar dados de ultrassom e dados obtidos pela avaliação de carcaça de ovelhas de descarte (Pinheiro et al., 2010) e de cordeiros de diferentes genótipos (Cartaxo et al., 2011).

No entanto, essa tecnologia demanda alto investimento em equipamentos e mão de obra especializada, recursos não disponíveis na maioria das propriedades pecuárias da região Nordeste do Brasil. Em contrapartida, o uso de medições corporais pode ser mais interessante pois requer instrumentos simples que os produtores podem utilizar com poucos ou nenhum custo adicional ao sistema de produção.

Apesar de facilitar os estudos de composição de carcaças, a quantidade de variáveis avaliadas durante a biometria é grande, sendo necessário selecionar um conjunto de variáveis para serem incluídas em um modelo que maximize a capacidade de previsão. A regressão linear múltipla pode ser empregada para construir um modelo preditor confiável (Sauerbrei et al., 2007; Bautista-Díaz et al., 2020).

Ao utilizar modelos preditores a partir de dados biométricos, pode-se prever como a dieta influencia as características produtivas de animais de corte tomando como base variáveis que podem facilmente ser mensuradas. Essa predição é especialmente interessante quando se faz uso de dietas inovadoras que são pouco praticadas no país, podendo ser usada como ferramenta para implementação de novos sistemas alimentares que garantam a produção de carcaça esperada.

Em países como México, Marrocos e Egito as dietas de silagem de palma forrageira são usadas para dar suporte a produção de ovinos de corte, configurando boa performance e boas características de carcaça (Bendaou e Ait Omar, 2014; Abidi et al., 2013). No Brasil, essas

dietas podem ser usadas, mas requerem adequação a ingredientes disponíveis no local do confinamento. A torta de algodão representa um ingrediente alternativo para uso devido a sua ampla distribuição e disponibilidade independente das condições climáticas locais, podendo representar um ingrediente promissor para a pecuária em regiões semiáridas

O objetivo da pesquisa foi avaliar a associação de características biométricas, reduzir a dimensionalidade do conjunto original de variáveis e determinar modelos para estimar características de carcaça de cordeiros mestiços Dorper alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira com inclusão de torta de algodão.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Beijamim Maranhão, da Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER-PB), localizada no município Campo de Santana, na Mesorregião do Agreste Paraibano, Microrregião do Curimataú Oriental, distando 180 km de João Pessoa, a capital do Estado, situada nas coordenadas geográficas com latitude de 06° 29' 18" S, 35° 38' 14" W.Gr., altitude de 168 m, as temperaturas variam entre 22 e 26°C e umidade relativa de 70%.

O projeto foi enviado ao Comitê de Ética no Uso Animal da Universidade Federal da Paraíba sob protocolo N° 5158181018.

Foram utilizados 32 cordeiros inteiros mestiços de Dorper com ovino deslanado tipo Santa Inês, com idade inicial de 120 dias, com peso vivo inicial médio de $17 \pm 1,5$ kg. Os animais foram alojados em baias individuais 1x1 providas de comedouro e bebedouro individual. Antes de serem alojados foram vacinados e desverminados. O período de adaptação foi de 14 dias e as pesagens dos cordeiros foram realizadas a cada 14 dias, com duração de 60 dias de confinamento.

Os ingredientes utilizados na silagem de ração total foram a palma forrageira Miúda (*Nopalea cochenillifera*), feno moído de capim buffel (*Cenchrus ciliaries* L.), farelo de milho, torta de algodão e farelo de soja ensilados na forma de ração total. As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007) para ganhos de 200 g/animal/dia (Tabela 1).

Tabela 1: Composição percentual e nutricional das dietas experimentais com base na matéria seca

Ingredientes	Nível de inclusão de torta de algodão			
	0%	20%	25%	30%

Palma forrageira	34,22	33,92	33,83	33,83
Feno buffel	23,27	6,78	0,00	0,00
Farelo de Soja	16,15	6,92	2,03	0,00
Farelo de Milho	23,00	30,26	35,86	33,83
Torta de algodão	0,00	19,54	25,71	29,77
Ureia	0,68	0,00	0,00	0,00
Núcleo mineral ¹	1,64	1,63	1,62	1,62
Cloreto de amônio	0,96	0,95	0,95	0,95
Sulfato de amônio	0,08	0,00	0,00	0,00
Composição nutricional				
Matéria seca (g/kg)	296,62	298,50	299,06	299,18
Energia metabólica (Mcal)	2,46	2,60	2,65	2,63
Nutrientes digestíveis totais (g/kg)	671,24	734,69	759,62	758,55
Proteína bruta (g/kg)	156,10	153,66	153,18	153,67
Proteína degradável no rúmen (g/kg)	108,04	106,70	107,90	110,49
Proteína não degradável no rúmen (g/kg)	51,99	36,95	30,39	25,36
Extrato etéreo (g/kg)	27,06	46,86	54,79	56,93
Fibra em detergente neutro (g/kg)	362,35	321,75	298,31	311,80
Carboidratos não fibrosos (g/kg)	440,19	439,38	454,50	434,00

¹Composição do suplemento mineral com base em no fornecimento de 100 g: cálcio= 14 g, fósforo= 11 g, sódio= 7 g, magnésio= 9 g, enxofre= 13,5 g, potássio= 54 g, cobalto= 0,9 mg, cobre= 90 mg, iodo= 4,5 mg, manganês= 180 mg, selênio= 0,9 mg, zinco= 270 mg, ferro= 450 mg. Vitaminas: vitamina A= 20.000 UI, vitamina D= 2.500 UI, vitamina E= 350 UI. Ureia= 450 g/kg de nitrogênio.

Ao término do confinamento, os animais foram submetidos às seguintes avaliações de medidas corporais: altura da cernelha (AC-distância vertical entre o ponto mais alto da cernelha e o solo, com o animal mantido em posição correta de aprumos); altura da garupa (AG-distância vertical entre o ponto mais alto da garupa e o solo, com o animal mantido em posição correta de aprumos); largura de peito (LP-distância máxima entre as pontas das duas escápulas); largura da garupa (LG-distância entre trocânteres maiores dos fêmures); circunferência da coxa (CCX-medida na parte média da perna, acima da articulação fêmuro-tíbiopatelar); perímetro torácico (PT-medida da circunferência torácica obtida na parte posterior das escápulas atrás das paletas); comprimento da perna (CPE-distância entre o períneo e o bordo anterior da superfície articular tarso metatarsiana); comprimento corporal (CC- distância entre a base da cauda e a base do pescoço); perímetro de garupa (PG- perímetro na região da garupa, com base nos trocânteres dos fêmures); circunferência escrotal (CE- medição feita nos testículos tracionados para a parte inferior do saco escrotal). Para todas as medidas foi utilizada fita flexível de fibra de vidro (Truper®). As medidas biométricas foram expressas em cm para que pudesse ser relacionadas com a composição da carcaça (Fernandes et al., 2010).

Após alcançarem o escore pré-estabelecido para o abate (3,5), os animais foram submetidos a jejum sólido de 16 horas e em seguida foram transportados para a Estação

Experimental de Pendência (EMPAER-PB) para o abate. Todos os ovinos foram abatidos no mesmo dia, usando os procedimentos comerciais padrão que seguem os códigos de prática do bem-estar brasileiro (Brasil, 2000). Após o jejum os animais foram pesados para obtenção do peso corporal para abate (PA) e abatidos via concussão cerebral através de pistola de dardo cativo e, em seguida, seccionadas a jugular e a carótida para sangria, recolhendo o sangue, para pesagem e identificação.

Após a sangria e esfolagem, foi retirado o conteúdo gastrintestinal, pele, vísceras, cabeça, patas e órgãos genitais. O trato gastrintestinal (TGI), a bexiga (B) e a vesícula biliar (VB) foram esvaziados e lavados para a obtenção do peso corporal vazio (PCV). Foi obtido o peso de carcaça quente (PCQ) e após as carcaças penduradas em ganchos junto ao tendão de aquiles com as articulações metatarsais espaçadas de 17 cm serem resfriadas em câmara fria por 24 horas à 4°C, foi obtido o peso da carcaça fria (PCF). Em seguida, foram determinados os rendimentos de carcaça quente (RCQ) e de carcaça fria (RCF) pelas seguintes fórmulas: $RCQ = \left(\frac{PCQ}{PA} \right) \times 100$ e $RCF = \left(\frac{PCF}{PA} \right) \times 100$. Após o abate, as carcaças foram resfriadas a 4 °C em câmara refrigerada, onde permaneceram por 24 horas.

Foi feita a separação dos órgãos brancos (rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestinos) e vermelhos (coração, fígado, diafragma, rins, aparelho respiratório), do sangue e de alguns componentes corporais externos, como cabeça, pés e couro. Após a separação, foram pesados para determinação de seus pesos individuais e obtenção do peso de vísceras comestíveis (PVISC) = órgãos vermelhos + órgãos brancos + sangue.

Na meia carcaça esquerda foi realizado um corte transversal entre a 12ª e 13ª costelas, expondo o corte transversal do músculo *Longissimus dorsi*, cuja área foi pontilhada com marcador permanente de ponta média de 2,0 mm em filme plástico transparente para determinar a área do olho do lombo (AOL).

