

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**METABOLISMO MINERAL, CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA,
QUALIDADE DA CARNE, COMPONENTES NÃO CARÇAÇA DE
OVINOS ALIMENTADOS COM GENÓTIPOS DE PALMA
FORRAGEIRA**

LUIZ CARLOS LEAL TORRES

RECIFE-PE
MAIO – 2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**METABOLISMO MINERAL, CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA,
QUALIDADE DA CARNE, COMPONENTES NÃO CARÇAÇA DE
OVINOS ALIMENTADOS COM GENÓTIPOS DE PALMA
FORRAGEIRA**

LUIZ CARLOS LEAL TORRES

Zootecnista

RECIFE-PE
MAIO – 2023

LUIZ CARLOS LEAL TORRES

METABOLISMO MINERAL, CARACTERÍSTICAS DA CARÇA, QUALIDADE DA CARNE, COMPONENTES NÃO CARÇA DE OVINOS ALIMENTADOS COM GENÓTIPOS DE PALMA FORRAGEIRA

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Zootecnia

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho – Orientador

Prof. Dr. Ricardo Alexandre Silva Pessoa – Co-orientador

Prof. Dr. Tomás Guilherme Pereira da Silva – Co-orientador

Prof. Dr. Roberto Germano Costa – Co-orientador

RECIFE- PE
MAIO – 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- T693m Torres, Luiz Carlos Leal
Metabolismo mineral, características da carcaça, qualidade da carne, componentes não carcaça de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira. : Tese de Doutorado / Luiz Carlos Leal Torres. - 2023.
69 f.
- Orientador: Francisco Fernando Ramos de Carvalho.
Coorientador: Ricardo Alexandre Silva Pessoa; Tomas Guilherme Pereira da Silva; Roberto Germano Costa.
Inclui referências e apêndice(s).
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2023.
1. Cortes cárneos. 2. Balanço eletrolítico. 3. Cactáceas. 4. Pequenos Ruminantes. I. Carvalho, Francisco Fernando Ramos de, orient. II. Costa, Ricardo Alexandre Silva Pessoa; Tomas Guilherme Pereira da Silva; Roberto Germano, coorient. III. Título

LUIZ CARLOS LEAL TORRES

METABOLISMO MINERAL, CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA, QUALIDADE DA CARNE, COMPONENTES NÃO CARÇAÇA DE OVINOS ALIMENTADOS COM GENÓTIPOS DE PALMA FORRAGEIRA

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 25 de maio de 2023.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Presidente

Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima Júnior
Universidade Federal Rural do Semi-Árido- UFERSA

Prof. Dr. Daniel Barros Cardoso
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE

Prof. Dr. João Paulo Ismério dos Santos Monnerat
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof. Dr. Rinaldo José de Souto Maior Júnior
Instituto Federal de Alagoas - IFAL

RECIFE- PE
MAIO – 2023

“Só sei que nada sei.”

Sócrates

À minha filha, Maria Luísa Saboya Torres, pela graça de conviver com um anjo.

*Ao meu filho, Luís Carlos Saboya Torres, que faz meus dias mais felizes e me inspira a buscar
ser um pai cada dia melhor.*

*À minha esposa, Tâmara Farias de Saboya, pelo companheirismo de todos os momentos, e
sem a qual eu nunca teria realizado tantos sonhos.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pai, criador e força maior que segue todos os meus passos, ajuda nas decisões e sempre está ao lado da minha família, como base que sustenta a todas as minhas escolhas.

Aos meus filhos, Lulu e Luís, pelos momentos de amor de todos os dias, e pela honra de ter vocês em minha vida.

À minha esposa, Tâmara, por todos os momentos de companheirismo, de dedicação a nossa família, de apoio incondicional nas mais diversas situações e que sem a qual eu não teria trilhado esse caminho.

Aos meus pais: Luiz Carlos e Josefa Barbosa e irmãos, Bruno, Hugo, Livia e Gabriel, pela amizade em todos os momentos, obrigado por tudo.

Aos meus sobrinhos, Rebeca, Raquel, Guilherme, Vinícius, Isabel, Natália, Cecília e Clarice, pela gratidão em ter crianças tão lindas em minha vida.

À amiga Daniella Rosa pela ajuda e também pelos momentos de descontração com todos que fazem parte do grupo Zamigo do Fort.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), minha casa e onde consegui aprender a ser um profissional melhor e fiz grandes amigos durante a graduação (2001-2005), Mestrado (2006-2007), e Doutorado (2019-2023), é ainda o meu local de trabalho (CODAI), mostrando que um bom filho a casa torna.

Ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da UFRPE e ao programa de Doutorado em Zootecnia, pela possibilidade de conclusão do curso.

Ao orientador Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho, pela parceria, paciência, e orientações ao longo desses anos todos, desde a orientação na graduação, PIBIC, e agora também no doutorado.

Aos co-orientadores Prof. Dr. Ricardo Alexandre Silva Pessoa e Prof. Dr. Roberto Germano Costa, pela ajuda no trabalho e no caminho percorrido.

Ao co-orientador Dr. Tomás Guilherme Pereira da Silva, sem a sua ajuda não seria possível a conclusão desse curso.

À todos os professores do Departamento de Zootecnia que fizeram e fazem parte dessa grande instituição, responsável pela minha formação cultural, obrigado por todos os ensinamentos.

Ao Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas, pela oportunidade da realização de qualificação, e local de trabalho maravilhoso.

A todos que colaboraram para a realização dos trabalhos, e que de várias formas ajudaram para a realização de todas as atividades, muito obrigado.

METABOLISMO MINERAL, CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA, QUALIDADE DA CARNE, COMPONENTES NÃO CARÇAÇA DE OVINOS ALIMENTADOS COM GENÓTIPOS DE PALMA FORRAGEIRA

RESUMO

A ovinocultura no Brasil é uma atividade de exploração pecuária muito importante principalmente quanto à produção de carne. Grande parte da comercialização dos ovinos se baseiam na observação do peso dos animais, porém se torna necessário o conhecimento da composição da carne, do percentual e proporção dos cortes e no Nordeste brasileiro, pelo seu valor comercial e cultural, dos componentes não carçaça, que caracterizam a qualidade do produto. Nessa região grande parte do rebanho recebe palma forrageira como base na alimentação, e apesar de ser fonte importante de vários nutrientes, poucos estudos sobre os diferentes genótipos foram realizados sobre o seu efeito nas características da carçaça, qualidade da carne, componentes não carçaça e metabolismo mineral de animais que recebem esse alimento. Com base no exposto objetivou-se verificar o efeito da substituição parcial do feno de capim elefante e total do milho por três genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (Miúda, IPA-Sertânia e Orelha de Elefante Mexicana), sobre o rendimento e características da carçaça, dos componentes não carçaça, qualidade da carne de ovinos e balanço, níveis séricos e ósseos de macrominerais, além dos teores hepáticos de microminerais de ovinos Santa Inês. Foram utilizados 40 cordeiros mestiços, com peso inicial médio de 21kg ($\pm 2,0$), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Foram adotados 30 dias de adaptação às dietas e manejo, e um período de coleta de 63 dias. Após 93 dias de confinamento foi realizado o abate. Na avaliação dos parâmetros de desempenho, características da carçaça, estudo da morfometria da carçaça, nos cortes comerciais, dos componentes não carçaça e na composição química da carne, a inclusão dos genótipos de palma, propiciaram aumento para todas as variáveis analisadas, com destaque para a cobertura de gordura com o uso do genótipo de palma Miúda, onde houve incremento de 86,8%, conformação (275,23%) e acabamento da carçaça (272,00%). Na análise sensorial, destacou-se o genótipo Orelha de Elefante Mexicana (O.E.M.). Na avaliação do balanço dos macrominerais, a inclusão dos genótipos de palma, propiciou aumento nas concentrações dos minerais, circulação sanguínea, parâmetros ósseos e peso ósseo analisados, o genótipo Miúda proporcionou valores maiores na absorção de Ca (807,7%) e P (311,28%). Portanto os genótipos de palma forrageira utilizados no presente estudo, podem substituir o feno de capim elefante e milho em dietas para ovinos em crescimento, pois melhoram os parâmetros produtivos, fornece carçaça e carne de melhor qualidade, além de provocar maiores concentrações circulantes de minerais.

PALAVRAS-CHAVES: Cortes cárneos, Balanço eletrolítico, Variedades cactáceas.

MINERAL METABOLISM , CARCASS CHARACTERISTICS, MEAT QUALITY, NON-CARCASS COMPONENTS OF SHEEP FED WITH FORAGE SPINELESS CACTUS GENOTYPES

ABSTRACT

Sheep farming in Brazil is a very important livestock activity, mainly in terms of meat production. Much of the commercialization of sheep is based on observing the weight of the animals, but it is necessary to know the composition of the meat, the percentage and proportion of the cuts and in the Brazilian Northeast, due to its commercial and cultural value, the non-carcass components, which characterize the quality of the product. In this region, a large part of the herd receives spineless cactus as a staple food, and despite being an important source of several nutrients, few studies on the different genotypes have been carried out on their effect on carcass traits, meat quality, non-carcass components and metabolism. mineral from animals that receive this food. Based on the above, the objective was to verify the effect of partial replacement of elephant grass hay and total corn by three genotypes of spineless cactus resistant to carmine cochineal (Miúda, IPA-Sertânia and Orelha de Elefante Mexicana), on yield and carcass characteristics, non-carcass components, sheep meat quality and balance, serum and bone levels of macrominerals, in addition to hepatic levels of microminerals in Santa Inês sheep. Forty crossbred lambs were used, with an average initial weight of 21kg (+-2.0), distributed in a completely randomized design. 30 days of adaptation to diets and management were adopted, and a collection period of 63 days. After 93 days of confinement, slaughter was carried out. In the evaluation of performance parameters, carcass characteristics, study of carcass morphometry, commercial cuts, non-carcass components and chemical composition of the meat, the inclusion of spineless cactus genotypes, provided an increase for all analyzed variables, emphasis on fat coverage with the use of the spineless cactus Miúda genotype, where there was an increase of 86.8%, conformation (275.23%) and carcass finishing (272.00%). In the sensory analysis, the Orelha de Elefante Mexicana (O.E.M.) genotype stood out. In the evaluation of the balance of macrominerals, the inclusion of spineless cactus genotypes provided an increase in mineral concentrations, blood circulation, bone parameters and bone weight analyzed, the Miúda genotype provided higher values for Ca (807.7%) and P (311.28%) absorption.. Therefore, the spineless cactus genotypes used in the present study can replace elephant grass hay and corn in diets for growing sheep, as they improve production parameters, provide better quality carcass and meat, in addition to causing higher circulating concentrations of minerals.

KEYWORDS: Meat cuts, Electrolyte balance, Cactus varieties.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 01-Composição bromatológica de ingredientes de dietas para ovinos.....	37
Tabela 02-Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais	38
Tabela 03 – Balanço de minerais em dietas para ovinos alimentados com diferentes genótipos de palma forrageira	41
Tabela 04 - Macrominerais no sangue de ovinos alimentados com diferentes genótipos de palma forrageira	42
Tabela 05 - Parâmetros ósseos de ovinos alimentados com diferentes genótipos de palma forrageira.....	43
Tabela 06 - Teores hepáticos de matéria seca e microminerais de ovinos alimentados com diferentes genótipos de palma forrageira	44

CAPÍTULO 2

Tabela 01- Composição bromatológica dos ingredientes dietéticos	55
Tabela 02- Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais.....	55
Tabela 03- Composição bromatológica das dietas experimentais	56
Tabela 04 – Parâmetros de desempenho e característica de carcaça de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira	60
Tabela 05 – Morfometria da carcaça de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira	60
Tabela 06 – Peso de cortes comerciais de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira	61
Tabela 07 – Peso de órgãos, vísceras e subprodutos de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira	62
Tabela 08 – Composição química da carne de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira.....	63
Tabela 09 - Parâmetros de qualidade da carne de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira.....	64
Tabela 10 – Análise sensorial da carne de ovinos alimentados genótipos de palma forrageira	64

SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1. Produção e qualidade de carne ovina	18
2.2. Componentes não carcaça de ovinos	21
2.3. Efeitos do uso de palma forrageira em dietas para ovinos	22
2.4. Minerais em dietas para ovinos	25
2.4.1. Cálcio (Ca)	25
2.4.2. Fósforo (P)	26
2.4.3. Magnésio (Mg)	26
2.4.4. Sódio (Na)	26
2.4.5. Potássio (K)	27
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
CAPÍTULO 1 - Metabolismo mineral de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes genótipos de palma forrageira	32
RESUMO	33
ABSTRACT	34
1. INTRODUÇÃO	35
2. MATERIAL E MÉTODOS	36
3. RESULTADOS	40
4. DISCUSSÃO	44
5. CONCLUSÃO	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
CAPÍTULO 2 - Características da carcaça, componentes não carcaça e qualidade da carne de ovinos alimentados com diferentes genótipos de palma forrageira.....	50
RESUMO	51
ABSTRACT	52
1. INTRODUÇÃO	53
2. MATERIAL E MÉTODOS	54

3. RESULTADOS	59
4. DISCUSSÃO	64
5. CONCLUSÃO	66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nos últimos anos, o Brasil e o mundo, vem passando por uma das maiores recessões econômicas já registradas, devido, principalmente aos efeitos da pandemia da Covid-19. Dentre as diversas atividades que compõem o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, o setor agropecuário continua a apresentar saldos positivos nos últimos anos mesmo com a crise econômica mundial. Segundo o Instituto Econômico de Pesquisa Aplicado (IPEA, 2021), no ano de 2021, o setor cresceu 1,7% em comparação à 2020. Porém, no ano de 2022, as atividades agropecuárias registraram queda de 1,7% no Produto Interno Bruto (PIB) em relação a 2021 (IBGE, 2022), entre os principais produtos que contribuíram para essa queda, destacam-se a soja (-11,4%) e o arroz (-8,3%).

Com a tendência crescente pela procura de alimentos saudáveis pelos consumidores, a carne de pequenos ruminantes (caprinos e ovinos) tem se destacado por apresentar alto valor nutricional, além de suas características sensoriais superiores, quando comparadas as outras carnes vermelhas. Dentre as vantagens, destacam-se bom rendimento de carcaça, alto índice de crescimento e peso a desmama, maior cobertura de gordura além de ótimo desenvolvimento nos cortes comerciais (Oliveira & Gonçalves, 2017).

Apesar do considerável aumento da demanda dos produtos cárneos de pequenos ruminantes, a produção da região Nordeste, que detém 95% e 63% da população de caprinos e ovinos do Brasil, respectivamente, que somada à produção das outras regiões são insuficientes para atender o mercado consumidor. O Brasil consegue atender aproximadamente 30% do mercado nacional e o restante vem sendo adquirido de países como Uruguai, Austrália e Nova Zelândia (CNA, 2017).

Outro fato importante é que o consumo interno da carne ovina ainda é muito baixo, quando comparado com as demais fontes de proteína animal (suíno, aves e bovinos). Por ano, em média, cada habitante consome menos de 400 g da carne proveniente dessa espécie animal (SEBRAE, 2020), e cerca de menos de 12% da população brasileira nunca provaram carne de ovino ((EMBRAPA, 2018).