Média, intervalo e variância (SD) e correlações de Pearson foram estimadas para todas as medições. As regressões foram desenvolvidas com PROC REG do SAS (Estatística Analysis System, versão 9.3). As variáveis biométricas utilizadas no desenvolvimento da equação de previsão foram: AC, AG, LP, LG, CPE, PT, PT, CC, CCX e CE. As equações foram selecionadas por considerando o coeficiente de determinação do modelo (R^2), a raiz do erro quadrático médio (REQM), e a estatística Cp ($\frac{QMR}{\sigma^2} + 2p - n$), em que QMR é o quadrado médio residual, σ^2 é o resíduo variância, p é o número de parâmetros no modelo (incluindo a interceptação) e n é o número de registros. De acordo com McNeil (1983), Cp relaciona R^2 e variância residual e é o critério mais apropriado de seleção de equação do que R^2 sozinho,

permitindo a identificação de subconjuntos ótimos. O objetivo é encontrar o melhor modelo envolvendo um subconjunto de preditores. Portanto, em geral, um pequeno valor de C_p significa que o modelo é relativamente preciso (Mallows, 1973).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os dados analisados via análise descritiva, o tratamento apresentou maior coeficiente de variação (61,73) (Tabela 2), fato que condiz com a proposta da pesquisa, entretanto esta variável não se correlacionou significativamente ($P < 0,05$) com nenhuma das demais mensurações (Tabela 3). Desta forma, pode-se conjecturar que os níveis de torta de algodão testados nas dietas experimentais não influem sobre a biometria e características de carcaça de cordeiros, permitindo a inclusão de até 30%.

A maioria das medições apresentaram correlação significativa com as medidas avaliadas (Tabela 3). Observa-se que as maiores correlações encontradas foram entre o perímetro torácico e peso de carcaça quente e fria ($r=0,94$), achado que permite inferir que animais com maior perímetro torácico serão possuidores de carcaças mais pesadas.

Tabela 2: Análises descritivas dos dados obtidos através de mensurações *in vivo* em cordeiros alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira com inclusão de torta de algodão (n=32 cordeiros)

Variável	Média	CV (%)	Soma	Mínimo	Máximo
TRAT	18,75	61,73	570,00	0,00	30,00
AC	58,00	4,69	1798,00	52,00	62,00
AG	57,65	5,21	1787,00	52,00	63,00
LG	21,58	5,83	669,00	19,00	23,00
LP	20,45	8,17	634,00	16,00	24,00
PT	72,03	5,79	2233,00	64,00	80,00
CC	59,48	5,38	1844,00	52,00	63,00
CPE	53,81	4,66	1668,00	47,00	58,00
PG	71,00	8,06	2201,00	59,00	85,00
CCX	43,74	7,83	1356,00	35,00	52,00
CE	28,29	13,33	877,00	24,00	45,00
PA	29,30	12,99	908,30	20,80	38,90
PCQ	15,05	15,26	466,60	10,10	20,70
PCF	14,69	15,42	455,50	9,90	20,30
RCQ	51,26	4,77	1589,00	47,12	55,40
RCF	50,03	4,76	1551,00	45,68	53,96
PCV	25,81	13,99	800,24	18,51	34,77

AOL	10,97	16,80	340,22	7,60	14,61
PVISC	5,46	15,39	169,14	3,89	7,32

Coeficiente de variação=CV; tratamento=TRAT; altura de cernelha=AC; altura de garupa=AG; largura de garupa=LG; largura de peito=LP; perímetro torácico=PT; comprimento do corpo=CC; comprimento de perna=CPE; perímetro de garupa=PG; circunferência de coxa=CCX; circunferência escrotal=CE; peso ao abate=PA; peso de carcaça quente=PCQ; peso de carcaça fria=PCF; rendimento de carcaça quente=RCQ; rendimento de carcaça fria=RCF; peso de corpo vazio=PCV; área de olho de lombo=AOL; peso de vísceras comestíveis=PVISC.

Da mesma forma, a altura de cernelha e altura de garupa se correlacionaram fortemente ($r=0,82$), assim pode-se afirmar que a medida mais segura para predizer a altura de cernelha dos animais, quando avaliada isoladamente, é a altura da garupa, refletindo a existência de linearidade física nos animais. Resultados similares foram observados por Pinheiro e Jorge (2010), que verificaram correlação alta ($r = 0,86$; $P=0,01$) entre altura do anterior e do posterior de ovelhas de descarte. Essas medidas de altura estão relacionadas ao porte do animal e auxiliam a determinação da conformação corporal, influenciadas pelo biótipo e idade do animal (Costa Junior et al., 2006).

A largura do peito se correlacionou significativamente com dez variáveis, enquanto a largura da garupa se correlacionou moderadamente com treze. A proporção entre essas duas medidas configura a estrutura corporal esperada para animais de corte, pois caracteriza animais com tipo biológico que proporciona maior peso de carcaça em relação ao tamanho corporal.

Assim como a largura do peito, o perímetro de garupa também se correlacionou ($P>0,05$) com dez variáveis. O perímetro da garupa é uma medida de grande importância para a ovinocultura de corte, uma vez que na região posterior estão localizados os cortes cárneos considerados nobres.

O alto número de correlações ligadas a essas duas variáveis (LP e PG) pode se dar devido aos desdobramentos fisiológicos associados às tais características, tornando-as interligadas e responsivas em relação às demais mensurações. A largura de peito é uma característica de grande relevância para a estrutura corporal devido a provável associação com a capacidade respiratória do animal e subsequente oxigenação dos tecidos. Já o perímetro de garupa está ligado à forma que o corpo do animal cresce (da extremidade para o centro) e à cronologia de desenvolvimento tecidual, assim, por estar na porção posterior e na inserção do membro pélvico, a região pode ser mais reativa às ondas de crescimento hipertrófico, mesmo em cordeiros (Silva et al., 2015).

Tabela 3: Correlação de Pearson das variáveis avaliadas *in vivo* e características de carcaça de cordeiros alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira com inclusão de torta de algodão

	AC	AG	LG	LP	PT	CC	CPE	PG	CCX	CE	PA	PCQ	PCF	RCQ	RCF	PCV	AOL	PVISC
Trata	-0,23	-0,31	-0,23	-0,01	-0,13	0,26	-0,28	0,06	0,1	-0,03	-0,12	-0,11	-0,11	-0,02	0,01	-0,07	-0,19	0,13
AC	1	0,82*	0,21	0,54*	0,71*	0,41*	0,65*	0,48*	0,48*	0,09	0,68*	0,68*	0,68*	0,35	0,38*	0,67*	0,56*	0,52*
AG		1	0,2	0,43*	0,66*	0,35	0,67*	0,51*	0,48*	0,12	0,62*	0,65*	0,65*	0,39*	0,40*	0,63*	0,48*	0,53*
LG			1	0,38*	0,23	0,27	0,29	0,16	0,15	0,37*	0,36*	0,26	0,26	-0,15	-0,15	0,34	0,26	0,35*
LP				1	0,57	0,23	0,33	0,24	0,39*	0,11	0,58*	0,52*	0,52*	0,07	0,1	0,57*	0,47*	0,54*
PT					1	0,37*	0,60*	0,73*	0,50*	0,15	0,89*	0,94*	0,94*	0,61*	0,65*	0,90*	0,65*	0,75*
CC						1	0,07	0,3	0,49*	0,23	0,52*	0,46*	0,46*	0,03	0,06	0,53*	0,09	0,66*
CPE							1	0,39*	0,19	0,04	0,57*	0,59*	0,59*	0,38*	0,38*	0,57*	0,51*	0,32
PG								1	0,48*	0,11	0,67*	0,70*	0,69*	0,42*	0,43*	0,69*	0,38*	0,72*
CCX									1	0,11	0,65*	0,60*	0,60*	0,14	0,18	0,65*	0,42*	0,67*
CE										1	0,18	0,15	0,15	-0,02	0,01	0,2	0,26	0,18
PA											1	0,96*	0,96*	0,36*	0,40*	0,99*	0,65*	0,87*
PCQ												1	0,99*	0,61*	0,64*	0,97*	0,71*	0,81*
PCF													1	0,60*	0,63*	0,97*	0,72*	0,82*
RCQ														1	0,99*	0,42*	0,54*	0,25
RCF															1	0,46*	0,58*	0,29
PCV																1	0,68*	0,88*
AOL																	1	0,50*
PVISC																		1

altura de cernelha=AC; altura de garupa=AG; largura de garupa=LG; largura de peito=LP; perímetro torácico=PT; comprimento do corpo=CC; comprimento de perna=CPE; perímetro de garupa=PG; circunferência de coxa=CCX; circunferência escrotal=CE; peso ao abate=PA; peso de carcaça quente=PCQ; peso de carcaça fria=PCF; rendimento de carcaça quente=RCQ; rendimento de carcaça fria=RCF; peso de corpo vazio=PCV; área de olho de lombo=AOL; peso de vísceras comestíveis=PVISC.

O perímetro torácico apresentou correlação intermediária ($r > 0,50$) com o maior número de variáveis, inclusive com o peso ao abate, peso de corpo vazio, peso de carcaça e AOL, concordando com Grandis et al. (2018). Tal mensuração representa o volume corporal do animal, demonstrando sua maior capacidade digestiva, confirmado pela alta correlação entre esta variável e o peso de vísceras ($r=0,75$). Portanto, essa habilidade é refletida sobre a absorção e utilização de nutrientes e consequentemente afeta a deposição de tecidos comestíveis, o que justifica a interação com o peso ao abate, rendimento de carcaça e AOL. Os achados do presente estudo corroboram com as ponderações de Silva et al. (2015), que propunham que o PT se correlacionou positivamente ($P < 0,05$) com o peso ao abate ($r = 0,80$) e peso de carcaça fria ($r = 0,78$), indicando que essa medição pode ser usada como preditor de medidas de peso de carcaça de ovinos.

A circunferência escrotal é altamente correlacionada com características reprodutivas (Pimentel e Silva, 2010), como a produção espermática e o desempenho reprodutivo, porém foi constatada correlação intermediária ($r=0,38$) com uma variável biométrica, não demonstrando ser uma medida precisa para a predição de características corporais em cordeiros.