A região semiárida do Nordeste, detentora da maior parte dos ovinos do Brasil (IBGE, 2021), apresenta características únicas, com clima quente e seco, irregularidade de chuvas na maior parte do ano, o que limita as atividades agropecuárias na região, e ocasiona, principalmente, dificuldade na oferta de biomassa forrageira para fins de alimentação dos animais que são criados nesse local. A ovinocultura nessa região é uma atividade ligada a

vocação natural e histórica, que através do somatório de vários fatores, favorece a atividade nessa zona geográfica brasileira. No entanto, várias são as dificuldades que o produtor encontra para desenvolver a atividade, dentre elas destacam-se, desafio de fornecimento de alimentação ao longo do ano a partir de pastagens nativas, fazendo com que o produtor busque alternativas, como a utilização de forrageiras adaptadas às condições locais.

Nesse cenário, a palma forrageira se destaca como alimento estratégico e tem sido amplamente utilizada na alimentação de ruminantes no semiárido nordestino, possibilitando menores oscilações produtivas ao longo do ano. Quando bem manejada, a palma forrageira apresenta alta produção por área de até 299t/ha (Miúda) e 351t/ha (IPA-Sertânia) toneladas de massa verde a cada dois anos (Araújo et al., 2022), podendo garantir, assim, a suplementação animal em parte do ano. Além disso, representa uma importante fonte de água, e fornece quantidades elevadas de energia em função dos seus altos níveis de carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais, independente do gênero, além de ser rica em minerais, como cálcio, magnésio e potássio (Batista et al, 2003; Tosto et al., 2007; Pessoa et al., 2020).

Numerosos genótipos de palma forrageira são utilizados no Nordeste mas existem poucas informações sobre como o uso de alguns desses genótipos podem afetar os componentes e as características da carcaça e da carne, assim como os componentes não carcaça de ovinos, sendo necessário estudos para investigar os efeitos de dietas à base dos diferentes genótipos de palma sobre tais parâmetros, assim como os possíveis impactos no metabolismo mineral de ovinos sobretudo com a utilização dos genótipos Ipa-S (*Nopalea* sp.) e Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* - Haw).

Adicionalmente, ressalta-se a importância da nutrição mineral com a utilização de palma forrageira em dietas para ovinos, que podem ocasionar problemas de excessos, absorção e excreção de alguns minerais e quantidade disponível no sangue e que serão armazenados no fígado e corpo, assim como a interação dos fatores antinutricionais que podem ocorrer com a ingestão desse alimento em dietas, como, por exemplo, o impacto da presença de oxalatos e nitratos na composição da palma, faz com que estudos nesse sentido, sejam necessários para melhor compreensão dos possíveis efeitos no organismo de pequenos ruminantes.

Esta tese procura abordar aspectos da palma forrageira em relação aos seus efeitos sobre o metabolismo de mineral e características de carcaça. A tese está composta por um Referencial Teórico, cujo objetivo foi sistematizar resultados e inferências de estudos que

analisaram a composição química dos diferentes genótipos de palma forrageira e os aspectos importantes da influência da palma nos componentes corporais dos ovinos. No Primeiro Capítulo, objetivou-se avaliar as características da carcaça, qualidade da carne e componentes não carcaça de cordeiros recebendo diferentes genótipos de palma forrageira na dieta. No Segundo Capítulo, o objetivo foi analisar aspectos do metabolismo mineral de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes genótipos de palma forrageira.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A palma forrageira tem sua história no Brasil no século XIX, e sua introdução foi servir de base da cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* (Cockerell)) para a produção de um corante natural (Lira et al., 2005). Por volta do ano 1820, foi introduzida na região semiárida do Nordeste brasileiro (Simões et al., 2005), e foi oferecida também aos animais ruminantes como fonte de alimentação, sendo observada boa aceitabilidade dos animais, e foi utilizada de forma empírica durante muitos anos.

No final da década de 1960 iniciaram-se vários estudos relacionadas ao manejo agrônomo da palma forrageira e, a partir daí, diversos trabalhos vem identificando, e mostrando nos últimos anos, o grande potencial deste alimento como fonte alternativo e os benefícios econômicos e produtivos na utilização desta importante ferramenta nutricional para a pecuária nordestina e brasileira.

2. 1. Produção e qualidade de carne ovina

A produção de carne de pequenos ruminantes no Nordeste brasileiro é uma atividade importante, pois além da geração de renda, configura base de alimentação e fornecimento de proteína de elevado valor nutricional. O ganho de peso é uma importante variável, tanto para o desempenho animal quanto para a avaliação da eficiência de uma dieta (Zundt et al., 2006), mas deve-se levar em consideração também outros fatores como peso dos cortes comerciais, peso dos componentes não carcaça, conversão alimentar, e outros. No entanto, para que haja produção eficiente de carne, torna-se necessário conhecimento acerca dos fatores que podem influenciar os atributos e a qualidade da carne. Vários são os aspectos que interferem nas características quantitativas e qualitativas das carcaças e que propiciam uma melhor qualidade da carne tendo, portanto, causas multifatoriais que depende da perspectiva e dos objetivos do elo da cadeia produtiva, a literatura divide esses fatores em intrínsecos e extrínsecos. Os primeiros estão relacionados aos animais, portanto, sujeitos a menos variações. Esses fatores incluem raça, sexo, idade, peso, tipo de fibra muscular. Alguns desses fatores não são bem estudados, outros têm influência variável ou são controversos, e apenas alguns são conhecidos e às vezes controlados (Lima Júnior et al., 2016).

Para avaliação de carcaça ovina, segundo Cezar e Sousa (2007), deve-se pautar em estimar a quantidade e predizer a qualidade da porção comestível. A deposição de gordura subcutânea, ou mais conhecido como acabamento de gordura, é muito importante para a

qualidade da carne, pois serve como uma capa protetora do músculo no processo de resfriamento da carcaça onde o músculo se transforma em carne. Carcaças sem acabamento de gordura sofrem um processo chamado de cold shortening que é o encurtamento das fibras musculares pelo frio, deixando a carne dura e com aspecto de queimada.

Animais que apresentam carcaças mais acabadas trazem maior rentabilidade aos produtores e aumento na renda de toda a cadeia produtiva, aumentando a produtividade média dos rebanhos, a produtividade por área, além da maior cobertura de gordura, fazer com que os produtos sejam mais valorizados por apresentar maior uniformidade, melhor visual, fidelizando o mercado consumidor.

O acabamento é um parâmetro subjetivo na avaliação da carcaça, e visa verificar a quantidade de gordura (marmorizada e de cobertura) distribuída na carcaça, à espessura da gordura de cobertura pode impedir perdas durante o resfriamento e transporte das carcaças, proporcionando ao produto final, uma maior proteção à ação dos microorganismos e aumentando o tempo que o produto pode ficar disponível à venda para o consumidor. Fernandes Junior et al. (2015) cita que a faixa de peso ideal para ovinos Santa Inês é de 15 e 35kg de peso vivo, em animais com valores acima, o tecido adiposo apresenta crescimento heterogêneo positivo, havendo deposição acentuada. Os resultados obtidos nestes trabalhos foram semelhantes aos obtidos por Pereira et al. (2007).

As medidas realizadas na carcaça são importantes, pois permitem comparações entre tipos raciais, pesos e idades de abate dos animais, sistemas de alimentação, e também pelas suas correlações com outras medidas ou com os tecidos constituintes da carcaça, possibilitando a estimação de suas características físicas (Silva e Pires, 2000). Conhecer o desenvolvimento morfométrico dos animais é importante, pois pode caracterizar uma raça, definindo a aptidão produtiva e o porte dos indivíduos que são avaliados (Jucá et al, 2014).

Apesar das características de desempenho serem consideradas as medidas mais efetivas para correlacionar as respostas diretas das dietas, é importante a realização das medidas de desempenho da carcaça (morfometria), Pinheiro e Jorge et al. (2010) afirmam que o comprimento interno da carcaça é um bom indicativo do peso e das características da carcaça, apresentando alta correlação entre o comprimento interno da carcaça com seu peso, assim como a medida de profundidade do tórax de ovinos com o peso da carcaça. Já Castro et al. (2012) constataram que o perímetro torácico é a medida que apresenta correlação mais elevada com o peso vivo.

A obtenção de cortes comerciais mais pesados vai de encontro aos anseios do mercado consumidor, agrega maior valor para os produtores, e destaca melhor a proporção de carne das peças, aumentando as opções para uso na gastronomia dos produtos ovinos. Os cortes que compõem a carcaça possuem diferentes valores econômicos e sua proporção constitui um importante índice para avaliação da qualidade comercial da carcaça, otimizando o controle da produção. A obtenção dos cortes mais pesados possibilita não somente o melhor aproveitamento das carcaças, mas também viabiliza a utilização das “aparas” na elaboração de produtos processados, além disso, a aparência do produto ofertado também deve ser sempre lembrada pelo produtor como determinante para o sucesso da comercialização, sendo importante levar ao consumidor versatilidade, apresentando alternativas de preparo que vão além do espeto e da carne assada ao forno. A apresentação dos cortes de carne ovina e divulgação de seu uso constituem alternativa viável capaz de estabelecer e incrementar o hábito do consumo, estimulando o crescimento de toda a cadeia.

Com relação à qualidade da carne no pós-morte, as características de manutenção do pH e maiores quantidades de glicose armazenadas no fígado e nos músculos são fundamentais. Durante o *rigor mortis*, quando ocorre o abaixamento do pH (acidificação) devido a transformação de glicogênio em ácido lático. Entretanto, se o músculo de tornar ácido demais (abaixo do limite ideal de 5,4), ocorre a inibição da atividade das enzimas e, dessa forma, o encurtamento excessivo das fibras, o que torna a carne mais dura e com menor capacidade de retenção de água. A carne se torna mais escura, firme e seca (DFD), que é o resultado de um pH final superior ao normal após 24 horas do abate, sendo, geralmente, consequência de animais que sofreram estresse externo, exercício dos músculos antes do abate ou reserva inadequada de glicose muscular e, portanto, aumento de produção de ácido lático pós-morte por meio da glicólise anaeróbica que é diminuída (Maganhini et al, 2007).

Várias enzimas atuam na degradação das fibras musculares causando enfraquecimento da estrutura muscular e amaciamento da carne, dentre elas estão a calpaína e a calpastatina. As calpaínas formam um complexo enzimático e sua atividade está diretamente relacionada à melhoria da capacidade de retenção de água em carnes pelo fato de que, por degradarem proteínas, promovem ligações entre as miofibrilas e estas ligações levam ao aumento do diâmetro da fibra no *post-mortem*, levando ao amaciamento da carne. A interação das enzimas é dependente da concentração de cálcio. Assim, a quantidade de minerais da palma forrageira, principalmente cálcio, pode prolongar o efeito de maciez da carne. Além da maciez,

características como sabor, aroma e suculência são importantes atributos sensoriais para garantir um produto final com melhor aceitação e confiabilidade do mercado consumidor.

2.2. Componentes não carcaça de ovinos

Além dos componentes constituintes da carcaça, os componentes não carcaça podem ser comestíveis e aproveitados para consumo. Esses componentes incluem o sistema digestório e seu conteúdo, pele, cabeça, patas, cauda, pulmões, traqueia, fígado, coração, rins, gorduras omental, mesentérica, renal e pélvica, baço e aparelho reprodutor com bexiga (Yamamoto et al, 2004). Suas conformações, pesos e desenvolvimento variam de acordo com a idade e a condição corporal do animal.

Os componentes não carcaça são boas fontes de nutrientes para a alimentação humana e quando comparados à carne, apresentam teores mais elevados de ferro, zinco e ácidos graxos poliinsaturados. Mas quando comparados aos cortes comerciais, essas porções não apresentam elevado valor comercial, porém, em algumas regiões, por serem usados em diversos pratos típicos ou embutidos, podem agregar valor para a unidade de produção ou de abate, podendo alcançar valores equivalentes ao da carne (Camilo et al., 2012).

O fígado e a gordura são, depois da pele, as partes mais valiosas, o primeiro para o preparo de pratos culinários e o segundo na indústria cosmética e farmacêutica (Medeiros et al., 2008). Além desses, os intestinos, sangue, coração, rins e pulmões são utilizados em um prato típico do nordeste brasileiro chamado “buchada”, que pode agregar valor ao produtor. Portanto quanto maior o peso desses órgãos maior será a rentabilidade para o produtor.

Esses componentes são importantes para vários processos metabólicos e que participam ativamente no metabolismo energético e proteico dos animais a exemplo da captação de cerca de 80% do propionato que passa pelo sistema portal, para a conversão em glicose (Van Soest, 1994) e da captação de amônia e conversão em ureia, além de síntese e degradação de aminoácidos (Lobley et al., 2000; Kozloski, 2002) e, ainda, síntese de ácidos biliares (Argenzio, 1996).

No Brasil, em especial na região Nordeste, existe uma culinária local onde estes componentes são utilizados para alguns pratos típicos, um exemplo é a “Buchada”, que é elaborada utilizando-se coração, rins, fígado, pulmões, intestinos, rúmen e/ou sangue, os quais representam, em média, 20% do corpo do animal (Carvalho et al., 2005). Outro prato muito

consumido na região é o sarapatel, que utiliza as vísceras vermelhas como coração, rins, pulmões, fígado e baço.

Sendo assim, os componentes não carcaça são de grande importância, pois podem ser utilizados como fator de interesse comercial, possibilitando maior valorização do animal abatido e maior motivação aos cuidados sanitários do rebanho, além de representar uma alternativa alimentar para as populações de baixa renda (Frescura et al., 2005).

Segundo Gois et al. (2019), os órgãos e as vísceras possuem distintas velocidades de crescimento durante a vida do animal, quando comparados a outras partes do corpo, e podem ser influenciadas pela composição química da dieta, especialmente a energia. Elevada deposição de gordura não é desejável, porque, além de aumentar os custos de produção, deprecia as carcaças e gera maiores quantidades de gorduras internas que não são aproveitadas para consumo humano (Pompeu et al., 2013).

2.3. Efeitos do uso de palma forrageira em dietas para ovinos

O teor de fibra na palma forrageira é considerado baixo, principalmente a fração lignino-celulose. Por outro lado, o percentual de carboidratos solúveis é alto. No entanto, apesar de os carboidratos solúveis serem rápidos e extensivamente fermentados no rúmen, as características de fermentação diferem entre si, por serem, em grande parte, ácidos orgânicos. A inclusão de palma em dietas favorece a manutenção do pH ruminal, devido a menor produção de ácido láctico no rúmen, uma vez que essa forrageira apresenta maior quantidade de carboidratos não fibrosos não amiláceos como a pectina, e a fermentação da pectina, gera ácido acético e resulta em menor produção de ácido láctico (Strobel e Russel, 1986) que o amido (carboidrato solúvel), presente em grande quantidade no milho. Em adição, alimentos que apresentam em sua composição alto teor de pectina podem proporcionar melhor padrão de fermentação ruminal em comparação a fontes tradicionais de amido (Van Soest, 1994).

A palma forrageira propicia elevado poder tampão no ambiente ruminal, e, portanto, uma maior capacidade de resistir às variações de pH, favorecendo a microbiota ruminal. Além disso, as quantidades de carboidratos não fibrosos da dieta influenciam as proporções dos diferentes ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) produzidos no rúmen. Maiores quantidades de AGCC aumentam as reservas de glicogênio no fígado e nos músculos, pela redução na proporção de acetato:propionato, gerando maiores níveis de glicose pela gliconeogênese.

Apesar de configurar importante recurso alimentar em regiões áridas e semiáridas do mundo, a palma forrageira apresenta desbalanço de minerais em sua composição. Com relação aos macrominerais, apresenta altos teores de cálcio (Ca; 5,26%) Cordova-Torres et al. (2015), magnésio (Mg; 2,12%) e potássio (K; 7,36%) Mayer e Cushman (2019), além de baixos teores de fósforo (P; 0,20%) Germano et al. (1999), e sódio (Na; 0,03%) Santos et al. (2009). A relação cálcio e fósforo (Ca:P) na palma forrageira é alta. No entanto, Teles et al. (2004) demonstraram que a adubação fosfatada diminuiu a relação Ca:P de 15:1 para 8,5:1, enquanto que o teor de microminerais na palma forrageira é menos sensível à adubação (Silva et al., 2012).

É indiscutível a função e a importância dos alimentos nas dietas que são oferecidos aos animais. Além da energia e proteína, outros nutrientes presentes nesses ingredientes, têm papel fundamental para o aumento no desempenho, sanidade e reprodução animal, entre esses, os minerais são importantes, pois atuam no metabolismo animal, formando componentes estruturais de órgãos e tecidos, são constituintes fundamentais de tecidos e fluídos corporais, atuando também como catalisadores e/ou cofatores em sistemas hormonais e enzimáticos, além de presentes na estrutura corporal dos animais, fazendo parte de músculos e ossos, constituem membranas, regulam a manutenção da pressão osmótica.

Além das funções supracitadas, os minerais são necessários para o bom funcionamento do ambiente ruminal, apresentando intensa interação com os microrganismos do rúmen, e estes necessitam de alguns minerais como K, Mg e enxofre (S) para o crescimento da população microbiana. Elementos como o Mg, o ferro (Fe), o zinco (Zn) e o molibdênio (Mo) atuam como ativadores de enzimas microbianas. Por sua vez, o cobalto (Co) é um mineral essencial para o grupo das bactérias que sintetizam a vitamina B12. Portanto, várias são as funções e implicações do balanço de minerais em dietas para animais ruminantes.

Portanto, a ação desses elementos no organismo animal é muito importante para avaliarmos o desempenho de dietas que tenham alimentos que podem influenciar os níveis desses nutrientes no animal.

Além disso, existe uma interação entre os minerais da dieta, e quantidades excessivas ou deficitárias desses minerais nas dietas, podem ocasionar problemas na sanidade e desempenho, como diminuição na taxa de crescimento, intoxicação, baixa dos índices produtivos. Por isso o estudo do balanço dos minerais presentes nas dietas, é ferramenta indispensável para verificarmos a influência de determinado alimento na dieta.

Para Tokarnia et al. (2000), os alimentos quando fornecidos em quantidades adequadas, são capazes de fornecer os minerais para suprir as necessidades diárias dos rebanhos, porém em muitas regiões os alimentos são pobres em determinados elementos ou os contêm em proporções desequilibradas, o que limita o desempenho satisfatório dos animais.

Assim, estudos dos elementos minerais são fundamentais na nutrição de ruminantes, uma vez que existe relação de minerais com absorção de nutrientes, status fisiológico do animal, consumo de matéria seca e desempenho produtivo (Andrade et al., 2015). Nesse contexto, observa-se a importância de se fornecer níveis adequados de elementos minerais nas dietas, visando atender às exigências nutricionais de todas as categorias animais, pois tanto o excesso quanto a falta de alguns desses elementos podem gerar problemas no desempenho animal, como possíveis intoxicações, baixo desenvolvimento ponderal e redução nos índices reprodutivos.

As plantas sintetizam grande quantidade de substâncias e as utilizam para seu crescimento e desenvolvimento, de modo que quando alguns ingeridos pelos animais têm ação nutricional (benéfica ou prejudicial), e formam os chamados “fatores antinutricionais”, que quando consumidos pelos animais podem ocasionar problemas digestivos e em dietas com utilização de palma forrageira podem afetar o desempenho animal. A palma forrageira apresenta ácido oxálico (oxalatos) e nitratos em sua composição. Os oxalatos formam sais insolúveis com minerais como Ca, K, Mg e Na (James, 1968). Este mesmo autor avaliou diferentes fontes de oxalatos e de minerais para ovinos e verificou que, dentre os minerais, o Na foi o mais neutralizado pelo oxalato. Portanto, o consumo de oxalato pode, segundo Ben Salem et al. (2005), afetar a ingestão e digestão de Ca em ovinos alimentados com essa forrageira. O oxalato também tem sido responsabilizado pela indisponibilidade de Mg e Fe (Van Soest, 1994).

A palma forrageira apresenta ainda outra característica importante, que são os baixos níveis de fibra em detergente neutro fisicamente efetivo (FDNef), o que provoca menor ruminação, maior taxa de passagem e ocasiona aumento de fezes pastosas e/ou líquidas e perda de peso, se usada como alimento exclusivo e ou em grandes quantidades. Essa característica simultaneamente ao excesso nos níveis de alguns minerais como o Ca e o Mg, podem aumentar o efeito laxativo em dietas que utilizam a palma forrageira com base alimentar.

Por essas características apresentadas, a utilização de palma forrageira em dietas para ovinos pode aumentar a quantidade de gordura na carne, influenciando a qualidade e o sabor do produto, aumentando a aceitação por parte do mercado consumidor, pois por muitos anos acreditou-se que a gordura da carne vermelha era a principal causa de doenças cardíacas e obesidade, criando uma imagem negativa desses produtos. Porém com o avanço da ciência e dos estudos, foi demonstrado que mais importante que a quantidade de gordura ingerida, é a qualidade, ou seja, a composição de ácidos graxos que compõe a gordura (Willians, 2000).

Vários trabalhos foram desenvolvidos em dietas que utilizaram palma forrageira para ovinos, avaliando os efeitos sobre o rendimento, peso e características de carcaça, Nascimento et al. (2018) obtiveram rendimentos de cortes comerciais superiores quando substituíram cana-de-açúcar por palma miúda. Assim como Cardoso et al. (2019), que verificaram maiores pesos vivos finais e melhor conversão alimentar quando substituíram o feno de tifton por palma miúda. Além disso, a inclusão de palma forrageira pode melhorar o consumo de matéria seca (Mora-Luna, 2022). Existem poucos trabalhos utilizando e comparando os diversos genótipos de palma forrageira e avaliando o seu efeito sobre o desempenho, qualidade da carne, componentes não carcaça e o metabolismo mineral em dietas para ovinos.

2.4. Minerais em dietas para ovinos

2.4.1. Cálcio (Ca)

O cálcio é o mineral encontrado em maior quantidade no organismo e grande parte dele é depositado no esqueleto, devido a isso, é considerado o mineral mais importante na produção animal, desempenhando várias funções orgânicas além da conformação esquelética como a participação na coagulação sanguínea, regulação e excitabilidade neuromuscular e manutenção e permeabilidade celular.

Esse mineral é absorvido da quantidade disponível da dieta e de acordo com a necessidade, é regulado, por um processo no intestino delgado, regulado através da ação de dois hormônios: o paratormônio (PTH), hormônio da paratireóide, e a forma fisiologicamente ativa da vitamina D3, di-hidroxicolecalciferol (1,25(OH)₂D₃, também conhecido como o calcitriol) (Schneider et al., 1985;. Bronner, 1987) até aos limites estabelecidos pela dieta e pelo movimento líquido de cálcio para dentro ou para fora do esqueleto.

2. 4. 2. Fósforo (P)

Assim como o Cálcio, a absorção de Fósforo ocorre principalmente no intestino delgado proximal. Segundo Braithwaite (1984) a absorção de fósforo em ovinos é alta (0,68-0,80) e está linearmente relacionada à ingestão desse mineral nas dietas. Além do fósforo da dieta, há uma incorporação desse mineral via fermentação ruminal, através da desfosforilação e hidrólise de P a partir da ingestão de grãos e sementes, que liberam PO₄ no rúmen e isto é, em grande parte, incorporada na proteína microbiana. Porém esse fósforo microbiano é marginalmente menos bem absorvido do que PO₄, que é, como outros ânions, prontamente absorvidos (Bravo, 2003).

Outro fator importante é a complexidade que temos ao mensurar a absorção de Fósforo em ruminantes devido à secreção desse mineral pela saliva, que aumenta grandemente o fluxo de P para o rúmen (Tomas, 1973). O fósforo salivar é absorvido de forma tão eficiente como fósforo dietético (AFRC, 1991), e a sua absorção aparente geralmente é subestimada pois nas fezes temos quantidades de fósforo via dieta e também dos microorganismos ruminais.

2. 4. 3. Magnésio (Mg)

O Magnésio (Mg) é um mineral essencial para formação de ATP, auxilia no metabolismo de carboidratos e lipídeos, além de junto com o ferro (Fe), o zinco (Zn) e o molibdênio (Mo) atuarem como ativadores de enzimas microbianas. Além disso, o magnésio exerce papel estrutural, pois o Mg²⁺ tem função estabilizadora para a estrutura de cadeias e síntese de DNA e RNA.

2. 4. 4. Sódio (Na)

O sódio tem papel importante no balanço hídrico da água corporal e a diminuição da pressão arterial e da concentração de sódio no sangue são detectadas pelos rins que resulta na produção de renina que atua liberando aldosterona que diminui a excreção de sódio na urina e retém sódio e água ou pela vasopressina que diminui a concentração sanguínea de sódio e retém água corporal a nível renal. Segundo Peixoto et al. (2005) e Tokarnia et al. (2000), a deficiência de sódio é muito encontrada nos animais ruminantes no Brasil, ficando atrás apenas da deficiência de fósforo.

2. 4. 5. Potássio (K)

O íon K⁺ está presente nas extremidades dos cromossomos e estabiliza sua estrutura, e assim como o Mg estabiliza a estrutura do DNA e RNA. Além disso, outra função importante é a manutenção do potencial elétrico da membrana celular, principalmente à existência da bomba de sódio e potássio, e são esses dois eletrólitos os maiores responsáveis pelo potencial de ação celular em animais.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. Technical committee on responses to nutrients, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)**, v.61, n.9, p.576-607, 1991.

ANDRADE, D. R., et al. Teores de cálcio e fósforo na parte aérea da palma forrageira cv. Gigante sob diferentes cultivos em Quixadá-CE. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, Fortaleza, 2015. **Anais... ABZ**, Fortaleza. 2015.

ARAÚJO, J. S. et al. **Palma forrageira: plantio e manejo**. Instituto Nacional do semiárido (INSA). Editora: INSA, Campina Grande-PB, p. 10 e 11, 2022.

ARGENZIO, R.A. Digestão, absorção e metabolismo: funções gerais do trato gastrintestinal e seu controle e integração. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (Eds.) **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.297-306.

BATISTA, Â. M. V., et al. Effects of variety on chemical composition, *in situ* nutrient disappearance and *in vitro* gas production of spineless cacti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 440-445, 2003a.

BEN SALEM, H., et al. Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) based diets with urea-treated straw or oldman saltbush (*Atriplex nummularia*). Effects on intake, digestion and sheep growth. **Journal of Agricultural Science**, v. 138, p. 85-92, 2002.

BRAITHWAITE, G.D. Some observations in phosphorus homeostasis and requirements. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge v.102, p.295–306, 1984.

BRAVO, D. et al. Quantitative aspects of phosphorus absorption in ruminants, part II. **Reproduction Nutrition Development**, v.43, n.3, p.271-284, 2003.

BRONNER, F. Intestinal calcium absorption: mechanisms and applications. **Journal of Nutrition**, v.117, p.1347–1352, 1987.

CAMILO, D. A. et al. Peso e rendimento dos componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2429-2440, 2012.

CARDOSO, D. B., et al. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 23- 31, 2019.

CARVALHO, P. C. F., et al. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: MANEJO SUSTENTÁVEL EM PASTAGEM, 1., 2005, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2005. p.1-20.

CASTRO, F. A. B. et al. Desempenho de cordeiros Santa Inês do nascimento ao desmame filhos de ovelhas alimentadas com diferentes níveis de energia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 3379-3388, 2012

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. 1 ed. Uberaba-MG: Editora Agropecuária Tropical, 2007. 147p.

CNA, 2017. Acesso em: 05/01/2023.
<URL>https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/ovinos_caprinos_balanco_2017.pdf

CORDOVA-TORRES, A. V.; et al. Nutritional composition, *in vitro* degradability and gas production of *Opuntia ficus indica* and four other wild cacti species. **Life Science Journal**, v. 12, n. 2S, p. 42-54, 2015.

EMBRAPA, 2018. Acesso em: 15/12/2022.
<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34766692/pesquisa-mostra-que-12-dos-brasileiros-nunca-comeram-carne-ovina>

FRESCURA, R. B. M., et al. Avaliação das proporções dos cortes da carcaça, características da carne e avaliação dos componentes do peso vivo de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.167-174, 2005.

GERMANO, R. H; et al. Avaliação da composição química e mineral de cactáceas no semiárido Paraibano. **Agropecuária Técnica**, v. 20, n. 1, p. 51-57, 1999.

GOIS, G. C., et al. Características de carcaça e componentes não-carcaça de ovinos: uma revisão. **Arquivo Ciência Veterinária**. Zool. UNIPAR, Umuarama, v. 22, n. 4, p. 139-146, out./dez. 2019.

IBGE, Produção Agropecuária. Ano 2021. Disponível em:
<URL><https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ovino/br>. Data de acesso 10/02/2023.

IBGE, 2022. Acesso em 17/3/2023. <URL>https://www.gov.br/fazenda/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/conjuntura-economica/agricola/2022/2022-06-02-pib_2022_tri-i.pdf

IPEA, **Projeções do PIB agropecuário para 2021 e 2022**. Ano 2021. Disponível em
<URL><https://www.ipea.gov.br/portal.option>. Data de acesso: 21/01/2022.

JAMES, L.F. et al. Oxalate metabolism in sheep. I. Effect of low level Halogeton glomeratus intake on nutrient balance. **Journal Animal Science**, v.27, p. 718-723, 1968.

JUCÁ, A. F. et al. Performance of the Santa Ines breed raised on pasture in semiarid tropical regions and factors that explain trait variation. **Tropical Animal Health and Production**, v.46, p.5, 2014.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 140p.

LIMA JÚNIOR de D. M. et al. Intrinsic factors affecting sheep meat quality: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 3–15, 2016. DOI: 10.17533/udea.rccp.324959. Disponível em: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324959>. Data de acesso: 02/05/2023.