A circunferência da coxa demonstrou relação significativa ($P>0,05$) e alta ($r>0,50$) com o peso ao abate, peso de carcaça quente, peso de carcaça fria, peso de corpo vazio e peso de vísceras comestíveis. A variável ainda se correlacionou moderadamente ($r=0,42$) com a AOL, indicando que a partir do estudo morfológico da perna é possível prever as características de carcaça e musculabilidade de cordeiros.

O peso das vísceras comestíveis se relacionou fortemente com sete variáveis biométricas e com o peso ao abate, supondo que animais maiores e mais volumosos produzem vísceras mais pesadas. O resultado confirma o achado de Kuss et al. (2007), que observaram aumento no peso de órgãos vitais e do trato gastrointestinal de animais abatidos com maior peso.

Segundo Silva Filho et al. (2019) as variáveis que caracterizam o desenvolvimento corporal são o perímetro torácico, comprimento corporal, circunferência escrotal, já as que representam o formato do corpo são a largura do peito e largura da garupa, enquanto o tamanho do corpo é caracterizado pela altura de cernelha e altura de garupa. No estudo, as correlações significativas ocorreram distribuídas entre características ligadas às três classificações supracitadas, visto que os cordeiros apresentavam idades semelhantes, mesmo padrão genético e dietas nutricionalmente equilibradas.

Por meio da análise de regressão múltipla foi possível selecionar seis fatores que explicaram até 91% da variação total das características de carcaça avaliadas no período experimental, expressos nas equações de predição.

Tabela 4. Equações de predição de características de carcaça de cordeiros mestiços Dorper alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira com inclusão de torta de algodão através das medidas biométricas

Número	Equação	Cp	R ²	EPM	Valor de P
Peso ao abate					
1	PA=-28,16(±5,69)+0,80(±0,08)PT	14,28	0,77	1,81	<,0001
2	PA=-32,17(±5,18)+0,67(±0,08)PT+0,31(±0,10)PG	5,26	0,83	1,58	<,0001
3	PA=-41,14(±6,41)+0,51(±0,22)LG+0,64(±0,07)PT+0,30(±0,09)PG	2,23	0,86	1,48	<,0001
4	PA=-45,19(±6,41)+0,43(±0,21)LG+0,63(±0,07)PT+0,15(±0,10)CC+0,24(±0,10)PG	1,98	0,87	1,43	<,0001
5	PA=-50,32(±7,15)+0,35(±0,22)LG+0,56(±0,09)PT+0,18(±0,10)CC+0,19(±0,13)CPE+0,25(±0,09)PG	2,09	0,88	1,41	<,0001
Peso de corpo vazio (PCV)					
1	PCV=-29,81(±5,02)+0,77(±0,07)PT	17,85	0,80	1,59	<,0001
2	PCV=-34,08(±4,45)+0,65(±0,07)PT+0,29(±0,08)PG	6,22	0,86	1,33	<,0001
3	PCV=-40,54(±5,05)+0,63(±0,06)PT+0,19(±0,08)CC+0,22(±0,08)PG	3,28	0,88	1,28	<,0001
4	PCV=-47,06(±6,00)+0,56(±0,07)PT+0,20(±0,08)CC+0,20(±0,10)CPE+0,23(±0,08)PG	2,22	0,90	1,28	<,0001
Peso de carcaça quente (PCQ)					
1	PCQ=-21,67(±2,63)+0,50(±0,03)PT	3,45	0,87	0,84	<,0001
2	PCQ=-23,46(±2,50)+0,46(±0,04)PT+0,12(±0,05)PG	-0,52	0,89	0,77	0,0002
3	PCQ=-26,63(±3,14)+0,42(±0,04)PT+0,10(±0,06)CPE+0,13(±0,05)PG	-0,66	0,90	0,75	0,0004
4	PCQ=-29,46(±3,57)+0,41(±0,04)PT+0,07(±0,04)CC+0,11(±0,06)CPE+0,10(±0,05)PG	-0,55	0,91	0,73	0,0002
Peso de carcaça fria (PCF)					
1	PCF=-21,51(±2,58)+0,50(±0,04)PT	4,38	0,87	0,82	0,0002
2	PCF=-23,48(±2,43)+0,45(±0,04)PT+0,12(±0,05)PG	-0,21	0,90	0,74	0,0004
3	PCF=-21,51(±2,58)+0,50(±0,04)PT+0,10(±0,06)CPE+0,13(±0,04)PG	-0,31	0,90	0,73	0,0002
4	PCF=-29,24(±3,47)+0,40(±0,04)PT+0,07(±0,05)CC+0,11(±0,06)CPE+0,11(±0,05)PG	-0,32	0,90	0,71	0,0004
Rendimento de carcaça quente (RCQ)					
1	RCQ=25,61(±6,08)+0,36(±0,08)PT	1,07	0,37	1,94	0,0002
2	RCQ=28,17(±5,71)-0,59(±0,24)LP+0,49(±0,10)PT	-2,08	0,46	1,83	0,0004
3	RCQ=34,65(±7,05)-0,41(±0,27)LG-0,47(±0,24)LP+0,49(±0,09)PT	-1,88	0,52	1,75	0,0002
Rendimento de carcaça fria (RCF)					
1	RCF=23,68(±5,72)+0,37(±0,08)PT	1,82	0,42	0,45	<,0001
2	RCF=26,02(±5,39)-0,54(±0,22)LP+0,49(±0,09)PT	-2,34	0,51	1,68	0,0004
3	RCF=32,46(±6,63)-0,41(±0,26)LG-0,42(±0,23)LP+0,49(±0,08)PT	-2,31	0,55	1,65	0,0002
Área de olho de lombo (AOL)					
Tabela 4: Equações de predição de características de carcaça de cordeiros mestiços Dorper alimentados com silagem de ração completa à base de palma forrageira com inclusão de torta de algodão através das medidas biométricas (<i>continuação</i>)					
1	AOL=-9,87(±4,39)+0,29(±0,06)PT	3,05	0,43	1,40	0,0002

Peso da vísceras comestíveis (PVISC)					
1	PVISC=-5,28(±1,76)+0,15(±0,02)PT	37,93	0,55	0,56	<,0001
2	PVISC=-9,92(±1,76)+0,12(±0,02)PT+0,12(±0,02)CC	14,19	0,73	0,44	<,0001
3	PVISC=-9,75(±1,61)+0,07(±0,03)PT+0,11(±0,02)CC+0,05(±0,02)PG	8,40	0,78	0,41	<,0001
4	PVISC=-10,13(±1,49)+0,12(±0,05)LP+0,03(±0,02)PT+0,11(±0,02)CC+0,06(±0,02)PG	4,65	0,82	0,38	0,0002
5	PVISC=-9,67(±1,44)+0,16(±0,04)LP+0,11(±0,02)CC+0,07(±0,01)PG	3,88	0,81	0,38	<,0001
6	PVISC=-9,63(±1,41)+0,14(±0,04)LP+0,10(±0,02)CC+0,07(±0,01)LG+0,04(±0,02)PG	3,48	0,83	0,37	<,00001

PT=perímetro torácico; LG=largura de garupa; PG=perímetro da garupa; CC=comprimento do corpo; CPE=comprimento da perna; LP= largura do peito; EPM=erro padrão da média; R²=Coeficiente de determinação; Cp=critério de seleção da equação

Nas equações de predição observou-se que conforme aumenta o número de variáveis, o valor de R^2 aumenta, e o valor do Cp e do EPM diminui (Tabela 4).

De acordo com Costa et al. (2020) as medidas biométricas são usadas com eficácia na predição das equações das características de carcaça de ovinos Morada Nova. Os autores ainda afirmaram que a precisão da predição foi melhorada especialmente quando mais de uma variável foi considerada no modelo, ou seja, a inclusão de várias variáveis produz um aumento na precisão das estimativas obtidas.

Nogalski et al. (2017) utilizaram *stepwise* para prever a gordura do músculo *Longissimus thoracis* em bovinos com base em 11 medidas biométricas e cinco medidas de ultrassom. Os autores observaram que as equações resultantes incluíram cinco medições biométricas e três medidas de ultrassom sendo a largura do tórax e perímetro torácico as variáveis biométricas que mais influenciaram na equação, obtendo precisão satisfatória ($R^2=0,623$). No entanto os resultados demonstraram que ao incluir parâmetros sanguíneos no modelo, a acurácia aumentou para $R^2=0,737$.

As avaliações biométricas PT, LG, PG, CC, CPE e LP são as variáveis que melhor se ajustam às equações de predição do PA, PCV, PCQ, PCF, RCQ, RCF, AOL e PVISC (Tabela 4). Observou-se que o Cp e o EPM diminuíram à medida que o R^2 aumentou. Os valores de R^2 para essas variáveis foram de 0,37 a 0,91.

Os modelos demonstraram ser confiáveis para determinação do PA, PCV, PCQ, PCF e PVISC, visto que o coeficiente de determinação foi maior ou igual a 0,55 utilizando apenas a variável perímetro torácico. Ao incluir outras variáveis no modelo, as equações de predição tiveram sua acurácia aumentada para $R^2=0,88$, 0,90, 0,91, 0,90 e 0,83 para peso ao abate, peso de corpo vazio, peso de carcaça quente, peso de carcaça fria e peso de vísceras comestíveis, respectivamente.

Já os valores de R^2 para RCQ, RCF e AOL foram mais baixos (0,52; 0,55 e 0,43, respectivamente), pois essas variáveis são provenientes de outras através de cálculos, fazendo com que a precisão reduza.

Bautista-Díaz et al. (2020) recomendaram o uso de biometria como uma ferramenta útil e precisa para prever as características da carcaça de cordeiros. Os autores obtiveram equações para predição de peso ao jejum, peso de carcaça fria e peso de carcaça quente com R^2 variando de 0,89 a 0,99 ao incluir no modelo o perímetro do tórax, profundidade do tórax, circunferência da cintura pélvica, profundidade da garupa e largura de garupa.