LIRA, M. A. et al. Utilização da palma forrageira na pecuária leiteira do semiárido. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 2, p. 107-120, 2005.

LOBLEY, G. E. et al. The liver: integrator of nitrogen metabolism. In: CRONJÉ, P.B.; BOOMKER, E.A.; HENNING, P.H. et al. (Eds.) **Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction**. London: CAB International, 2000. p.149-168.

MAGANHINI M. B. et al. 2007. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência Tecnologia Alimentos**. 27: 69-72.

MAYER, J. A.; CUSHMAN, J. C. Nutritional and mineral content of prickly pear cactus: A highly water-use efficient forage, fodder and food species. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 00, p. 1-10, 2019.

MEDEIROS, et. al. (2017). INSA. Ano de 2017. Disponível em: <URL><https://canalciencia.ibict.br/ciencia-em-sintese1//ciencias-exatas-e-da-terra/338-palma-forrageira-na-alimentacao-de-caprinos-e-ovinos>. Data de acesso 10/04/2023.

MORA-LUNA, R. E., et al. Spineless Cactus plus Urea and Tifton-85 Hay: Maximizing the Digestible Organic Matter Intake, Ruminal Fermentation and Nitrogen Utilization of Wethers in Semi-Arid Regions. **ANIMALS**, v. 12, p. 401, 2022.

NASCIMENTO, C. H. et al. **Pesos e rendimentos de cortes comerciais de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição a cana-de-açúcar**. II Congresso Internacional das Ciências Agrárias (COINTER). João Pessoa – PB, 2018.

OLIVEIRA, M. I., GONÇALVES, W. C. **Principais características de raças de ovinos para produção de carne**. XI SEZUS - Semana acadêmica do curso de Zootecnia, 2017. Universidade Estadual de Goiás – GO.

PEIXOTO, P. V. et al. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 195-200, 2005.

PEREIRA, M. S. et al. Carcaça e não-componentes da carcaça de cordeiros recebendo polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 57-62, 2007.

PESSOA, D. V. et al. Forage cactus of the genus *Opuntia* in different with the phenological phase: Nutritional value. **Journal of Arid Environments**, v. 181, 2020. doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104243

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**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 440-445, 2010.

POMPEU, R. C. F. F., et al. Características da carcaça e dos componentes não-carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo casca de mamona. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 3, p. 490-507, 2013.

SANTOS, K. L. L.; et al. Balanço de macrominerais em caprinos alimentados com palma forrageira e casca de soja. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 3, p. 546-559, 2009.

SCHNEIDER, K.M.et al. A short-term study of calcium and phosphorus absorption in sheep fed on diets high and low in calcium and phosphorus. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.36, p.91-105, 1985.

SEBRAE, 2020. Acesso em 30/11/2022. <https://sebrae-sp.jusbrasil.com.br/noticias/138924097/consumo-de-ovinos-e-caprinos-deve-atingir-120-mil-toneladas-no-brasil>

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.

SILVA, J. A., et al. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 7: 866-875, 2012.

SIMÕES, D. A. et al. Introdução da palma forrageira no Brasil. IN: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). In: **A palma no Nordeste do Brasil:conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 13-26.

STROBEL, H.J.; RUSSEL, J.B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria.**Journal of Dairy Science**, v.69, p.2941-2947, 1986.

TELES, M. M., et al. Efeito da Adubação e do Uso de Nematicida na Composição Química da Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica Mill*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1992-1998, 2004.

TOMAS, F. M. Parotid salivary secretion in sheep: its measurement and influence on phosphorus in rumen fluid. **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, v.58, p.131-138, 1973.

TORKANIA, C. H., et al. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 127-138, 2000.

TOSTO, M. S. L., et al. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 3, p. 239-249, 2007.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA, 1994.

WILLIAMS, C. M. Fatty acids and health. **Animal Zootechnology**, v. 49, p. 165-180. 2000.

YAMAMOTO, M.S., et al. Rendimento dos cortes e não-componentes das carcaças de cordeiros terminados com dietas contendo diferentes fontes de óleo vegetal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6,p.1909-1913, 2004.

ZUNDT, M. et al. Desempenho e características de carcaças de cordeiros Santa Inês confinados, filhos de ovelhas submetida a suplementação alimentar durante a gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.3, p.928-935, 2006.

CAPÍTULO 1

Metabolismo mineral de ovinos alimentados con dietas contendo diferentes genótipos de palma forrageira

Metabolismo mineral de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes genótipos de palma forrageira

RESUMO

Objetivou-se verificar o efeito da substituição parcial do feno de capim elefante e total do milho por três genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim sobre o balanço, níveis séricos e ósseos de macrominerais, além dos teores hepáticos de microminerais de ovinos Santa Inês. Foram utilizados 40 cordeiros mestiços, com peso inicial médio de aproximadamente $21 \pm 2,0$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Foram coletadas amostras de alimentos, sobras, fezes, sangue, costela e fígado. Na avaliação do balanço dos macrominerais, a inclusão dos genótipos de palma, propiciou aumento nas concentrações dos minerais analisados, o genótipo Miúda proporcionou valores maiores na absorção de Ca (807,7%) e P (311,28%), o genótipo Ipa-Sertânia na absorção de Na (1,20g/dia) e o genótipo O.E.M. (29,46g/dia) de K. No estudo da quantidade de macrominerais no sangue, o genótipo O.E.M apresentou valores superiores para circulação de Ca (8,59mg/dL) e Mg (5,65mg/dL) superiores aos valores da dieta controle. Com relação aos parâmetros ósseos, o genótipo IPA-S apresentou o maior peso da costela com valores 5,65g. Para os teores de microminerais encontrados no fígado, os níveis de Ferro (Fe) foram menores no genótipo miúda e o de Zinco (Zn) foram menores em todos os genótipos de palma forrageira, já para os minerais Cobre (Cu) e Manganês (Mn) não houve diferenças significativas. Portanto, os genótipos de palma forrageira utilizados no presente estudo podem substituir o feno de capim elefante e milho em dietas para ovinos em crescimento, pois provocam maiores concentrações circulantes de macrominerais e maiores desenvolvimento ósseo.

Palavras Chave: Cactáceas, absorção aparente, macrominerais, microminerais, pequenos ruminantes, semiárido.

Mineral metabolism of sheep fed diets containing different spineless cactus genotypes

ABSTRACT

The objective of this study was to verify the effect of partial replacement of elephant grass hay and total corn by three genotypes of spineless cactus resistant to carmine cochineal on the balance, serum and bone levels of macrominerals, in addition to hepatic levels of microminerals in Santa Inês sheep. . Forty crossbred lambs were used, with an average initial weight of approximately 21 pounds (± 2.0 kg), distributed in a completely randomized design. Samples of food, leftovers, feces, blood, ribs and liver were collected. In the evaluation of the balance of macrominerals, the inclusion of spineless cactus, provided an increase in the concentrations of analyzed minerals, the Miúda genotype provided higher values in the absorption of Ca (807.7%) and P (311.28%), the Ipa-S genotype in Na absorption (1,20g/dia) and the O.E.M. (29,46g/dia) of K. In the study of the amount of macrominerals in the blood, the O.E.M genotype showed higher values for circulating Ca (8,59mg/dL) and Mg ((5,65mg/dL) higher than the values of the control diet. With regard to bone parameters, the IPA-S genotype had the highest rib weight, with values 5,65g. For the micromineral contents found in the liver, Iron (Fe) levels were lower in the Miúda genotype and Zinc (Zn) were lower in all spineless cactus genotypes, as for the minerals Copper (Cu) and Manganese (Mn) there were no significant differences. Therefore, the cactus pear genotypes used in the present study can replace elephant grass hay and corn in diets for growing sheep, as they cause higher circulating concentrations of macrominerals and greater bone development.

Key words: Cactaceae, apparent absorption, macrominerals, microminerals, small ruminants, semiarid.

1. INTRODUÇÃO

A palma forrageira é uma alternativa consolidada, e recurso alimentar importante, para manutenção dos índices produtivos e sanidade dos animais e na região do semiárido do Brasil, que possui cerca de 600 mil hectares cultivados com essa planta (Dubeux Junior et al., 2010).

Alguns trabalhos de pesquisa mostraram o grande potencial da palma forrageira como produtora de forragem e nutrientes em quantidade e qualidade, que permite produção de mais de 100 toneladas de matéria seca por hectare (Silva et al., 2016) e seu valor para a alimentação (Santana et al., 1972; Santos et al., 1990; Batista et al., 2003; Dubeux Junior et al., 2006; Cardoso et al., 2019; Cruz et al., 2020).

Além de ser um alimento succulento, rico em mucilagem e água, também apresenta altos teores de carboidratos não fibrosos (CNF), sendo excelente fonte de energia, a palma, apresenta outras características importantes, uma das principais é com relação aos seus teores de minerais, considerado alto, principalmente cálcio Ca- 4,16%, Mayer e Cushman (2019), potássio K- 2,78%, Silva (2018) e magnésio Mg- 1,27%, Cordova-Torres et al. (2015), e baixos teores de fósforo (P) e sódio (Na) (Santos et al., 2009).

Dessa forma sabe-se que os minerais se constituem em uma classe de nutrientes que tem grande importância e participam de várias funções orgânicas e biológicas, atuando direta e indiretamente em diversos processos estruturais, químicos e bioquímicos, e, portanto o estudo e o entendimento de como uma fonte alimentar com níveis elevados e deficitários de alguns desses minerais é importante para o entendimento de que forma o correto balanceamento mineral pode influenciar o desempenho animal.

Para conhecermos o balanço de minerais, que também é chamado de balanço eletrolítico, precisamos conhecer a diferença entre cátions e ânions fixos totais que estão presentes nas dietas (Barbosa et al., 2004; Del- Claro et al., 2006). Segundo Block (1994), os principais minerais para cálculo do balanço, devido à importância que desempenham no metabolismo ruminal, são: Na, K e Cl, pois atuam na participação indireta no balanço osmótico, balanço ácido-base, integridade e mecanismo de bomba das membranas celulares.

Apesar de representarem somente 4% do peso corporal, os elementos inorgânicos, apresentam função importante no metabolismo animal, sendo essenciais tanto na utilização de proteína e de energia como na síntese de compostos essenciais ao organismo (Signoretto et al., 1999).

Considerando que existem relações entre os minerais e que essas interações podem

levar à alterações no metabolismo e pela participação dos minerais em várias funções orgânicas e biológicas, torna-se importante compreender a composição das palmas forrageiras e suas possíveis implicações na nutrição e no desempenho animal. Diferente de outros nutrientes essenciais, existem poucos trabalhos recentes e publicados sobre o metabolismo mineral com uso de palma forrageira em dietas para ovinos, bem como, a influência do alto percentual dos minerais e de sua real interação e disponibilidade, uma vez que os minerais se interrelacionam uns com os outros de forma sinérgica ou antagônica.

Diante do exposto, levando em consideração a composição química e características nutricionais da palma forrageira, hipotetizou-se que sua utilização substituindo parte do feno de capim elefante e todo o milho melhora o metabolismo mineral de ovinos em crescimento. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a substituição parcial do feno de capim elefante e total do milho por três genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim sobre níveis séricos e ósseos de macrominerais, além dos teores hepáticos de microminerais de ovinos em crescimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo e as análises químicas foram realizados no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. O experimento teve aprovação (Licença 142/2018) do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal Rural Universidade de Pernambuco.

Foram utilizados 40 cordeiros machos, mestiços de Santa Inês, não castrados ($21,0 \pm 2,0$ kg de peso corporal), com aproximadamente 6 meses de idade, que foram confinados em baias individuais, contendo comedouro e bebedouros individuais. Foram adotados 30 dias de adaptação às dietas e ao manejo, e um período de coleta de 63 dias (totalizando 93 dias), para a coleta de dados.

Foram estabelecidos quatro tratamentos, sendo uma dieta controle e mais três dietas em que 75,0% dos 700g/kg do feno de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e 100% do milho moído foram substituídos por uma das seguintes variedades de palma forrageiras resistentes à cochonilha do carmim: Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), IPA Sertânia (*Nopalea* sp.), ou Orelha de Elefante Mexicana (O.E.M.) (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw).

As variedades de palmas forrageiras foram colhidas com cerca de dois anos de idade, colhidas a cada duas semanas e picadas diariamente em máquina de forrageira estacionária. As dietas foram fornecidas às 08:00hs (60%) e 15:00 h (40%), na forma de mistura completa, e amostras dos alimentos e sobras foram medidos diariamente para calcular a ingestão voluntária, sempre mantendo-se 15,0% de sobras em relação à quantidade fornecida.

Tabela 01-Composição bromatológica de ingredientes de dietas para ovinos (g/kg de MS)

Item	Feno de CE ^a	Palma Miúda	Palma IPA-S ^b	Palma O.E.M. ^c	FS ^f	Milho Moído	Sal Mineral	Uréia
Matéria seca	931,00	118,00	144,00	117,00	899,00	885,00	990,00	980,00
Cinzas	112,00	110,00	106,00	111,00	87,00	14,00	-	-
Proteína bruta	57,00	57,00	57,00	59,00	533,00	86,00	-	2810,00
Extrato etéreo	21,00	26,00	28,00	31,00	18,00	49,00	-	-
FDN _{cp} ^d	724,00	259,00	253,00	243,00	148,00	156,00	-	-
CNF ^e	76,00	548,00	555,00	556,00	213,00	693,00	-	-
Oxalatos totais	0,97	1,77	2,08	2,57	1,40	0,91	-	-
Cálcio	4,37	34,02	21,15	23,02	4,45	0,57	95,80	1,39
Oxalato:cálcio	0,22	0,05	0,10	0,11	0,31	1,60	-	-
Fósforo	1,84	4,77	4,61	4,89	5,1	3,45	92,87	-
Cálcio:fósforo	2,37	6,73	4,22	4,59	0,87	0,17	1,03	-
Magnésio	3,40	12,18	9,66	9,92	4,02	1,13	4,92	0,05
Oxalato:magnésio	0,28	0,14	0,21	0,26	0,35	0,80	-	-
Sódio	0,37	0,13	0,13	0,13	0,12	0,03	70,50	0,01
Potássio	17,06	18,61	10,38	22,44	27,39	3,40	2,02	0,002
Potássio:sódio	46,11	143,15	79,85	172,61	228,25	113,33	-	-
Potássio:magnésio	5,02	1,53	1,07	2,26	6,81	3,01	-	-
Ferro (mg/kg de MS)	189,95	189,14	127,99	555,89	149,87	236,44	5120,74	71,19
Cobre (mg/kg de MS)	19,53	18,19	16,46	30,98	29,60	18,77	520,10	13,56
Zinco (mg/kg de MS)	42,60	52,74	25,60	29,16	64,76	33,78	3361,43	1,70
Manganês (mg/kg de MS)	79,88	605,60	151,76	61,97	44,40	18,77	1926,55	10,17

^aCE = capim elefante; ^bIPA-S = IPA-Sertânia; ^cO.E.M. = orelha de elefante mexicana; g/kg de matéria natural; ^dFDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e compostos nitrogenados; ^eCNF = carboidratos não fibrosos; ^fFarelo de Soja.

As dietas foram compostas por feno de capim elefante, três genótipos de palma forrageira, farelo de soja, milho moído, sal mineral e ureia (Tabela 01) e formuladas para permitir um ganho médio diário de 200 g (NRC, 2007). Os ingredientes utilizados foram feno de capim elefante, três variedades de palma forrageira, farelo de soja, milho moído, sal mineral, ureia, sulfato de amônia e fosfato bicálcico (Tabela 2).

Tabela 02-Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais

Ingredientes (g/kg)	Dietas			
	Controle	Miúda	IPA-S ^a	O.E.M. ^b
Feno de capim elefante	700,00	250,00	250,00	250,00
Palma miúda	-	530,00	-	-
Palma IPA-Sertânia	-	-	530,00	-
Palma orelha de elefante mexicana	-	-	-	530,00
Farelo de soja	150,00	200,00	200,00	200,00
Milho moído	132,50	-	-	-
Ureia pecuária	6,50	4,50	6,00	-
Sulfato de amônio	0,50	0,50	0,50	1,00
Sal mineral	9,00	10,00	10,00	10,00
Fosfato bicálcico	1,50	5,00	3,50	9,00
Total	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
Composição das dietas (g/kg de MS)				
Matéria seca ^c	920,66	199,89	238,56	198,37
Cinzas	93,31	103,70	101,58	104,23
Proteína bruta	149,51	163,71	167,92	152,12
Extrato etéreo	23,89	22,63	23,69	25,28
FDNcp ^d	549,67	347,87	344,69	339,39
CNF ^e	176,97	352,04	355,75	356,28
Cálcio	5,46	22,78	15,54	18,06
Oxalato:cálcio	0,19	0,06	0,10	0,10
Fósforo	4,29	6,40	6,09	7,21
Cálcio:fósforo	1,27	3,56	2,55	2,51
Magnésio	3,19	8,19	6,84	7,01
Sódio	0,92	0,90	0,90	0,90
Potássio	16,52	19,63	15,27	21,67
Potássio:sódio	18,00	21,87	17,05	23,97
Potássio:magnésio	5,19	2,40	2,23	3,09
Ferro (mg/kg de MS)	244,31	265,81	222,54	489,13
Cobre (mg/kg de MS)	25,40	25,79	24,87	32,57
Zinco (mg/kg de MS)	74,37	85,48	71,01	73,23
Manganês (mg/kg de MS)	82,91	370,57	129,62	83,56

^aIPA-S = IPA-Sertânia; ^bO.E.M. = orelha de elefante mexicana; ^cg/kg de matéria natural; ^dcp = corrigido para cinzas e proteína, ^eCNF = carboidratos não fibrosos.

Durante o período experimental foram coletadas diariamente amostras dos alimentos e sobras e foi realizada coleta total de fezes durante 72 horas. Os animais foram abatidos por atordoamento, seguido de sangria por quatro minutos, com corte da carótida e jugular.

Todas as amostras foram secas em estufas de ventilação forçadas a 55°C por 72h. Em seguida, essas amostras foram processadas em moinho com peneiras de 1mm e colocadas em recipientes hermeticamente fechados e identificados. As amostras foram analisadas para matéria seca (método 934.01), matéria mineral (método 942.05) e proteína bruta (CP, Kjeldahl N x 6,25; método 981.10), e extrato etéreo (EE, método 920.39) conforme descrito por AOAC (1990).

As amostras coletadas neste período foram utilizadas para determinação da concentração de Na, K, P, Cl, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn. Amostras de alimentos e sobras foram coletadas semanalmente e colocados em potes plásticos e congeladas a -20°C.

As análises de fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas de acordo com as recomendações de Van Soest et al. (1991) adaptado por Detmann et al. (2012). Os níveis de FDN foram corrigidos para cinzas e residuais (método INCT-CA M-002/1) de acordo com Detmann et al. (2012) e para compostos nitrogenados segundo Licitra et al. (1996). Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados segundo Detmann e Valadares Filho (2010).

$$\text{CNF} = 100 - [\text{MM} + \text{EE} + \text{FDN}_{\text{cp}} + (\text{PB} - \text{PBu} + \text{U})]$$

em que: CNF= teor de carboidratos não fibrosos; MM= teor de matéria mineral; PB= teor de proteína bruta; EE= teor de extrato etéreo; FDN_{cp}= teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PBu = proteína bruta oriunda da uréia; e U = teor de uréia. Todos os termos são expressos como % da MS. Para estimativa do NDT, foi utilizada equação proposta por Weiss (1999).

A ingestão do elemento mineral foi calculada pela diferença entre a quantidade do mineral consumido via alimento e via água ingerida menos a quantidade do mineral nas sobras. A absorção foi determinada pela quantidade ingerida do mineral menos o mineral que foi excretado nas fezes. Para calcular a absorção aparente do mineral, expressa em porcentagem, foi utilizada a diferença entre o mineral ingerido e o mineral excretado nas fezes.

As amostras de sangue foram coletadas quatro horas após a alimentação, por punção na veia jugular externa, por intermédio de tubos “vacutainer” (Vacuette®, Greiner BioOne

Brasil—Americana, Brasil) sem anticoagulante, para determinação de Na, K, P, Cl, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn. O sangue foi centrifugado a 3.500 rpm durante 15 min (centrífuga SP labor© FS-3500 - Presidente Prudente, Brasil), acondicionado em. Microtubos de polietileno de 2 mL previamente identificados e congelados a -20°C para realização de análise de Fe, Zn, Cu e Mn. Foi feita a esfola e evisceração, foram retiradas a cabeça e as patas, e retirada uma amostra das costelas.

Para quantificação de microminerais na água, alimentos, soro e fígado, as amostras (exceto água) foram digeridas com HNO₃ (65% p/p) em micro-ondas (modelo Mars® Xpress: Mesa Technology Inside, CEM Corporation, Charlotte, NC). O programa de aquecimento utilizado para as amostras de fígado foi relatado por Pereira et al. (2020): potência de 1300, 1600 e 1600 W em 1^a, 2^a e 3^a etapas, respectivamente. Dez, 15 e 35 minutos em 1^a, 2^a e 3^a etapas, respectivamente. A temperatura foi de 120, 160 e 160 °C na 1^a, 2^a e 3^a etapas, para a digestão completa do material. As amostras de alimentos e soro foram digeridas usando o seguinte programa de aquecimento: potência de 400 e 800 W no 1^o e 2^o estágios, respectivamente. Vinte e 10 min na 1^a e 2^a etapas, respectivamente. A temperatura foi de 180 °C na 1^a e 2^a etapas, para a digestão completa do material. Após este processo, esta mistura foi diluída (10x) usando Água Mili-Q. Os níveis de Fe, Zn, Cu e Mn foram determinados usando um espectrômetro de emissão óptica de plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), modelo Optima 7000 DV (Perkin Elmer, EUA). A curva analítica multielementar foi preparada a partir de soluções monoelementares dos analitos Fe, Cu, Zn e Mn (Specsol, Brasil).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições. Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste (Tukey) a 5% de probabilidade, para melhor compreensão dos efeitos biológicos das variáveis estudadas (SAS, 2009).

3. RESULTADOS

Para os parâmetros do balanço de minerais em dietas para ovinos todos os tratamentos que utilizaram a palma forrageira provocaram níveis de absorção e circulação superiores aos da dieta controle. Com relação ao balanço de Cálcio (Ca), as dietas com o genótipo Miúda causaram maior absorção (g/dia) e absorvido (%), ao da dieta controle em 807,7% e 105,33% (P>0.05), respectivamente. O mesmo genótipo proporcionou ainda maior absorção (g/dia) e absorvido (%) de Fósforo (P), absorção (g/dia) Magnésio (Mg) e absorvido (%) de sódio (Na)

de 8,00g/dia, 11,60g/dia, 95,10% e 98,97% (P>0.05), quando comparados aos níveis desses minerais da dieta controle. Já o tratamento com o genótipo IPA-S ocasionou maior absorção (g/dia) de Na (1,20g/dia) (P>0.05) e as dietas com o genótipo O.E.M. maior absorção (g/dia) de potássio (K) de 29,46g/dia (P>0.05) (Tabela 03).

Tabela 03 – Balanço de minerais em dietas para ovinos alimentados com diferentes genótipos de palma forrageira

Parâmetro	Tratamentos				CV%	EPM
	Controle	Miúda	IPA-S ^a	O.E.M. ^b		
Cálcio (Ca)						
Ingestão água (g/dia)	0,0177a	0,0062b	0,094b	0,0066b	51,35	0,001
Ingestão dieta (g/dia)	4,23c	32,77a	22,86b	23,92b	15,76	0,001
Ingestão total (g/dia)	4,20c	32,78a	22,87b	23,93b	15,75	0,001
Fezes (g/dia)	0,35b	1,27a	1,37a	1,34a	21,72	0,001
Absorção (g/dia)	3,90c	31,50a	21,50b	22,59b	16,71	0,001
Absorvido (%)	91,20b	96,07a	93,81ab	94,36ab	3,65	0,001
Magnésio (Mg)						
Ingestão água (g/dia)	0,0080a	0,0028b	0,0042b	0,0030b	51,40	0,001
Ingestão dieta (g/dia)	2,76c	12,19a	10,62ab	10,09b	15,79	0,001
Ingestão total (g/dia)	2,77c	12,19a	10,62ab	10,09b	15,76	0,001
Fezes (g/dia)	0,16c	0,59a	0,39c	0,43b	16,54	0,001
Absorção (g/dia)	2,61c	11,60a	10,23ab	9,66b	16,50	0,001
Absorvido (%)	94,09	95,10	96,24	95,65	2,06	0,130
Sódio (Na)						
Ingestão água (g/dia)	0,031a	0,0109b	0,0165b	0,0115b	51,28	0,001
Ingestão dieta (g/dia)	0,76b	1,18a	1,20a	0,99a	14,90	0,001
Ingestão total (g/dia)	0,79b	1,19a	1,21a	1,00a	14,36	0,001
Fezes (g/dia)	0,04a	0,02b	0,01b	0,01b	78,96	0,001
Absorção (g/dia)	0,75c	1,18ab	1,20a	0,99b	14,18	0,001
Absorvido (%)	94,79b	98,97a	98,79a	98,20a	1,96	0,001
Potássio (K)						
Ingestão água (g/dia)	0,0239a	0,0084b	0,0127b	0,0089b	51,17	0,001
Ingestão dieta (g/dia)	14,34c	26,68a	22,64b	29,54a	14,36	0,001
Ingestão total (g/dia)	14,36c	28,69a	22,65b	29,55a	14,34	0,001
Fezes (g/dia)	0,06	0,08	0,08	0,09	40,02	0,210
Absorção (g/dia)	14,31c	28,60a	22,57b	29,46a	14,36	0,001
Absorvido (%)	99,58	99,70	99,63	99,71	0,21	0,620

	Fósforo (P)					
Ingestão água (g/dia)	0,0285a	0,1000b	0,0152b	0,0106b	51,23	0,001
Ingestão dieta (g/dia)	3,03b	8,39a	8,17a	8,52a	15,30	0,001
Ingestão total (g/dia)	3,05b	8,40a	8,18a	8,53a	15,21	0,001
Fezes (g/dia)	0,49	0,40	0,40	0,59	38,58	0,140
Absorção (g/dia)	2,57b	8,00a	7,79a	7,93a	15,53	0,001
Absorvido (%)	83,90b	95,31a	95,06a	93,13a	4,17	0,001

^aIPA-S = IPA-Sertânia; ^bOEM = orelha de elefante mexicana; ^cEPM = erro padrão da média. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação aos macrominerais no soro sanguíneo dos animais estudados (Tabela 04), todos os tratamentos contendo um dos genótipos de palma forrageira apresentaram aumento na quantidade de Ca em até 122,2%, com destaque para a variedade O.E.M.; e para o magnésio (Mg), o genótipo Miúda apresentou valores de 4,25mg/dL, superiores à dieta controle, mas semelhante à dieta com palma OEM, no entanto, esta foi superior à dieta controle. Para os outros minerais (P, Na, K e relação Ca:P) não houve diferenças entre os tratamentos.

Tabela 04 - Macrominerais no sangue de ovinos alimentados com diferentes genótipos de palma forrageira

Parâmetro	Tratamentos					Valor de P
	Controle	Miúda	IPA-S ^a	O.E.M. ^b	EPM ^c	
Cálcio (mg/dL)	7,03b	8,18a	8,55a	8,59a	0,16	0,000
Fósforo (mg/dL)	8,40	8,96	9,15	8,75	0,31	0,350
Ca:P	0,84	0,91	0,93	0,98	0,04	0,119
Magnésio (mg/dL)	2,26c	4,25a	4,09a	3,60b	0,12	0,000
Sódio (mEq/L)	157,76	159,25	162,38	159,79	2,13	0,456
Potássio (mEq/L)	5,78	5,90	5,70	6,04	0,18	0,576

^aIPA-S = IPA-Sertânia; ^bOEM = orelha de elefante mexicana; ^cEPM = erro padrão da média. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos parâmetros ósseos (Tabela 05), o peso das costelas, em todos os tratamentos com os genótipos de palma forrageira, apresentaram valores superiores aos da dieta controle, com destaque para a variedade IPA-Sertânia, que foi 146,75% mais pesado. Para os minerais encontrados na costela, o magnésio teve as maiores quantidades depositados nesse osso para a dieta contendo Palma Miúda. Os demais tratamentos foram semelhantes à

dieta controle e àquela contendo Palma Miúda. Em relação aos demais minerais (Ca, P, Na e K) não houve diferenças significativas de deposição óssea entre os tratamentos.

Tabela 05 - Parâmetros ósseos de ovinos alimentados com diferentes genótipos de palma forrageira.

Parâmetro	Tratamentos					Valor de P
	Controle	Miúda	IPA-S ^a	O.E.M. ^b	EPM ^c	
	<i>Costela</i>					
Peso (g)	3,85b	5,18a	5,65a	5,44a	0,29	0,000
Peso (%PC ^d)	0,016	0,015	0,017	0,017	0,000	0,375
Peso (%PC ^{0,75e})	0,044	0,044	0,046	0,046	0,001	0,629
Matéria seca (g/kg de MN ^f)	628,09	631,71	631,80	647,49	12,35	0,739
Cinzas (g/kg de MS) <i>g/kg de cinzas</i>	514,83	512,38	499,13	511,84	9,89	0,661
Cálcio	105,77	104,39	98,95	107,68	6,73	0,851
Fósforo	20,53	22,30	21,83	22,04	2,24	0,936
Ca:P	5,31	4,74	5,01	4,96	0,43	0,801
Magnésio	2,22b	3,15a	2,98ab	2,85ab	0,20	0,009
Sódio	3,30	3,07	3,06	3,19	0,14	0,573
Potássio	0,95	1,03	0,93	1,02	0,11	0,891

^aIPA-S = IPA-Sertânia; ^bOEM = orelha de elefante mexicana; ^cEPM = erro padrão da média; ^d%PC = percentual de peso corporal; ^e%PC^{0,75} = percentual de peso corporal metabólico; ^fMN = matéria natural. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para os microminerais encontrados no fígado (Tabela 06), os teores de Ferro (Fe) e Zinco (Zn) foram menores nos tratamentos com a utilização de um genótipo de palma forrageira, já para os minerais Cobre (Cu) e Manganês (Mn) não houve diferenças entre os tratamentos.