Bautista-Díaz et al. (2017) determinaram que nove avaliações biométricas podem ser usadas para prever o peso de corpo vazio ($R^2=0,91$), peso de carcaça quente ($R^2=0,89$), peso da

carcaça fria ($R^2=0,92$), peso dos músculos ($R^2=0,93$), peso dos ossos ($R^2=0,82$), gordura da carcaça ($R^2=0,81$) e peso de órgãos ($R^2=0,67$) de ovelhas Pelibuey com diferentes condições corporais, porém os autores recomendaram que os modelos de previsão encontrados não sejam aplicados para animais de outras raças, sexo e condições fisiológicas.

Ricardo et al. (2016) avaliando o uso de morfometria, escores de conformação e acabamento de carcaças para prever o peso e rendimento de carcaça de cordeiros observaram que o peso corporal, perímetro da perna, profundidade torácica, perímetro da garupa e escore de gordura previram 98% da variação do peso da carcaça dos cordeiros.

O peso das vísceras comestíveis apresentou o R^2 variando de 0,55 a 0,83 e o Cp de 37,93 para 3,48. O tamanho do modelo e os critérios de ajuste (R^2 e EPM) são fixos, pois o valor ideal do Cp deve ser próximo ao número de variáveis envolvidas no modelo (Laville et al., 1996; Costa et al., 2020).

O uso de variáveis interdependentes deve ser tratado com cautela pois estudos demonstraram que a multicolinearidade está associada com estimativas de coeficientes de regressão instáveis e a previsão dos componentes da carcaça com base unicamente em medições biométricas não é confiável (Önk, Sari e Gurcan, 2018). Assim, o uso de componentes principais e regressão múltipla proporciona uma avaliação segura acerca do peso corporal e características de carcaça, uma vez que é capaz de quebrar a multicolinearidade (Tesema et al., 2019).

Vários estudos têm demonstrado uma relação direta entre peso corporal e as medidas biométricas em ovinos (Afolayan et al., 2006; Agamy et al., 2015; Bautista-Diaz et al., 2017). Existe uma relação significativa entre medidas biométricas, que pode ser usada para estimar o peso vivo e as características de carcaça devido à praticidade do método, portanto os melhores resultados são obtidos quanto mais dados biométricos são incluídos no modelo preditivo (Assan et al., 2013; Costa et al., 2020), permitindo assim que os criadores tomem decisões de seleção. Esses resultados sugerem que criadores que não possuem balança para pesar os animais podem estimar o peso vivo por meio de medidas biométricas, ou seja, podem utilizar fita métrica em vez de balança.

5.4. CONCLUSÕES

A avaliação biométrica pode ser utilizada para estimar o peso ao abate e as características de carcaça dos cordeiros. Os modelos de previsão encontrados neste estudo indicam altos níveis de precisão.

5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIDI, S.; BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; VASTA, V.; PRIOLO, A. Silage composed of *Opuntia ficus-indica* f. *inermis* cladodes, olive cake and wheat bran as alternative feed for barbarine lamb. **Acta Horticulturae**, v. 995, p. 297-301, 2013.
- AFOLAYAN, R. A.; ADEYINKA, I. A.; LAKPINI, C. A. M. The estimation of live weight from body measurements in Yankasa sheep. **Czech Journal of Animal Science**, v. 51, p. 343-348, 2006.
- AGAMY, R.; ABDEL-MONEIM, A. Y.; ABD-ALLA, M. S.; ABDEL-MAGEED, I. I.; ASHMAWI, G. M. Using Linear Body Measurements to Predict Body Weight and Carcass Characteristics of Three Egyptian Fat-Tailed Sheep Breeds. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 10, n. 7, p. 335-344, 2015.
- ALVES, A. A. C.; PINZON, A. C.; COSTA, R. M.; DA SILVA, M. S.; VIEIRA, E. H. M.; DE MENDONÇA, I. B.; VIANA, V. S. S.; LÔBO, R. N. B. Multiple regression and machine learning based methods for carcass traits and saleable meat cuts prediction using non-invasive in vivo measurements in commercial lambs. **Small Ruminant Research**, v. 171, p. 49-56, 2019.
- ASSAN, N. Bioprediction of body weight and carcass parameters from morphometric measurements in livestock and poultry. **Scientific Journal of Review**, v. 2, n. 6, p. 140-150, 2013.
- BAUTISTA-DÍAZ, E.; MEZO-SOLIS, J. A.; HERRERA-CAMACHO, J.; CRUZ-HERNÁNDEZ, A.; GOMEZ-VAZQUEZ, A.; TEDESCHI, L. O.; LEE-RANGEL, H. A.; VARGAS-BELLO-PÉREZ, E.; CHAY-CANUL, A. J. Prediction of Carcass Traits of Hair Sheep Lambs Using Body Measurements. **Animals**, v. 10, n. 8, p. 1276, 2020.
- BAUTISTA-DÍAZ, E.; SALAZAR-CUYTUN, R.; CHAY-CANUL, A. J.; HERRERA, R. A. G.; PIÑEIRO-VÁZQUEZ, Á. T.; MONFORTE, J. G. M.; TEDESCHI, L. O.; CRUZ-HERNÁNDEZ, A.; GÓMEZ-VÁZQUEZ, A. Determination of carcass traits in Pelibuey ewes using biometric measurements. **Small Ruminant Research**, v. 147, p. 115-119, 2017.
- BENDAOU, M., AIT OMAR, M. B. New feeding technology using cactus in sheep fattening: applications to small-scale farms of Rhamna region, Morocco. **Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens**, n. 108, p. 279-284, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue**. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de janeiro de 2000, Seção 1. p14-16, 2000.

CARTAXO, F. Q.; SOUSA, W. H.; CEZAR, M. F.; COSTA, R. G.; CUNHA, M. D. G. G.; GONZAGA NETO, S. Carcass traits determined by ultrasonography in real time and after slaughter of lambs finished in fedlot with different levels of energy in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 160-167, 2011.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. **Uberaba: Agropecuária Tropical**, v. 147, 2007.

COSTA JÚNIOR, G. S.; CAMPELO, J. E. G.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; MARTINS FILHO, R.; CAVALCANTE, R. R.; LOPES, J. B.; OLIVEIRA, M. E. D. Caracterização morfométrica de ovinos da raça Santa Inês criados nas microrregiões de Teresina e Campo Maior, Piauí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2260-2267, 2006.

COSTA, R. G.; LIMA, A. G. V. D. O.; RIBEIRO, N. L.; MEDEIROS, A. N.; MEDEIROS, G. R. D.; GONZAGA NETO, S.; OLIVEIRA, R. L. Predicting the carcass characteristics of Morada Nova lambs using biometric measurements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 49, 2020.

FERNANDES, H. J.; TEDESCHI, L. O.; PAULINO, M. F.; PAIVA, L. M. Determination of carcass and body fat compositions of grazing crossbred bulls using body measurements. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 4, p. 1442-1453, 2010

GERALDO, A. T.; QUIRINO, C. R.; BELTRAME, R. T.; COSTA, R. L. D. Avaliação de carcaça ovina por tomografia computadorizada: Estado da Arte no Brasil e no mundo. **Pubvet**, v. 11, p. 1-102, 2016.

GRANDIS, F. A.; FERNANDES JUNIOR, F.; CUNHA, L. F. C. D.; DIAS, C. B. D. A.; RIBEIRO, E. L. D. A.; CONSTANTINO, C.; KORITIAKI, N. A.; CESTARI, A. A. Relação entre medidas biométricas e peso corporal em ovinos da raça Texel. **Veterinária e Zootecnia**, v. 25, n. 2, p. 1-8, 2018.

KUSS, F.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; PACHECO, P. S.; SILVEIRA, M. F. D.; PAZDIORA, R. D.; CEZIMBRA, I. M. Órgãos vitais e trato gastrintestinal de vacas de descarte

mestiças Charolês x Nelore abatidas com pesos distintos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 2, p. 421-429, 2007.

LAVILLE, E.; MARTIN, V.; BASTIEN, O. Prediction of composition traits of young Charolais bull carcasses using a morphometric method. *Meat science*, v. 44, n. 1-2, p. 93-104, 1996.

MALLOWS, C. L. Some remarks of Cp. *Technometrics*, v. 15, p. 661-675, 1973.

MCNEIL, M. D. Choice of a prediction equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. *Journal of Animal Science*, v. 57, n. 5, p. 1328-1336, 1983.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. National Academy of Science, Washington, DC, USA. 347p. 2007.

NOGALSKI, Z.; POGORZELSKA-PRZYBYŁEK, P.; BIAŁOBRZEWSKI, I.; MODZELEWSKA-KAPITUŁA, M.; SOBCZUK-SZUL, M.; PURWIN, C. Estimation of the intramuscular fat content of m. longissimus thoracis in crossbred beef cattle based on live animal measurements. *Meat Science*, v. 125, p. 121-127, 2017.

ÖNK, K.; SARI, M.; GURCAN, I. S. Estimation of live weights at the beginning and the end of grazing season in Tuj lambs via scores of factor analysis. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, v. 65, p. 261-266, 2018.

PIMENTEL, S. M.; SILVA, E. A. Correlação entre perímetro escrotal e características reprodutivas da progênie. *FAZU em Revista*, n. 7, p. 177-185, 2011.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; YOKOO, M. J. Correlações entre medidas determinadas in vivo por ultrassom e na carcaça de ovelhas de descarte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 5, p. 1161-1167, 2010.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M. Medidas biométricas obtidas in vivo e na carcaça de ovelhas de descarte em diferentes estágios fisiológicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 2, p. 440-445, 2010.