Tabela 06 - Teores hepáticos de matéria seca e microminerais de ovinos alimentados com diferentes genótipos de palma forrageira

Parâmetro	Tratamentos					Valor de P
	Controle	Miúda	IPA-S ^a	O.E.M. ^b	EPM ^c	
MS (g/kg de MN ^d)	281,62	276,67	273,39	254,30	12,53	0,487
<i>mg/kg de MS</i>						
Ferro	304,18a	273,58ab	208,66b	442,96a	44,65	0,009
Cobre	111,98	73,75	155,91	121,72	30,10	0,294
Zinco	2559,60a	559,87b	482,92b	361,59b	344,61	0,000
Manganês	57,48	65,88	60,81	72,03	10,70	0,796

^aIPA-S = IPA-Sertânia; ^bOEM = orelha de elefante mexicana; ^cEPM = erro padrão da média. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4. DISCUSSÃO

Para o balanço de cálcio, ficou evidenciado que as dietas contendo palma forrageira do genótipo Miúda proporcionaram valores de absorção de 31,50 g/dia e absorvido de 96,07% (P<0,05), bem superiores ao da dieta controle, mas para os demais genótipos de palma forrageira a absorção também foi maior do que o tratamento controle, resultado explicado pela maior quantidade de cálcio nas dietas contendo os genótipos de palma forrageira (Santos et al., 2010). Essas absorções altas relacionadas à oferta e são garantidas pelos hormônios que regulam a absorção de Ca (Schneider et al., 1985;. Bronner, 1987) até aos limites estabelecidos pela dieta e pelo movimento líquido de cálcio para dentro ou para fora do esqueleto.

Na maioria das espécies, o nível plasmático normal de Ca varia de 8,5 a 11,5 mg/dL (Reece, 2004; Pereira & Berchielle, 2006), em todos os tratamentos avaliados nesse estudo esses níveis foram observados, resultados semelhantes encontrados por Santos et al. (2009). Além disso, a relação Ca:P das dietas com a inclusão de um genótipo de palma forrageira, manteve valores menores do que 7:1, seguindo a recomendação para evitarmos o surgimento de problemas de desempenho e a possibilidade de acometimento de cálculos renais.

Apesar dos altos níveis de Ca nas dietas com um dos genótipos de palma, para Santos et al. (2009) a ausência de intoxicação desse mineral é devido à presença do oxalato, que, ao se ligar ao cálcio, torna-o indisponível ao animal, ou segundo Silva et al. (2023) pode ter ocorrido maior excreção de Ca nas fezes, com perdas muito baixas de urina devido ao

processo de reabsorção nos rins em que o paratormônio aumenta os mecanismos de reabsorção renal desse mineral, diminuindo sua perda urinária (Goff, 2018). Segundo o NRC (2007) o consumo ideal de Ca é de 2,2g/dia e todos os tratamentos o consumo de Ca ficou acima das exigências mínimas, variando de 4,20 a 32,78g/d.

As dietas com o genótipo de palma Miúda também apresentaram valores maiores de absorção de Fósforo (P) 8,0g/dia e de Magnésio (Mg) 11,60g/dia, assim como o percentual de absorvido de P em 95,31% ($P < 0,05$). Valores inferiores foram encontrados por Santos et al. (2010) que encontraram 0,71g/dia de absorção de fósforo, valores semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2010) 9,08g/dia. No presente trabalho os níveis elevados de Ca e da relação Ca:P da dieta não afetaram o balanço de P.

Para os teores de Sódio (Na) as dietas que utilizaram o genótipo Ipa-Sertânia foi a que propiciou maiores valores ($P < 0,05$) de absorção de 1,20 g /dia e absorvido de 98,97%. Santos et al. (2010) também encontraram valores superiores de Na com a utilização de palma forrageira de 12,56g/dia. A quantidade de Na encontrado no plasma foi semelhante aos valores obtidos por Soares et al. (2020) e dentro dos valores limites (Kaneko et al., 2008).

Com relação ao Potássio (K), as dietas com o genótipo Orelha de Elefante Mexicana (O.E.M.) foi a que ocasionou maiores quantidades de absorção 29,46g/dia ($P < 0,05$), quando comparados a dieta controle. Santos et al. (2010) encontraram valores inferiores de K com a utilização de palma forrageira de 11,55 g/dia. A quantidade de K encontrado no plasma foi semelhante aos valores obtidos por Soares et al. (2020).

Os resultados da ingestão de macrominerais do presente estudo corroboram os trabalhos de Araújo et al. (2020) e complementam ao de Silva et al. (2023) avaliando o consumo, digestibilidade e digesta ruminal de ovinos que estudaram o balanço de macrominerais, função renal e metabólitos sanguíneos em ovinos. Onde o aumento foi uma resposta ao aumento da ingestão de MS das dietas estudadas e ocorridas possivelmente, devido alta aceitabilidade e degradabilidade ruminal, que favoreceu o aumento da taxa de ingestão pelos animais (Costa et al., 2016; Cardoso et al., 2019). Além disso aos altos teores de cinzas e oxalatos presentes na palma.

Para os macrominerais no sangue, as dietas que utilizaram os genótipos de palma forrageira proporcionaram valores maiores para a quantidade de cálcio e magnésio, resultante das maiores ingestões e absorções desses elementos, influenciando as maiores concentrações circulantes na corrente sanguínea, aspecto importante, posto que esse fluxo desempenha papel

importante na regulação das concentrações circulantes desses e outros minerais no esqueleto, assim estimulando aumento de peso corporal.

Esses resultados são observados nos parâmetros ósseos, onde todas as dietas que utilizaram um dos genótipos de palma forrageira, apresentaram peso das costelas maiores, 5,65g (Ipa-Sertânia) quando comparados aos da dieta controle 3,85g ($P < 0,05$). A maturidade fisiológica de cada tecido tem desenvolvimentos em diferentes fases da vida do animal (Hammond, 1965), e o tecido ósseo apresenta crescimento mais precoce, o seguido pelo muscular de forma intermediária e o adiposo mais tardio. Portanto quando a dieta propicia um maior crescimento ósseo, possibilita além de precocidade aos animais, uma maior tendência de animais maiores e carcaças mais pesadas, aumentando a rentabilidade dos produtos.

Quando há desequilíbrio dos minerais no perfil metabólico, os animais podem apresentar diversos problemas, o fígado é o órgão responsável pelo armazenamento de alguns dos microminerais importantes que atuam e são essenciais para diferentes reações químicas no corpo, como produção de energia e manutenção das funções celulares, síntese de proteínas, sistema imunológico, defesa contra radicais livres e ainda para a formação das proteínas no fígado.

No presente estudo foi observado que as dietas que utilizaram o genótipo Orelha de Elefante Mexicana propiciou níveis superiores de Ferro (Fe) no fígado 442,96 mg/Kg/MS e a dieta controle foi a que apresentou níveis maiores para Zinco (Zn) 2.559,60 mg/Kg/MS. Segundo González et al. 2000, deficiências de zinco (Zn), selênio/vitamina E, fósforo (P), sódio (Na) e iodo (I) podem causar mortalidade pós-natal, diminuição das respostas imunológicas e maior incidência de infecções.

Os níveis séricos e hepáticos dos microminerais registrados em todos os animais e nos tratamentos estão acima dos valores considerados normais para ovinos (tabelas 02 e 06) o que demonstra que houve um excesso desses microminerais nas dietas fornecidas. Considerando ainda o nível de ingestão de MS os níveis desses minerais nas dietas foram superiores aos níveis máximos recomendados para pequenos ruminantes em crescimento (NRC 2007), resultados semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2022).

5. CONCLUSÃO

A substituição parcial do feno e total do milho por genótipos de palma forrageira pode contribuir para o aporte de macrominerais e seu balanço no corpo de ovinos em crescimento não ocasionando impacto deletério das dietas contendo palma forrageira sobre o ganho de peso dos animais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, C. M. et al. Inclusion of *Opuntia stricta* (Haw.) in sheep diets affects nutrition and the physicochemical characteristics of the rumen content. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V.49, p.1-12, 2020.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington, USA, 1990.1298p. [Links].

BARBOSA, O. R. et al. Efeito do balanço cátion-aniônico da dieta no equilíbrio ácido-básico e metabolismo de minerais em vacas lactantes da raça Holandesa em ambiente quente. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 26, n°. 1, p. 103-107, 2004

BATISTA, A. M.; MUSTAFA, A. F.; MCALLISTER, T., WANG, Y.; SOITA, H. and MCKINNON, J. J. 2003. Effects of variety on chemical composition, *in situ* nutrient disappearance and *in vitro* gas production of spineless cacti. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 83:440-445.

BLOCK, E.; Manipulation of dietary cation-anion difference of nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. **Journal Dairy Science**, *Savoy*, v. 77, n°. 5, p. 1437-1450, 1994.

BRONNER, F. Intestinal calcium absorption: mechanisms and applications. **Journal of Nutrition**, v.117, p.1347-1352,1987.

CARDOSO, D. B.; CARVALHO, F. F. R.; MEDEIROS, G. R.; GUIM, A.; CABRAL, A. M. D.; VERÁS, R. M. L.; SANTOS, K. C.; DANTAS, L. C. N. and NASCIMENTO, A. G. O. 2019. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) on the diet of lambs. **Animal Feed Science and Technology** 27:23-31.

CORDOVA-TORRES, A. V.; et al. Nutritional composition, *in vitro* degradability and gas production of *Opuntia ficus indica* and four other wild cacti species. **Life Science Journal**, v. 12, n. 2S, p. 42-54, 2015.

COSTA, C.T.F. et al. Intake, total and partial digestibility of nutrients, and ruminal kinetics in crossbreed steers fed with multiple supplements containing spineless cactus enriched with urea. **Livest. Sci.**, v.188, p.55-60, 2016.

CRUZ, A. A. C.; VÉRAS, A.S. C.; OLIVEIRA, J. C. V.; SANTOS, D. C.; CHAGAS, J. C. C.; NEVES, M. L. M. W.; MONTEIRO, C. C.F. and FERREIRA, M. A. 2020. Sugarcane and cactus cladodes plus urea: a new option for Girolando dairy heifers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 49:e20200016.

DEL CLARO, G. R. et al. Balanço cátion-aniônico da dieta no metabolismo de cálcio em ovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n°1 p. 222-228, jan-fev, 2006.

DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos-INCT-Ciência Animal Suprema**. Visconde do Rio Branco, 2012.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. **On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.62, p. 980-984, 2010.

DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. et al. Productivity of *Opuntia ficus indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.67, p.357-372, 2006.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.

GOFF, J.P., Ruiz, R., Horst, R.L., 2004. Relative acidifying activity of anionic salts commonly used to prevent milk fever. *J. Dairy Sci.* 87, 1245–1255.

GONZÁLEZ, F. H. D. et al. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. UFRGS. p. 31-51, 2000.

HAMMOND, J. Farm animals: their breeding, growth, and inheritance. 3rd ed. London: E. Arnold, 1965. 322p.

KANECO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6.ed. San Diego: Academic Press, 2008. p.916.

MAYER, J. A.; CUSHMAN, J. C. Nutritional and mineral content of prickly pear cactus: A highly water-use efficient forage, fodder and food species. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 00, p. 1-10, 2019.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients Requeriments of Small Ruminants**. National Research Council, Washington, DC., 2007.

PEREIRA, M.S.; BERCHIELLI, T.T. Minerais. In. BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funesp, 2006. p.333-354.

REECE, W.O. **Dukes physioplogy of domestic animals**. 12.ed. Ithaca: Cornell University Press, 2004. 999p.

SANTANA, O. P.; VIANA, S. P.; ESTIMA, A. L. et al. I. Palma *versus* silagem na alimentação de vacas leiteiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.1, n.1, p.31-40, 1972. Disponível em <http://sbz.org.br/new/assets/museu/revistavolume1rbz.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2023.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; FARIAS, I.; BURITY, H. A.; NASCIMENTO, M. M. and TAVARES FILHO, J. J. 1990. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus-indica* Mill.) e miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia** 19:504-511.

SILVA, R. C.; et al. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. **South African Journal of Animal Science**, v. 48, n. 3, p. 516-525, 2018.

SILVA, J.A.; DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SOUZA, E.S.; PADILHA JÚNIOR, M.C.; SILVA Júnior, A.A. Yield and vegetative growth of cactus pear at different spacings and under chemical fertilizations. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.20, p.564-569, 2016.

SILVA, M. P. Nutritional and mineral composition of *Opuntia stricta* Haw: Balance of macrominerals, renal function and blood metabolites in shee. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.75, n.2, p.333-346, 2023.

SILVA, et al. Diets containing cactus cladodes on serum and liver levels of microminerals in sheep and goats. **Tropical Animal Health and Production** (2022) 54: 234, 2022.

SANTOS, et al. Balanço de macrominerais em caprinos alimentados com palma forrageira e casca de soja . **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.10, n.3, p 546-559 jul/set, 2009.

SANTOS A. O., et al. Effects of Bermudagrass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets. **Trop Anim Health Prod.** 2010 Mar;42(3):487-94. doi: 10.1007/s11250-009-9448-y. Epub 2009 Sep 3. PMID: 19731062.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.1. Cary, USA, 2009.
SCHNEIDER, K.M.et al. A short-term study of calcium and phosphorus absorption in sheep fed on diets high and low in calcium and phosphorus. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.36, p.91–105, 1985.

SOARES, P. C. et al. Metabolic dynamics of native lambs fed with Tifton 85 hay or Maniçoba hay associated with the spineless cactus. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.72, n.1, p.215-223, 2020.

WEISS, W. P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. Proceedings. Anais.1999.

CAPÍTULO 2

Características da carcaça, componentes não carcaça e qualidade da carne de ovinos alimentados com diferentes genótipos de palma forrageira

Características da carcaça, componentes não carcaça e qualidade da carne de ovinos alimentados com diferentes genótipos de palma forrageira

RESUMO

Objetivou-se verificar o efeito da substituição parcial do feno de capim elefante e total do milho por três genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim sobre o rendimento e características da carcaça, dos componentes não carcaça e qualidade da carne de ovinos Santa Inês. Foram utilizados 40 cordeiros mestiços, com peso inicial médio de 21kg ($\pm 2,0$), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Foram adotados 30 dias de adaptação às dietas e manejo, e um período de coleta de 63 dias. Após 93 dias de confinamento foi realizado o abate. Na avaliação dos parâmetros de desempenho e características da carcaça, a inclusão dos genótipos de palma, propiciaram aumento para todas as variáveis analisadas, com destaque para a cobertura de gordura com o uso do genótipo de palma Miúda, onde houve incremento de 86,8%. Resultados semelhantes foram obtidos no estudo da morfometria da carcaça, nos cortes comerciais e dos componentes não carcaça, onde foram observados valores superiores para todas as variáveis com destaque para conformação (275,23%) e acabamento da carcaça (272,00%) do genótipo Miúda, lombo (1,35kg, IPA-Sertânia) e pernil (2,69kg, IPA-Sertânia), e fígado (600,0g%, Miúda). Com relação a composição química da carne, parâmetros de qualidade e análise sensorial, destacou-se o genótipo Orelha de Elefante Mexicana (O.E.M.) onde foram observados valores de extrato etéreo 52,1% superiores, e na análise sensorial melhor aceitação por parte dos provadores. Os genótipos de palma forrageira utilizados no presente estudo, podem substituir o feno de capim elefante e milho em dietas para ovinos em crescimento, pois melhoram os parâmetros produtivos, e fornece carcaça e carne de melhor qualidade.

Palavras Chave: Cactáceas, composição da carne, preferência do consumidor, pequenos ruminantes, semiárido.

Carcass traits, non-carcass components and meat quality of sheep fed different spineless cactus genotypes

ABSTRACT

The objective was to verify the effect of partial replacement of elephant grass hay and total maize by three genotypes of spineless cactus resistant to carmine cochineal on yield and carcass characteristics, non-carcass components and meat quality of Santa Inês sheep. Forty crossbred lambs were used, with an average initial weight of 21kg (+2.0), distributed in a completely randomized design. 30 days of adaptation to diets and management were adopted, and a collection period of 63 days. After 93 days of confinement, slaughter was carried out. In the evaluation of performance parameters and carcass characteristics, the inclusion of spineless cactus genotypes provided an increase for all analyzed variables, with emphasis on fat coverage with the use of spineless cactus genotype, where there was an increase of 86.8% . Similar results were obtained in the study of carcass morphometry, commercial cuts and non-carcass components, where higher values were observed for all variables, with emphasis on conformation (275.23%) and carcass finish (272.00%) of the genotype Miúda, loin (1,35kg, IPA-Sertânia) and leg (2,69kg, IPA-Sertânia), and liver (600,0g, Miúda). Regarding the chemical composition of the meat, quality parameters and sensory analysis, the Orelha de Elefante Mexicana (O.E.M.) genotype stood out, where values of ether extract 52.1% higher were observed, and in the sensory analysis better acceptance by the tasters . The spineless cactus genotypes used in the present study can replace elephant grass hay and corn in diets for growing sheep, as they improve production parameters and provide better quality carcass and meat.

Key words: Cactaceae, meat composition, consumer preference, small ruminants, semiarid. spineless cactus

1. INTRODUÇÃO

As regiões semiáridas do mundo apresentam limitações de oferta de forragem e de produção de grãos, o que dificulta o desenvolvimento de sistemas de produção de ovinos e outros ruminantes. No Brasil, 69,9% da população de ovinos do Brasil encontra-se no Nordeste (IBGE, 2021), mas com a imensa maioria na região semiárida brasileira, onde o clima é seco e com considerável período de escassez de chuvas, o que provoca a ocorrência de baixa qualidade e escassez de forragens na maior parte do ano. Nessa zona geográfica, a maior parte do rebanho é criada em sistema extensivo ou semi-extensivo, com utilização de suplementação alimentar na tentativa de complementação nutricional da dieta.

Uma alternativa de fonte de energia para dieta de ovinos no nordeste brasileiro é a palma forrageira, que já está consolidada como recurso alimentar de extrema importância. Diversas espécies e genótipos de palma forrageira têm sido utilizadas como ingrediente dietético nas várias regiões áridas e semiáridas do mundo. Existe variação do valor nutricional dessa planta forrageira, que oscila em função de fatores adaptativos ao ambiente, dentre os quais destacam-se: diferenças fenotípicas entre as espécies, genótipos ou clones da planta, tratamentos culturais, adubação, idade, ordem dos cladódios e armazenamento após o corte. Esses aspectos juntos possibilitarão diferentes resultados na nutrição animal, mas independente da diversidade genética, a palma forrageira apresenta elevada aceitabilidade por ruminantes e é consumida em grande quantidade, além de apresentarem alta digestibilidade da matéria seca.

Mora-Luna (2022) avaliando consumo e digestibilidade de matéria seca de ovinos alimentados com palma miúda e ureia em substituição ao feno de tifton, encontraram valores de 1.235g/dia de consumo de matéria seca (CMS) e a digestibilidade da matéria seca (DMS) e matéria orgânica (DMO) aumentaram linearmente com a inclusão de palma + ureia. Resultados semelhantes aos de Cardoso et al. (2019), que avaliaram a substituição de feno de tifton por palma miúda em dietas para ovinos e encontraram valores de 75,5% de DMS.

Além da carcaça, é interessante avaliar os componentes não constituintes da carcaça, pois apresentam demanda e, também, influenciam diretamente no ganho de peso e no rendimento de carcaça, já que grande parte está relacionada com a dieta que o animal será destinado a receber.

Diante do exposto, levando em consideração a composição química e características nutricionais da palma forrageira, hipotetizou-se que sua utilização substituindo parte do feno de capim elefante e todo o milho melhora as características da carcaça e dos componentes não

constituintes da carcaça, além da qualidade da carne de ovinos em crescimento.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a substituição parcial do feno de capim elefante e total do milho por três genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim sobre as características da carcaça, cortes comerciais, peso dos componentes não carcaça, parâmetros físico-químicos e sensoriais da carne de ovinos em crescimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Brasil. Todos os procedimentos adotados foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRPE, sob número de licença 142/2018.

Quarenta cordeiros machos, mestiços de Santa Inês, não castrados ($21,0 \pm 2,0$ kg de peso corporal) e com aproximadamente 6 meses de idade foram utilizados. Os animais foram confinados em baias individuais, contendo comedouro e bebedouro, sendo identificados, vacinados contra clostridioses e tratados contra endoparasitas e ectoparasitas. Foram adotados 30 dias de adaptação às dietas e ao manejo, com 63 dias para a coleta de dados, totalizando 93 dias de período experimental.

Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições. Os tratamentos experimentais consistiram de uma dieta controle e mais três dietas em que parte do feno de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e todo o milho foram substituídos por uma dos seguintes genótipos de palma forrageiras resistentes à cochonilha do carmim: Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), IPA Sertânia (*Nopalea* sp.) ou Orelha de Elefante Mexicana (O.E.M.) (*Opuntia stricta* Haw). As palmas forrageiras foram colhidas com cerca de dois anos de idade e picadas diariamente em máquina de forrageira estacionária. As dietas foram fornecidas às 08:00 h e 15:00 h, na forma de mistura completa. Amostras dos alimentos e sobras foram pesadas diariamente para obtenção do consumo voluntário, mantendo-se um nível de 15% de sobras. Na tabela 01 é apresentada a composição bromatológica de ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Tabela 01- Composição bromatológica dos ingredientes dietéticos (g/kg de MS)

Item	Feno de CE ^a	Palma Miúda	Palma IPA-S ^b	Palma O.E.M. ^c	Farelo de Soja	Milho Moído	Sal Mineral	Ureia
Matéria seca ^d	931,00	118,00	144,00	117,00	899,00	885,00	990,00	980,00
Cinzas	112,00	110,00	106,00	111,00	87,00	14,00	-	-
Proteína bruta	57,00	57,00	57,00	59,00	533,00	86,00	-	2810,00
Extrato etéreo	21,00	26,00	28,00	31,00	18,00	49,00	-	-
FDNcp ^e	724,00	259,00	253,00	243,00	148,00	156,00	-	-
CNF ^f	76,00	548,00	555,00	556,00	213,00	693,00	-	-
Oxalatos totais	0,97	1,77	2,08	2,57	1,40	0,91	-	-

^aCE = capim elefante; ^bIPA-S = IPA-Sertânia; ^cO.E.M. = orelha de elefante mexicana; g/kg de matéria natural; ^eFDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e compostos nitrogenados; ^fCNF = carboidratos não fibrosos.

As dietas foram formuladas para permitir um ganho médio diário de 200 g, com base no NRC (2007), os ingredientes utilizados foram feno de capim elefante, três genótipos de palma forrageira, farelo de soja, milho moído, sal mineral, ureia, sulfato de amônia e fosfato bicálcico (Tabela 01 e 02).

Tabela 02- Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais

Ingredientes (g/kg)	Dietas			
	Controle	Miúda	IPA-S ^a	O.E.M. ^b
Feno de capim elefante	700,00	250,00	250,00	250,00
Palma miúda	-	530,00	-	-
Palma IPA-Sertânia	-	-	530,00	-
Palma orelha de elefante mexicana	-	-	-	530,00
Farelo de soja	150,00	200,00	200,00	200,00
Milho moído	132,50	-	-	-
Ureia pecuária	6,50	4,50	6,00	-
Sulfato de amônio	0,50	0,50	0,50	1,00
Sal mineral*	9,00	10,00	10,00	10,00
Fosfato bicálcico	1,50	5,00	3,50	9,00
Total	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

^aIPA-S = IPA-Sertânia; ^bO.E.M. = orelha de elefante mexicana; ^cg/kg de matéria natural;

*Nutrientes por kg: Ca (120 g), P (87 g), Na (147 g), Mg (1300 mg), S (18 g), Cu (590 mg), Co (40 mg), Cr (20 mg), Fe (1800 mg), I (80 mg), Mo (300 mg), Se (15 mg), Zn (3800 mg), e F (max. 870 mg)

Tabela 03- Composição bromatológica das dietas experimentais

Ingredientes (g/kg)	Dietas			
	Controle	Miúda	IPA-S ^a	O.E.M. ^b
Composição das dietas (g/kg de MS)				
Matéria seca ^{c,*}	920,66	199,89	238,56	198,37
Cinzas*	93,31	103,70	101,58	104,23
Proteína bruta*	149,51	163,71	167,92	152,12
Extrato etéreo*	23,89	22,63	23,69	25,28
FDNcp ^{d,*}	549,67	347,87	344,69	339,39
CNF ^{e,*}	176,97	352,04	355,75	356,28
Energia Metabolizável (cal/kg)** (EM)	1.478,00	2.142,00	2.178,00	1.971,00

^aIPA-S = IPA-Sertânia; ^bO.E.M. = orelha de elefante mexicana; ^cg/kg de matéria natural; ^dcp = corrigido para cinzas e proteína, ^eCNF = carboidratos não fibrosos.

*SILVA et al. (2021)

**Estimado a partir de Valadares Filho, Rocha Júnior e Capelle (2002): 1 Kg de NDT equivale a cerca de 3.608 cal de EM (energia metabolizável)

Amostras de alimentos e sobras foram coletadas semanalmente e colocados em potes plásticos e congeladas a -20°C e, posteriormente, foram secas em estufas de ventilação forçadas a 55°C por 72hs, as análises de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foram realizadas de acordo com as recomendações de Van Soest et al. (1991) adaptado por Detmann et al. (2012). Os níveis de FDN foram corrigidos para cinzas residuais (método INCT-CA M-002/1) de acordo com Detmann et al. (2012) e para compostos nitrogenados segundo Licitra et al. (1996). Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados segundo Detmann e Valadares Filho (2010).

$$\text{CNF} = 100 - [\text{MM} + \text{EE} + \text{FDNcp} + (\text{PB} - \text{PBu} + \text{U})]$$

em que: CNF= teor de carboidratos não fibrosos; MM= teor de matéria mineral; PB= teor de proteína bruta; EE= teor de extrato etéreo; FDNcp= teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PBu = proteína bruta oriunda da ureia; e U = teor de ureia. Todos os termos são expressos como % da MS.

Para estimativa do NDT, foi utilizada equação proposta por Weiss (1999).

$$\text{CNF} (\%) = 100 - (\% \text{FDNcp} + \% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{cinzas}).$$

Após 93 dias de confinamento, os animais foram abatidos por atordoamento, seguido de sangria por quatro minutos, com corte da carótida e jugular. Foi feita a esfola e evisceração, foram retiradas a cabeça (secção na articulação atlanto-occipital) e as patas (secção nas articulações carpo e tarsometatarsianas) para registro do peso da carcaça quente, incluindo rins e gordura pélvico renal (PCQrg).

A determinação do pH da carne foi realizada com potenciômetro portátil, com eletrodo específico para semi sólidos da marca Sensorex modelo Spear-Tip S175CD cuja faixa de medição varia de 0 a 14. Para tal aferição a ponta do eletrodo foi introduzida perpendicular à massa muscular em três diferentes pontos aguardando até a estabilização do mesmo. Os dados obtidos foram anotados em tabela e planificado.

Também foram removidos e pesados, separadamente, os componentes não-carcaça: conteúdo gastrintestinal, coração, fígado, rins, baço e pulmão+traquéia. Os componentes do trato gastrintestinal (TGI) foram inicialmente pesados cheios e, em seguida, foram esvaziados, lavados e novamente pesados, para determinação do conteúdo do TGI. Ainda foram pesados a pele, sangue, cabeça, membros, pênis e os testículos.

A gordura total não-carcaça compreendeu as gorduras omental, mesentérica, pélvicarenal e interna [(compreendendo a gordura envolta do pericárdio, bexiga, testículos e aquelas mais aderidas ao trato gastrintestinal (TGI)]. Posteriormente, as carcaças foram mantidas em câmara por 24 horas a 2°C, com as articulações tarsometatarsianas distanciadas em 14 cm, por meio de ganchos apropriados. Ao final deste período, foi registrado o peso da carcaça fria, incluindo rins e gordura pélvica-renal (PCFrg), sendo calculado o índice de quebra por resfriamento ($IQ = (PCQrg - PCFrg) / PCQrg \times 100$). Obtidos os pesos dos rins e da gordura pélvica-renal, seus valores foram subtraídos para determinação dos pesos da carcaça quente (PCQ) e fria (PCF) e dos rendimentos comercial ($RC (\%) = PCF / PCA \times 100$) e de carcaça quente ($RCQ (\%) = PCQ / PCA \times 100$).

Foram também anotadas as medidas morfométricas: Comprimento externo da carcaça, Comprimento interno da carcaça, Profundidade do tórax, Largura do tórax, Perímetro do tórax, Largura da garupa, Perímetro da garupa, Comprimento da perna, Perímetro da perna, Conformação e Acabamento. Além dos pesos dos cortes comerciais: Paleta, Pescoço, Costelas, Serrote, Lombos esquerdo e direito e Pernil, bem como foi determinado subjetivamente, a conformação da carcaça, com nota de 1 (inferior) a 5 (excelente) e a cobertura de gordura, com nota de 1 (gordura ausente) a 5 (gordura excessiva).

Após a retirada da cauda, cada carcaça foi dividida longitudinalmente e as meia-carcaças foram seccionadas em sete regiões anatômicas, segundo metodologia adaptada de Colomer-Rocher (1988), Yáñez (2002) e Garcia et al. (2003): pescoço (região das sete vértebras cervicais), paleta (obtida pela desarticulação da escápula), costelas verdadeiras (possuem como base óssea as cinco vértebras torácicas), costelas falsas (região entre a 6a e

13ª vértebras torácicas), lombo (compreendendo as seis vértebras lombares), perna (obtido pela secção entre a última vértebra lombar e a primeira sacra) e baixo (obtido traçando um corte inicial a partir da interseção da parte dorsal do músculo *Rectus abdominis* e o limite ventral da porção carnosa do músculo *Obliquos internus*, no plano de articulação entre a 5ª e a 6ª vértebra lombar, até a extremidade cranial ou manúbrio do esterno).