RICARDO, H. A.; ROÇA, R. D. O.; LAMBE, N. R.; SENO, L. D. O.; FUZIKAWA, I. H. D. S.; FERNANDES, A. R. M. Prediction of weight and percentage of salable meat from Brazilian

market lambs by subjective conformation and fatness scores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n.10, p. 639-644, 2016.

SAUERBREI, W.; ROYSTON, P.; BINDER, H. Selection of important variables and determination of functional form for continuous predictors in multivariable model building. **Statistics in medicine**, v. 26, n. 30, p. 5512-5528, 2007.

SILVA FILHO, J. R. V. NETO, J. B. M.; ARANDAS, J. K. G.; DOS SANTOS, L. T. A.; NOGUEIRA FILHO, P. A.; DE CARVALHO, F. F. R.; MESQUITA, F. L. T.; RIBEIRO, M. N. Utilização da análise multivariada para avaliação do crescimento de cordeiros Berganês e cruzados no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 14, n. 4, p. 6713, 2019.

SILVA, D. L. S.; BRAGA, A. P.; PONTES, F. S. T.; LIMA JUNIOR, D. M.; COSTA, W. P., CHAVES, V. V., AMÂNCIO, A. V. F.; BRAGA, Z. C. A. C. Economic viability and morphometry body and carcass characteristics on sheep fed sunflower cake. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 9, n. 4, p. 306-315, 2015.

TESEMA, Z.; YIZENGAW, M. T. A. Z. L. Statistical modeling of carcass traits, primal carcass cuts, body weight, and morphological traits of pure Central Highland and crossbred Boer goats. **Journal of Applied Animal Science**, v. 12, n. 1, p. 39-55, 2019.

6. CAPÍTULO 5: Biometria, morfometria e características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento: uma visão multivariada

RESUMO

O objetivo com este trabalho é identificar quais as características biométricas e morfométricas de carcaça com melhor poder discriminatório entre os tratamentos com inclusão de torta de algodão em silagem de ração completa à base de palma para ovinos terminados em confinamento. Foram utilizados 32 cordeiros inteiros mestiço de Dorper, com idade inicial de 120 dias, com peso vivo inicial médio de $17 \pm 1,5$ kg. Foram feitas avaliações de medidas corporais *in vivo*: altura da cernelha; altura da garupa; largura de peito; largura da garupa; circunferência da perna; perímetro torácico; comprimento de jarrete; comprimento da perna *in vivo*; comprimento corporal; perímetro de garupa; circunferência escrotal. Foram feitas as avaliações morfométricas: comprimento externo da carcaça, largura da garupa, largura do tórax, perímetro da garupa, comprimento interno da carcaça, comprimento da perna, profundidade externa do tórax, profundidade interna do tórax, perímetro torácico e perímetro da perna. Os dados foram submetidos a análise discriminante canônica para verificar possíveis diferenças entre os tratamentos avaliados (0, 20, 25 e 30% de torta de algodão), identificar as variáveis que melhor discriminam e utilizar essas variáveis para criar uma função discriminante que represente as diferenças entre os tratamentos. No total de 21 variáveis iniciais avaliadas foram incluídas no modelo discriminante, através da seleção pelo método *stepwise*. As variáveis comprimento de jarrete, profundidade do tórax, comprimento do corpo, altura de cernelha, circunferência da perna, perímetro da garupa, perímetro torácico, altura de garupa, perímetro da perna e comprimento da perna são as que melhor compõem o modelo discriminatório para os tratamentos avaliados. A menor distância foi observada entre os tratamentos 25 e 30%, porém não significativa ($P > 0,05$). As duas primeiras variáveis canônicas (CAN1 e CAN2) foram suficientes para explicar 73% e 20% da variação total dos dados, respectivamente. As variáveis com maior poder discriminatório entre os tratamentos, selecionadas com base nos coeficientes canônicos padronizados, em ordem crescente de importância, foi profundidade do tórax, altura de cernelha e largura da perna, sendo a profundidade do tórax selecionada como a de maior poder discriminatório pelo método *stepwise*.

Palavras-chave: avaliações métricas; dorper; canônica; discriminante; *stepwise*

ABSTRACT

The aim of this work is to identify which biometric and morphometric carcass characteristics have the best discriminatory power between treatments with inclusion of cotton cake in complete feed based on spineless cactus for sheep finished in confinement. 32 whole Dorper crossbred lambs were used, with an initial age of 120 days, with an average initial live weight of 17 ± 1.5 kg. In vivo body measurements were evaluated: withers height; croup height; chest width; croup width; perimeter of the leg; thoracic perimeter; hock length; leg length; body length; croup perimeter; scrotal circumference. Morphometric evaluations were performed: external carcass length, rump width, chest width, rump perimeter, internal carcass length, leg length, external chest depth, internal chest depth, thoracic perimeter and leg perimeter. The data were subjected to canonical discriminant analysis to verify possible differences between the evaluated treatments (0, 20, 25 and 30% cotton cake), identify the variables that best discriminate and use these variables to create a discriminant function that represents the differences between treatments. In the total of 21 initial variables evaluated, the variables, hock length, chest depth, body length, withers height, leg width, croup perimeter, thoracic perimeter, were selected by the stepwise method. croup height, leg circumference and leg circumference. This set of selected variables are those that best compose the discriminatory model for the evaluated treatments. The shortest distance was observed between treatments 25 and 30%, but not significant ($P > 0.05$). The first two canonical variables (CAN1 and CAN2) were sufficient to explain 73% and 20% of the total variation of the data, respectively. The variables with the greatest discriminatory power between treatments, selected based on standardized canonical coefficients, in increasing order of importance, were chest depth, withers height and leg width, with chest depth being selected as the one with the greatest discriminatory power by stepwise method.

Keywords: metric evaluations; dorper; canonical; discriminant; stepwise

6.1. INTRODUÇÃO

No sistema de produção de carne, as características qualitativas e quantitativas da carcaça, tais como conformação e distribuição de gordura interna da carcaça, são de grande importância na produção de carne, pois estão diretamente relacionadas ao produto final. O rendimento dos cortes cárneos de alto valor também pode ser considerado como importante indicador do valor global da carcaça (Sañudo et al., 2012).

As medidas de carcaça são importantes porque permitem comparações entre raças, pesos, idades de abate, sistemas de alimentação além de se correlacionar com outras medições ou tecidos que constituem a carcaça, podendo assim estimar suas características (Silva e Pires, 2000). As medidas de comprimento interno e externo da carcaça, largura da garupa, perímetro da garupa, perímetro do tórax, largura do anterior, largura do tórax, compacidade da carcaça e da perna tomadas na carcaça apresentaram correlação significativa com o peso corporal ao abate e de carcaça fria dos ovinos, destacando que o perímetro da garupa é a medida na carcaça com o maior valor de correlação (0,83 e 0,90) (Pinheiro e Jorge, 2010).

Estudos de avaliação de carcaça, geralmente são feitos considerando grande número de características e, algumas são redundantes (Barbosa et al., 2005), tornando-se difícil de se interpretar por meio de análises univariadas. Sendo assim, as técnicas de análise multivariada mostram-se como alternativas extremamente eficientes quando a situação exige uma combinação de múltiplas informações procedentes de uma parcela experimental (ou seja, de um vetor observacional), com a finalidade de associar ou prever fenômenos biológicos baseando-se em um complexo de variáveis importantes para o desenvolvimento do plano experimental (Dillon e Goldstein, 1984). Assim, uma melhor interpretação do conjunto de dados pode ser obtida por meio das técnicas de análise multivariada, pois são mais apropriadas para o estudo de um conjunto de variáveis correlacionadas e que serão analisadas simultaneamente.

A análise discriminante canônica é uma técnica multivariada de redução da dimensionalidade de dados semelhante à técnica de componentes principais e análise de correlação canônica. Contudo, a análise discriminante é utilizada para a representação de várias populações em um subespaço de pequenas dimensões (Guedes et al., 2018).

Alguns estudos já foram realizados utilizando a análise discriminante para avaliar o desempenho de diferentes raças ovinas (López-Carlos et al.; 2010), características de carcaça de ovinos Santa Inês cruzados com Dorper, Ile de France, Hampshire Down e Texel (Paim et al., 2013); conformação de carcaça de ovinos Suffolk e Texel terminados a pasto (Notter et al.,

2014) e qualidade de carcaça de cordeiros Canária e Canária de pêlo em sistema intensivo (Camacho et al., 2015). Porém para ovinos Dorper, os estudos são limitados a avaliação do desenvolvimento ponderal de suas cruzas (Carneiro et al., 2007), fazendo-se necessário estudos que demonstrem quais os conjuntos de dados representam melhor o efeito de dietas sobre as características métricas e de carcaça de cordeiros.

Assim, o objetivo com este estudo é identificar quais as características biométricas e morfométricas de carcaça tem melhor poder discriminatório entre os tratamentos com inclusão de torta de algodão em ração completa à base de palma forrageira para cordeiros terminados em confinamento.

6.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Beijamim Maranhão, da Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER-PB), localizada no município Campo de Santana, na Mesorregião do Agreste Paraibano, Microrregião do Curimataú Oriental, distando 180 km de João Pessoa, a capital do Estado, situada nas coordenadas geográficas com latitude de 06° 29' 18" S, 35° 38' 14" W.Gr., altitude de 168 m, as temperaturas variam entre 22 e 26°C e umidade relativa de 70%.

O projeto foi enviado ao Comitê de Ética no Uso Animal da Universidade Federal da Paraíba sob protocolo N° 5158181018.

Foram utilizados 32 cordeiros inteiros mestiços de Dorper e ovinos deslanados tipo Santa Inês, com idade inicial de 120 dias, com peso vivo inicial médio de $17 \pm 1,5$ kg. Os animais foram alojados em baias individuais (1x1 m²) providas de comedouro e bebedouro individual. Antes de serem alojados foram vacinados e desverminados. O período de adaptação foi de 14 dias e as pesagens dos cordeiros foram realizadas a cada 14 dias, com duração de 60 dias de confinamento.

Os ingredientes utilizados para produção da silagem de ração completa foram a palma forrageira Miúda (*Nopalea cochenillifera*), feno moído de capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), farelo de milho, torta de algodão e farelo de soja ensilados na forma de ração total. As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007) para ganhos de 200 g/animal/dia (Tabela 1).

Tabela 1: Composição percentual e nutricional das dietas experimentais com base na matéria seca

Ingredientes	Nível de inclusão de torta de algodão			
	0%	20%	25%	30%
Palma forrageira	34,22	33,92	33,83	33,83
Feno buffel	23,27	6,78	0,00	0,00
Farelo de Soja	16,15	6,92	2,03	0,00
Farelo de Milho	23,00	30,26	35,86	33,83
Torta de algodão	0,00	19,54	25,71	29,77
Ureia	0,68	0,00	0,00	0,00
Núcleo mineral ¹	1,64	1,63	1,62	1,62
Cloreto de amônio	0,96	0,95	0,95	0,95
Sulfato de amônio	0,08	0,00	0,00	0,00
Composição nutricional				
Matéria seca (g/kg)	296,62	298,50	299,06	299,18
Energia metabólica (Mcal)	2,46	2,60	2,65	2,63
Nutrientes digestíveis totais (g/kg)	671,24	734,69	759,62	758,55
Proteína bruta (g/kg)	156,10	153,66	153,18	153,67
Proteína degradável no rúmen (g/kg)	108,04	106,70	107,90	110,49
Proteína não degradável no rúmen (g/kg)	51,99	36,95	30,39	25,36
Extrato etéreo (g/kg)	27,06	46,86	54,79	56,93
Fibra em detergente neutro (g/kg)	362,35	321,75	298,31	311,80
Carboidratos não fibrosos (g/kg)	440,19	439,38	454,50	434,00

¹Composição do suplemento mineral com base em no fornecimento de 100 g: cálcio= 14 g, fósforo= 11 g, sódio= 7 g, magnésio= 9 g, enxofre= 13,5 g, potássio= 54 g, cobalto= 0,9 mg, cobre= 90 mg, iodo= 4,5 mg, manganês= 180 mg, selênio= 0,9 mg, zinco= 270 mg, ferro= 450 mg. Vitaminas: vitamina A= 20.000 UI, vitamina D= 2.500 UI, vitamina E= 350 UI. Ureia= 450 g/kg de nitrogênio.

Foi estabelecido um consumo de 5% do peso vivo de matéria seca, sendo pesado e reajustado diariamente em função das sobras de 10% para em seguida fazer os cálculos do consumo de matéria seca (CMS). O fornecimento da ração foi realizado duas vezes ao dia, às 8 h e às 16 h e a água fornecida à vontade (*ad libitum*).

Ao término do confinamento, os animais foram submetidos às seguintes avaliações de medidas corporais, com auxílio de uma régua antropométrica e fita métrica (Cezar e Sousa, 2007): altura da cernelha (distância vertical entre o ponto mais alto da cernelha e o solo, com o animal mantido em posição correta de aprumos); altura da garupa (distância vertical entre o ponto mais alto da garupa e o solo, com o animal mantido em posição correta de aprumos); largura de peito (distância máxima entre as pontas das duas escápulas); largura da garupa (distância entre trocânteres maiores dos fêmures); perímetro da perna (medida na parte média da perna, acima da articulação fêmuro-tíbiopatelar); perímetro torácico (medida da circunferência torácica obtida na parte posterior das escápulas atrás das paletas); comprimento de jarrete (distância jarrete-solo); comprimento da perna *in vivo* (distância entre o períneo e o bordo anterior da superfície articular tarso metatarsiana pela face externa da perna);

comprimento corporal (distância entre a base da cauda e a base do pescoço); perímetro de garupa (perímetro na região da garupa, com base nos trocânteres dos fêmures); circunferência escrotal (medição feita nos testículos tracionados para a parte inferior do saco escrotal).

Após alcançarem o escore pré-estabelecido para o abate (3,5), os animais foram submetidos a jejum sólido de 16 horas e em seguida foram transportados para a Estação Experimental de Pendência (EMPAER-PB) para o abate. Os cordeiros foram pesados, obtendo o peso vivo ao abate (PA) e abatidos via concussão cerebral através de pistola de dardo cativo, seccionadas a jugular e a carótida para sangria, em seguida foi feita a esfolagem, retirado o conteúdo gastrointestinal, vísceras, cabeça, patas e órgãos genitais.

Com as carcaças suspensas pelo tendão calcâneo, foram feitas as medições da morfometria. Para as medidas de comprimento e de perímetro foi utilizado fita métrica e as medidas de largura foram verificadas com paquímetro.

As morfometrias foram divididas em medidas de conformação externa e internas: comprimento externo da carcaça (distância entre a base do pescoço e a base da cauda); largura da garupa (distância máxima entre os dois trocânteres de ambos os fêmures); perímetro da garupa (perímetro tomado em torno da garupa, tendo como referência a passagem da fita métrica sobre os dois trocânteres de ambos os fêmures); comprimento interno da carcaça (distância máxima entre o bordo anterior da síntese ísquio-pubiana e o bordo anterior da primeira costela em seu ponto médio); comprimento da perna (distância entre o períneo, em sua borda mais distal, e o bordo interior da superfície articular tarso-metatarsiana, pela face interna da perna); profundidade do tórax (distância máxima entre o esterno e o dorso da paleta); profundidade interna do tórax (distância máxima entre o esterno e o dorso da carcaça ao nível da sexta vértebra torácica); largura do tórax (largura horizontal máxima desta região anatômica); perímetro torácico (perímetro tomado em torno do tórax, tendo como referência a passagem da fita métrica sobre a ponta do esterno e as vértebras dorsais) e perímetro da perna (perímetro tomado em torno da coxa, tendo como referência a passagem da fita métrica sobre os músculos que circundam o osso fêmur).

Os dados foram submetidos a análise discriminante canônica para verificar possíveis diferenças entre os tratamentos avaliados (0, 20, 25 e 30% de torta de algodão), identificar as variáveis que melhor discriminam e utilizar essas variáveis para criar uma função discriminante que represente as diferenças entre os tratamentos. A função discriminante pode ser representada: $D(x) = L' \cdot x = [x_1 - x_2]' S^{-1} \cdot x$ em que: $D(x)$ = função discriminante linear amostral de Fisher; L = estimativa do vetor discriminante; x_1 = média amostral da população p ; x = média amostral da população p .

Para a seleção das variáveis de maior poder discriminatório, foi utilizado o método *stepwise*. A seleção de variáveis por esse método inicia sem nenhuma variável no modelo e, em cada etapa, se combina a adição das variáveis com maior poder de discriminação e eliminando aquelas de menor contribuição, ou seja, com base na estatística F ou no valor de lambda de Wilks. O principal objetivo desse procedimento é encontrar o melhor conjunto de variáveis para compor a função discriminante.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Statistica 8.0.

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total de 21 variáveis iniciais avaliadas, foram incluídas no modelo discriminante, através da seleção pelo método *stepwise* as variáveis comprimento de jarrete, profundidade do tórax, comprimento do corpo, altura de cernelha, circunferência da perna, perímetro da garupa, perímetro torácico, altura de garupa, perímetro da perna e comprimento da perna (Tabela 2). Esse conjunto de variáveis selecionadas são as que melhor compõem o modelo discriminatório para os tratamentos avaliados.

Tabela 2. Variáveis selecionadas que entraram no modelo

Variáveis selecionadas	Wilks' (Lambda)	Partial (Lambda)	p-value
Comprimento do jarrete	0,104202	0,909188	0,603027
Profundidade do tórax	0,146290	0,647609	0,037408
Comprimento do corpo	0,167461	0,565738	0,011259
Altura de cernelha	0,168235	0,563136	0,010802
Circunferência da perna	0,131473	0,720593	0,094442
Perímetro da garupa	0,148492	0,638008	0,032803
Perímetro do tórax	0,192477	0,492209	0,003199
Altura da garupa	0,179576	0,527570	0,006002
Perímetro da perna	0,132300	0,716089	0,089511
Comprimento da perna	0,115294	0,821713	0,280946

Entre as variáveis selecionadas, as mais importantes para a função discriminante, ou seja, aquela de maior significância ($P < 0,05$) ou maior poder de discriminação entre os tratamentos foi profundidade do tórax, comprimento do corpo, altura de cernelha, perímetro da garupa, perímetro do tórax, e altura de garupa (Tabela 2). As demais variáveis do modelo não foram significativas ao nível de 5% de probabilidade e, portanto, não possuem influência considerável na discriminação dos tratamentos.

Fernandes Junior et al. (2013) utilizaram a análise multivariada para avaliar as características de carcaça e qualidade da carne de ovinos e observaram que o primeiro fator explica 58% da variação dos dados e ele é representado por medidas morfológicas da carcaça

(CEC, CIC, PP e CP), pelos pesos ao abate e da carcaça (PA, PCQ, PCF), os pesos dos cortes comerciais (pernil, lombo, costilhar, serrote, paleta e pescoço) e a área de olho de lombo (AOL). Os autores concluíram que através da análise exploratória dos dados foi possível reduzir a dimensionalidade do conjunto de informações e identificar diferenças entre genótipos no que diz respeito ao tamanho adulto, precocidade e taxa de deposição de gordura na carcaça, o que significa que os fatores capturaram a informação relevante dos dados.

Guedes et al. (2018) verificaram que a análise dos componentes principais foi eficiente na redução das dimensões do conjunto de dados de carcaça de ovinos da raça Morada Nova, já que cinco componentes não correlacionados eram suficientes para explicar cerca de 80% da variação total das 19 variáveis originais. As variáveis peso de carcaça fria, perímetro de garupa, comprimento de perna, largura da garupa, rendimento de carcaça fria, largura do tórax e perímetro de perna foram as mais importantes entre os cinco componentes selecionados. As variáveis com maior poder discriminatório entre os tratamentos, selecionado de acordo com os coeficientes canônicos padronizados, em ordem crescente de importância, foram peso de corpo vazio e largura da garupa. Este último foi selecionado, pois apresentou o maior poder discriminatório pelo método *stepwise* ($R^2=0,66$).

Utilizando dados referentes às medidas corporais (peso corporal, comprimento do corpo, circunferência torácica e altura na cernelha) e três características de carcaças (peso de corpo vazio, peso de carcaça quente e peso de carcaça fria), Ogha et al. (2013) avaliaram o uso de técnica estatística multivariada canônica e análise de correlação para fornecer critérios de seleção para aumentar a produção de carcaça de caprinos anões do Oeste Africano. Os autores constataram maior contribuição da capacidade explicativa para as variáveis peso corporal, comprimento corporal e circunferência torácica ($R^2=0,998$; $R^2= 0,921$; $R^2= 0,903$ para machos e $R^2=0,998$, $R^2= 0,858$ e $R^2=0,674$ para fêmeas).

As funções e percentagem de classificação geradas a partir da análise discriminante, encontram-se na Tabela 3. Os animais dos tratamentos 0% de inclusão de torta de algodão foram classificados 100% em seus respectivos grupos de origem, indicando uma homogeneidade no comportamento desse tratamento. Em relação aos tratamentos 20 e 25%, os animais foram classificados 75% em seu grupo de origem, já o tratamento 30% foi classificado 62,5% no grupo. Observa-se que as variáveis (comprimento do jarrete, profundidade do tórax, comprimento do corpo, altura de cernelha, circunferência de perna, perímetro de garupa, perímetro torácico, altura de garupa, perímetro de perna e comprimento da perna) que entram em cada *stepwise* por tratamento são as mesmas, porém com diferentes ponderações.

Tabela 3 Função Linear gerada e percentagem de animais agrupados em cada grupo tratamento

Função Linear discriminante		%
Y	(0%)=-753,37+8,43CJAR-1,69PFTX-0,25CC-6,00AC+6,80CIPER+8,60PEG-11,05PERTA+19,71AG+22,83PPE-3,55CPE	100
Y	(20%)=-707,80+8,68CJAR-6,68PFTX+1,47CC-2,90AC+4,58CIPER+6,88PEG-8,45PERTA+15,96AG+20,80PPE-2,09CPE	75
Y	(25%)=-704,53+8,24CJAR-4,49PFTX+0,61CC-5,09AC+6,53CIPER+8,66PEG-10,18PERTA+18,28AG+21,77PPE-2,55CPE	75
Y	(30%)=-705,59+8,20CJAR-5,05PFTX+0,99CC-4,55AC+6,31CIPER+7,60PEG-9,17PERTA+17,07AG+21,06PPE-2,48CPE	62,50

CJAR= comprimento do jarrete; PFTX=profundidade do tórax; CC=comprimento corporal; AC=altura de cernelha; CIPER=circunferência de perna; PEG=perímetro de garupa; PERTA=perímetro torácico; AG=altura de garupa; PPE=perímetro de perna e CPER=comprimento da perna

A cada variável que entra na equação de Fisher, aplica-se a distância de Mahalanobis para garantir que ela maximiza a distância entre os grupos mais próximos, de modo que o subconjunto de variáveis escolhidas é o que apresenta maior percentagem de classificação correta. Além disso, essa técnica evita os efeitos de multicolinearidade entre as variáveis independentes, uma vez que a cada variável que entra na equação, examina-se sua relação com as demais já selecionadas para avaliar se existe algum efeito de redundância entre elas (Rausch e Kelley, 2009).

A Tabela 4 contém as distâncias de *Mahalanobis quadráticas* entre os tratamentos, a partir das variáveis selecionadas pelo método *stepwise*. A menor distância foi observada entre os tratamentos 25 e 30%, porém não significativa ($p>0,05$).

Tabela 4. Distância de *Mahalanobis* entre os tratamentos

Níveis de inclusão de torta de algodão (%)	0	20	25	30
0	-	21,60723*	7,39441	10,65960*
20		-	13,65478*	5,88697
25			-	3,97037
30				-

*significativo pelo teste F ($P<0,05$)

Observa-se que entre o tratamento controle com o de 20% de inclusão de torta de algodão houve diferença significativa ($P<0,001$) como também entre o tratamento controle ($P<0,001$) com o tratamento de 30%. Esses resultados demonstram que os animais que receberam 20 e 30% de torta de algodão apresentaram medidas biométricas e morfométricas diferentes do grupo controle. Não sendo diferente o tratamento controle do nível de 25% de inclusão, como também não foi observado diferença entre 20 e 30%; e 25 e 30%. Já o tratamento 20 e 25% apresentaram distância entre si e significativa, mostrando que esses grupos não são homogêneos para as medidas biométricas e morfométricas.

Os coeficientes canônicos padronizados, a correlação canônica e a variação explicada por cada variável canônica (autovalores) para o novo conjunto de dados obtido pelo método *stepwise* estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Coeficientes canônicos padronizados, autovalores, variação total, correlação canônica, teste Lambda Wilks e p-value

	CAN 1	CAN 2	CAN 3
Comprimento do jarrete	0,05093	0,1605	-0,17991
Profundidade do tórax	-1,01502	0,5167	0,32815
Comprimento do corpo	0,36116	-0,1506	0,00194
Altura de cernelha	0,70862	0,3935	0,07659
Circunferência da perna	-0,47541	-0,2622	0,34343
Perímetro da garupa	-0,40946	-0,2328	-0,26083
Perímetro do tórax	0,57290	-0,0662	0,22383
Altura da garupa	-0,81408	0,1521	-0,18096
Perímetro da perna	-0,58828	0,0918	0,00819
Comprimento da perna	0,23110	-0,1403	-0,10321
Eigenval	3,32038	0,9186	0,27340
Cum.Prop	0,73584	0,9394	1,00000
Correlação canônica	0,876663	0,691946	0,463356
Lambda de Wilks	0,094739	0,409307	0,785301
p-value	0,002354	0,257849	0,669566

As três primeiras variáveis canônicas, explicaram 100% da variação total. Esses resultados permitem estudar o comportamento das variáveis por meio de três variáveis canônicas com segurança nas informações, pois as três combinações lineares explicam toda a variação (100%), com nenhuma perda de explicação do fenômeno estudado (Tabela 5). Quanto maior a proporção de variação explicada pelas primeiras variáveis canônicas mais eficientes a análise e melhor a explicação do fenômeno multivariado. Segundo Khattree e Naik (2000), a variável canônica 1 possui maior poder discriminante do que a variável canônica 2, além de, também, ser interpretada como o melhor discriminador linear não correlacionado para a população *g*.

Os coeficientes canônicos padronizados indicam o grau de contribuição de cada variável para sua respectiva variável canônica. Cada par canônico é independente dos demais assim como das variáveis preditoras padronizadas (Khattree e Naik, 2000).

Zurita-Herrera et al. (2011) avaliaram dados de crescimento, qualidade de carne e de carcaça de caprinos Murciano-Granadina jovens por meio da análise multivariada, utilizando técnicas de correlação canônica, análise discriminante e de agrupamento. As 33 análises de correlação canônica e de agrupamento permitiram distinguir os produtos da carne caprina de

acordo com as suas diferentes origens, considerando todo o processo de produção e seus estágios (crescimento, qualidade de carcaça e qualidade de carne). Os autores obtiveram elevados coeficientes de correlações canônicas e também significativos entre as características de crescimento, características de qualidade de carcaça e qualidade de carne.

Já Notten et al. (2014) conduziram análise discriminante canônica para identificar combinações lineares de medições em animais vivos a fim de comparar reprodutores das raças Columbia, Suffolk e mestiços $\frac{1}{2}$ Columbia + $\frac{1}{4}$ Hampshire + $\frac{1}{4}$ Suffolk e suas progênie. Os autores observaram que as variáveis altura de cernelha (0,976), peso ao abate (0,669), perímetro do tórax (-0,381) e circunferência da perna (-0,680) explicaram 94,8% de como as medições contribuíram para diferenças gerais na progênie.

Com base nos coeficientes canônicos padronizados e considerando que a variável canônica 1 (CAN 1) possui maior poder discriminante do que as demais, além de ser considerada como a função discriminante linear de Fisher, sendo disposta como: $CAN(1) = 0,05 \text{ Comprimento do jarrete} - 1,02 \text{ profundidade do tórax} + 0,36 \text{ comprimento do corpo} + 0,71 \text{ altura de cernelha} - 0,48 \text{ circunferência de perna} - 0,41 \text{ perímetro de garupa} + 0,57 \text{ perímetro de tórax} - 0,81 \text{ altura de garupa} - 0,59 \text{ perímetro de perna} + 0,23 \text{ comprimento de perna}$.

A correlação canônica associada à primeira função (CAN 1) foi de 0,876663, essa análise tem por objetivo verificar a associação múltipla entre os escores discriminantes e os grupos, seu valor ao quadrado (87%) mensura e indica o alto poder explicativo da primeira função discriminante. A variável de maior peso na primeira variável canônica foi a profundidade do tórax para discriminar os tratamentos. As variáveis de maior peso na segunda e terceira variável canônica foram profundidade do tórax e circunferência de perna, respectivamente.

Na Figura 1 ilustra-se a representação canônica dos tratamentos 0, 20, 25 e 30%, por meio das variáveis canônicas 1 e 2. As duas primeiras variáveis canônicas (CAN1 e CAN2) foram suficientes para explicar 73 e 20% da variação total dos dados, respectivamente, restando um erro de apenas 7%.

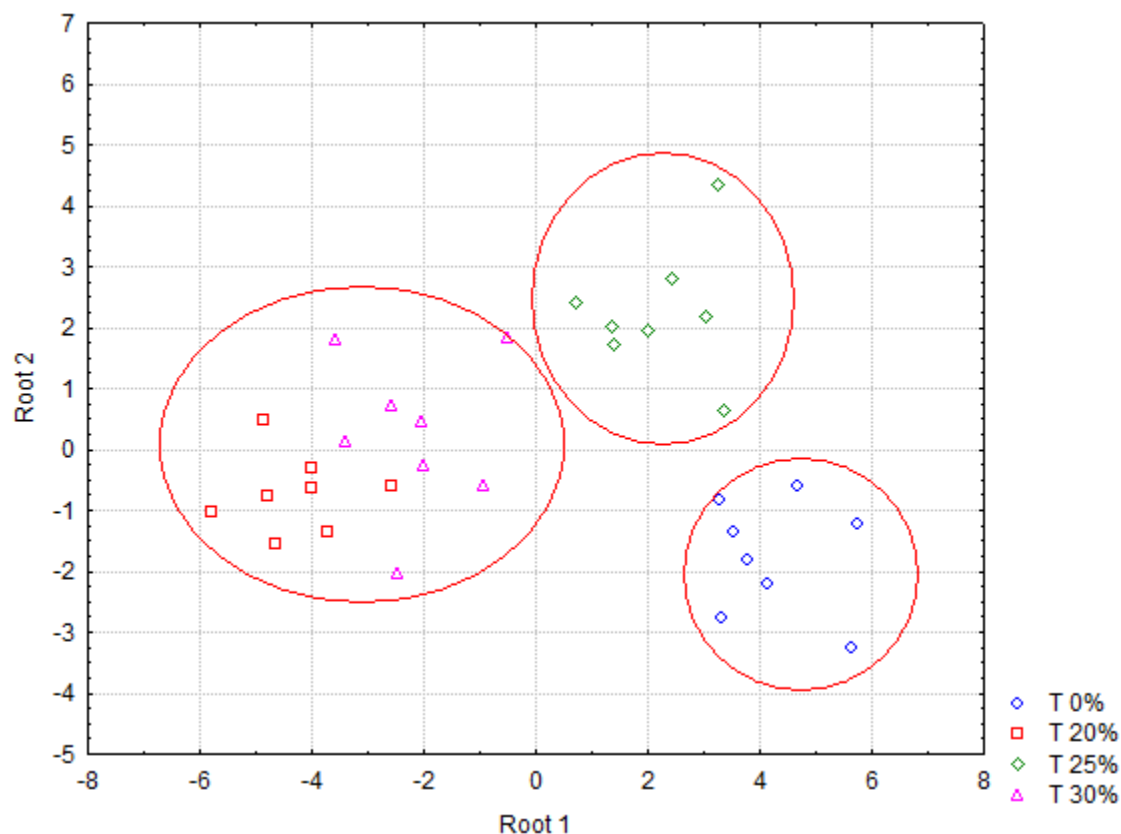


Figura 1. Gráfico bidimensional da análise canônica discriminante de ovinos Dorper consumindo dietas com níveis crescentes (0, 20, 25 e 30 %) de torta de algodão).

É possível observar que o tratamento controle apresenta-se isolado dos tratamentos e com valores mais baixos do que os demais tratamentos (20, 25 e 30%) o tratamento 25 e 30% estão mais próximos, porém 30 e 20% apresentam-se mais unidos, isso nos confirma que houve efeito da inclusão de torta de algodão na dieta sobre as medidas biométricas e morfométricas.

Quando se considera a utilização da análise discriminante canônica, é essencial que se tenha medido, nos elementos amostrais, variáveis que possam realmente distinguir as populações, caso contrário, a qualidade de ajuste da regra de discriminação estará comprometida. Um equívoco comum é o de pensar que o aumento do número de variáveis-resposta aumenta a capacidade de discriminação (Mingoti, 2005). Nas duas análises realizadas sem e com seleção de variáveis é possível observar a diferença na determinação da variável com o maior poder discriminante.

6.4. CONCLUSÕES

A análise discriminante canônica foi eficiente na identificação das combinações lineares das variáveis que melhor promovem a discriminação entre os grupos. As variáveis com maior poder discriminatório entre os tratamentos, selecionadas com base nos coeficientes canônicos padronizados, em ordem crescente de importância, foi profundidade do tórax, altura de cernelha e circunferência da perna, sendo a profundidade do tórax selecionada como a de maior poder discriminatório pelo método *stepwise*.

6.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, L. T.; LOPES, P. S.; REGAZZI, A. J.; GUIMARÃES, S. E. F.; TORRES, R. A. Avaliação de Características de Carcaça de Suínos Utilizando-se Análise dos Componentes Principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2209-2217, 2005.
- CAMACHO, A.; CAPOTE, J.; MATA, J.; ARGÜELLO, A.; VIERA, J.; BERMEJO, L. A. Effect of breed (hair and wool), weight, and sex on carcass quality of light lambs under intensive management. **Journal of Applied Animal Research**, v. 43, p. 479-486, 2015.
- CARNEIRO, P. L. Z.; MALHADO, C. H. M.; DE SOUZA JUNIOR, A. A. O.; DA SILVA, A. G. S.; DOS SANTOS, F. N.; SANTOS, P. F.; PAIVA, S. R. Growth rate and phenotypic diversity among crosses of Dorper ovines and local breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 7, p. 991-998, 2007.
- DILLON, W. R.; GOLDSTEIN, M. **Multivariate Analysis: Methods and Applications**, 2d ed., John Wiley, New York, 462p. 1984.
- FERNANDES JUNIOR, G. A.; GARCIA, D. A.; HERRERA, L. G. G.; LÔBO, R. N. B.; LÔBO, A. M. B. O.; FACÓ, O. **Análise multivariada de características de carcaça e qualidade de carne de ovinos**. In. X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2013, Uberaba, MG, Brasil.
- GUEDES, D. G. P.; RIBEIRO, M. N.; CARVALHO, F. F. R. D. Multivariate techniques in the analysis of carcass traits of Morada Nova breed sheep. **Ciência Rural**, v. 48, n. 0170746, p. 1-7, 2017.
- KHATTREE, R.; NAIK, D. N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. Cary: SAS Institute Inc., 2000.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

NOTTER, D. R.; MOUSEL, M. R.; LEEDS, T. D.; ZERBY, H. N.; MOELLER, S. J.; LEWIS, G. S.; TAYLOR, J. B. Evaluation of Columbia, U.S. Meat Animal Research Center Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system: VI. Measurements of live-lamb and carcass shape and their relationship to carcass yield and value. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 1980-1994, 2014.

OGAH, D.; MUSA, I. S.; YUSUF, N. D. Prediction of carcass weight from body measurements in West African Dwarf goat using canonical correlation analysis. **Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences**, v. 8, n. 1, p. 75-79, 2013.

PAIM, T. P.; DA SILVA, A. F.; MARTINS, R. F. S.; BORGES, B. O.; LIMA, P. D. M. T.; CARDOSO, C. C.; ESTEVES, G. I. F.; LOUVANDINI, H.; MCMANUS, C. Performance, survivability, and carcass traits of crossbred lambs from five paternal breeds with local hair breed Santa Inês ewes. **Small Ruminant Research**, v. 112, p. 28-34, 2013.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M. Medidas biométricas obtidas in vivo e na carcaça de ovelhas de descarte em diferentes estágios fisiológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 440-445, 2010.

RAUSCH, J. R.; KELLEY, K. A comparison of linear and mixture models for discriminant analysis under non normality. **Behavior Research Methods**, v. 41, n. 1, p.85-98, 2009.

SAÑUDO, C.; CAMPO, M. M.; MUELA, E.; OLLETA, J. L.; DELFA, R.; JIMÉNEZ-BADILLO, R.; ALCALDE, J. M.; HORCADA, A.; OLIVEIRA, I.; CILA, I. Carcass characteristics and instrumental meat quality of suckling kids and lambs. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 3, p. 690-700, 2012.

SILVA, L. F.; PIRES, C. C. Avaliações quantitativas e predição das proporções de osso, músculo e gordura da carcaça em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1253-1260, 2000.

ZURITA-HERRERA, P.; DELGADO, J. V.; ARGÜELLO, A.; CAMACHO, M. E. Multivariate analysis of meat production traits in Murciano-Granadina goat kids. **Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 447-453, 2011.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Tendo em vista os aspectos apresentados, dietas contendo silagem à base de palma forrageira com até 30% de torta de algodão não afetam as características de carcaça, cortes comerciais, constituintes não carcaça e qualidade da carne de cordeiros.

Além disso, as avaliações biométricas podem ser utilizadas para construção de equações preditoras das características de carcaça dos cordeiros submetidos às dietas experimentais. Ainda, a análise discriminante canônica se mostrou eficiente na seleção de variáveis morfométricas e biométricas com alto poder discriminatório entre os tratamentos testados.

Considerando os resultados promissores obtidos no presente estudo, novas pesquisas podem ser conduzidas no intuito de testar a inclusão de outros ingredientes concentrados fibrosos na silagem de palma forrageira, oferecendo opções alimentares práticas, baratas e seguras para os ovinocultores de corte do Nordeste brasileiro.