As mostras de carne para análises da composição química e física foram retiradas do músculo *Longissimus lumborum*, que foram liofilizadas devido seu alto teor de umidade, com o intuito de estabilizar a integridade química e biológica por um período maior de tempo. Em seguida, essas amostras foram processadas em moinho com peneiras de 1mm, e as amostras foram colocadas em recipientes hermeticamente fechados e identificados. As amostras foram analisadas para matéria seca (método 934.01), matéria mineral (método 942.05) e proteína bruta (CP, Kjeldahl N x 6,25; método 981.10), e extrato etéreo (EE, método 920.39) conforme descrito por AOAC (1990).

Para a avaliação de perda por cocção foram utilizadas amostras do quadriceps femoris, as amostras foram identificadas, pesadas e colocadas em bandejas de alumínio individuais para serem assadas conforme o método proposto pela American Meat Science (1995). As perdas foram então determinadas pela diferença de peso antes e depois do cozimento. Para a análise de força de cisalhamento as amostras foram assadas em forno até atingir a temperatura interna entre 72 a 75°C e posteriormente refrigeradas. Após o resfriamento, foram retirados dois cilindros de cada amostra, com 1,3 cm de diâmetro, utilizando-se lâmina Warner-Bratzler, numa escala de 0 a 10 e foi calculada a média de força de corte dos cilindros para representar a força de cisalhamento de cada amostra.

A análise sensorial foi feita por dez provadores treinados, cinco do sexo feminino e cinco do sexo masculino, foi utilizado o músculo *Longissimus dorsi* de cada meia-carcaça esquerda do animal, dividido em pequenos cubos de 2 cm de comprimento, os quais foram salgados com 1,5% de sal em relação ao peso de cada um e, em seguida, assados em *grill* com temperatura de 107 °C. Depois de assadas, as amostras de cada tratamento foram acondicionadas em pequenos recipientes fechados para conservar o aroma da carne e codificados com três números. Em seguida, foi realizada à degustação da carne, que foi dividida em quatro séries, sendo duas por dia. Em cada uma, o degustador recebeu quatro amostras por tratamento, para avaliação das características sensoriais (odor, maciez, suculência, sabor e avaliação global), e indicou com um traço vertical em uma escala

hedônica de oito pontos a intensidade de cada atributo sensorial para cada respectivo código da amostra, adaptado de Larmond (1979) e Madruga et al. (2000). A escala variou, para a característica odor, de extremamente fraco (1) a extremamente forte (8); maciez, de extremamente macio (1) a extremamente duro (8); para o atributo suculência, a escala foi de extremamente seco (1) a extremamente suculento (8); no quesito sabor, a característica variou de extremamente fraco (1) a extremamente forte (8) e, na avaliação global, que correspondeu à soma dos atributos de qualidade que contribuirão na determinação de aceitação do produto, variou de desgosto extremamente (1) a gosto extremamente (8). Para que o sabor da amostra anterior não interferisse na avaliação da próxima amostra, foram servidos água mineral e biscoitos entre uma degustação e outra aos degustadores.

Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste (Tukey) a 5% de probabilidade, para melhor compreensão dos efeitos biológicos das variáveis estudadas (SAS, 2009).

3. RESULTADOS

Para os parâmetros de desempenho e características das carcaças, todos os tratamentos que utilizaram a palma forrageira apresentaram valores superiores aos da dieta controle. Os animais que receberam em suas dietas o tratamento com o genótipo IPA-S obtiveram maiores peso corporal final 41,6%, ganho médio diário foi 370,0% e o peso ao abate foi 38,8% superiores ao da dieta controle. Esse mesmo genótipo ainda apresentou valores superiores para o peso da carcaça quente 15,88kg, peso da carcaça fria 15,15kg e o rendimento de carcaça quente 46,83%. O rendimento de carcaça fria aumentou 44,69% para os animais que foram submetidos ao tratamento com o genótipo Miúda, assim como a cobertura de gordura onde o aumento foi de até 86,8%. As perdas por resfriamento diminuíram em até 48,6% para os animais que receberam o genótipo O.E.M. A área de olho de lombo não diferiu (Tabela 04).

Na avaliação da morfometria da carcaça, a inclusão de um genótipo de palma forrageira propiciou aumento de todos os parâmetros avaliados, com destaque para: comprimento externo da carcaça 61,78cm (Miúda); comprimento interno da carcaça 63,20cm (IPA-S); profundidade do tórax 27,90cm (IPA-S); largura do tórax 23,28cm (Miúda); perímetro do tórax 68,06cm (Miúda); largura da garupa 24,20cm (O.E.M.); perímetro da garupa 65,17cm (Miúda); comprimento da perna 44,15cm (IPA-S); perímetro da perna

39,00cm (Miúda) e na conformação e acabamento da carcaça, podemos destacar o genótipo miúda com 275,23% e 272,00%, superiores ao da dieta controle. (Tabela 05).

Tabela 04 – Parâmetros de desempenho e característica de carcaça de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira.

Variáveis	Tratamentos				
	Controle	Miúda	IPA-S	O.E.M.	CV%
Peso corporal ao abate (kg)	24,44b	33,36a	33,94a	32,62a	9,69
Peso carcaça quente (kg)	8,94b	15,32a	15,88a	14,62a	9,88
Peso carcaça fria (kg)	8,41b	14,69a	15,15a	14,03a	10,18
Rendimento de carcaça quente (%)	36,66b	45,95a	46,83a	44,87a	5,47
Rendimento de carcaça fria (%)	34,48b	44,69a	44,65a	43,07a	5,78
Perdas por resfriamento (%)	5,96a	4,09b	4,64b	4,01b	21,70
Cobertura de gordura (mm)	0,38b	0,71a	0,66a	0,58a	33,24
Área de olho de lombo (cm ²)	9,43a	10,28a	11,49a	11,35a	17,39

CV%=coeficiente de variação; IPA S= Palma IPA Sertânia; OEM= Palma Orelha de Elefante mexicana.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05)

Tabela 05 – Morfometria da carcaça de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira

Variáveis	Tratamentos						
	Controle	Miúda	IPA-S	O.E.M.	CV (%)	EPM	Valor de P
Comprimento externo da carcaça (cm)	53,60b	61,78a	61,65a	60,12a	3,73	0,73	0,001
Comprimento interno da carcaça (cm)	55,95b	62,89a	63,20a	63,19a	3,34	0,67	0,001
Profundidade do tórax (cm)	24,95b	27,78a	27,90a	27,12a	4,58	0,41	0,001
Largura do tórax (cm)	21,00b	23,28a	23,15a	23,19a	5,94	0,44	0,001
Perímetro do tórax (cm)	62,55b	68,06a	67,30a	67,72a	4,98	1,09	0,002
Largura da garupa (cm)	21,65b	24,17a	23,80a	24,20a	3,89	0,28	0,001
Perímetro da garupa (cm)	56,45b	65,17a	63,70a	63,00a	5,33	1,09	0,001
Comprimento da perna (cm)	40,10b	43,39a	44,15a	42,94a	3,31	0,46	0,001
Perímetro da perna (cm)	33,65b	39,00a	38,65a	37,71a	6,79	0,83	0,001
Conformação	1,05b	2,89a	2,67a	2,65a	9,30	0,07	0,001
Acabamento	1,00b	2,72a	2,50a	2,50a	13,57	0,07	0,001

CV%=coeficiente de variação; IPA S= Palma IPA Sertânia; OEM= Palma Orelha de Elefante mexicana.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05)

Resultados semelhantes (Tabela 06) foram observados para a avaliação dos cortes comerciais das carcaças de ovinos quando foram alimentados com um genótipo de palma forrageira. Entre esses cortes cárneos, destacaram-se pela elevação em relação ao controle os seguintes cortes: paleta 67,06% (IPA-S); pescoço 80,95% (O.E.M.); costelas 209,37% (IPA-S); serrote 89,18% (IPA-S); lombo esquerdo 212,90% (IPA-S); lombo direito 209,09% (IPA-S); lombo 210,93% (IPA-S) e pernil 68,30% (IPA-S), quando comparados ao peso dos cortes da dieta controle.

Tabela 06 – Peso de cortes comerciais de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira

Corte cárneo (kg)	Tratamentos				CV (%)	EPM	Valor de P
	Controle	Miúda	IPA-S	O.E.M.			
Paleta	0,85b	1,37a	1,42a	1,27a	10,92	0,04	0,001
Pescoço	0,42b	0,68a	0,73a	0,76a	14,87	0,03	0,001
Costelas	0,64b	1,26a	1,34a	1,21a	12,86	0,05	0,001
Serrote	0,37b	0,68a	0,70a	0,64a	13,25	0,02	0,001
Lombo	0,64b	1,30a	1,35a	1,24a	12,28	0,04	0,001
Pernil	1,55b	2,53a	2,61a	2,43a	10,87	0,08	0,001

CV%=coeficiente de variação; IPA S= Palma IPA Sertânia; OEM= Palma Orelha de Elefante mexicana.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05)

Com relação aos componentes não carcaça, que foram divididos em três grupos: órgãos, vísceras e subprodutos, com exceção da bexiga e testículos, todos apresentaram efeito de maiores pesos com a inclusão de um dos genótipos de palma forrageira na dieta dos ovinos, com destaque para os órgãos: coração 39,33% (IPA-S); fígado 85,18%; rins 51,08%; baço 213,09% e pulmões 76,30%, todas com o genótipo Miúda; as vísceras: estômagos 54,83% (Miúda) e intestinos 45,97% (O.E.M.) e subprodutos: pele 77,03% (Miúda); sangue 63,63%; cabeça 32,62%; membros 37,87% e pênis 40,00% todas para os animais alimentados com o genótipo IPA-S (Tabela 07).

Tabela 07 – Peso de órgãos, vísceras e subprodutos de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira

Componente	Tratamentos						Valor de P
	Controle	Miúda	IPA-S	O.E.M.	CV (%)	EPM	
<i>Órgãos</i>							
Coração (g)	105,50b	145,55a	147,00a	145,00a	13,31	5,93	0,001
Fígado (g)	324,00b	600,00a	586,00a	533,75a	19,16	32,09	0,001
Rins (g)	67,50b	97,45a	95,52a	86,54a	13,10	3,74	0,001
Baço (g)	36,50b	77,78a	72,00a	66,25a	31,36	6,48	0,001
Pulmões (g)	256,50b	452,22a	428,50a	372,50a	27,74	34,16	0,001
<i>Vísceras</i>							
Estômagos (kg)	0,93b	1,44a	1,28a	1,37a	15,36	0,06	0,001
Intestinos (kg)	0,87b	1,09a	1,09a	1,27a	15,64	0,005	0,001
Bexiga (kg)	0,011	0,015	0,016	0,014	52,83	0,002	0,378
<i>Subprodutos</i>							
Pele (kg)	1,35b	2,39a	2,38a	2,20a	14,85	0,10	0,001
Sangue (kg)	0,77b	1,18a	1,26a	1,16a	12,81	0,05	0,001
Cabeça (kg)	1,41b	1,85a	1,87a	1,77a	7,98	0,04	0,001
Membros (kg)	0,66b	0,89a	0,91a	0,85a	11,25	0,03	0,001
Pênis (kg)	0,05b	0,07a	0,07a	0,06a	21,27	0,006	0,048
Testículos (g)	45,81	54,51	44,72	60,16	62,16	10,41	0,696

*Valores obtidos por Silva et al. (2020). Médias seguidas por letras minúsculas nas linhas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

CV%=coeficiente de variação; IPA S= Palma IPA Sertânia; OEM= Palma Orelha de Elefante mexicana.

Já para a composição químico-bromatológica da carne dos ovinos (Tabela 08), não houve diferenças significativas ($P > 0.05$) para matéria mineral. Com relação à umidade não houve diferenças significativas entre os genótipos de palmas, que apresentaram valores superiores às da dieta controle (9,3%). Para a proteína bruta, o tratamento com o genótipo de palma IPA-Sertânia não diferiu do genótipo de palma Miúda, apresentando valores superiores em até 4,99% quando comparados aos tratamentos da dieta controle e da palma Orelha de Elefante Mexicana. Enquanto para o extrato etéreo, o genótipo que apresentou valores superiores foi a Orelha de Elefante Mexicana, não diferindo dos genótipos IPA-Sertânia e Miúda, com valores de até 52,1% a mais do que na dieta controle. (Tabela 08).

Tabela 08 – Composição química da carne de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira.

Variáveis	Tratamentos				CV%
	Controle	Miúda	IPA-S	O.E.M.	
Proporção dos componentes químicos (g/Kg de MS)					
Umidade (g/kg de MN)	88,00b	76,34a	75,95a	76,42a	2,84
Materia Mineral	1,02	0,99	0,91	0,97	11,29
Proteína Bruta	19,71b	20,01ab	20,59a	19,61b	2,83
Extrato Etéreo	1,61b	2,07ab	2,25ab	2,45a	24,12

CV%=coeficiente de variação; IPA S= Palma IPA Sertânia; OEM= Palma Orelha de Elefante mexicana.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para os parâmetros da qualidade da carne, pH inicial, pH final, a* (teor de vermelho), b* (teor de amarelo) não diferiram (P > 0.05) entre os tratamentos. Já para a L* (luminosidade), o tratamento que recebeu a palma Miúda, apresentou valor (40,07) inferior ao da dieta controle, e não diferiu dos demais genótipos de palmas forrageiras (IPA-S e O.E.M.). Já para a força de cisalhamento o tratamento com a palma IPA-Sertânia não diferiu da dieta controle, e apresentou valores de 35,2% maiores do que a do genótipo de palma Orelha de Elefante Mexicana e, esta não diferiu do genótipo de palma Miúda (Tabela 09).

Já para a temperatura da carcaça às 0h, as dietas com um dos genótipos de palma forrageira propiciaram temperaturas mais elevadas no momento do abate, com destaque para o genótipo IPA-S que apresentou valor de 36,43°C, superior ao da dieta controle. Por outro lado a temperatura da carcaça após 24hs não apresentou variação entre os tratamentos estudados.

Tabela 09 - Parâmetros de qualidade da carne de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira.

Corte cárneo (kg)	Tratamentos						Valor de P
	Controle	Miúda	IPA-S	O.E.M.	CV (%)	EPM	
pH Inicial	6,75	6,59	6,53	6,54	3,26	-	-
pH Final	5,47	5,33	5,32	5,42	5,65	-	-
L*	42,99a	40,07b	41,11ab	40,71ab	4,82	-	-
a*	11,98	13,45	11,88	12,54	10,73	-	-
b*	7,71	7,99	6,93	7,40	11,51	-	-
Perdas por cocção	37,85	38,91	37,31	37,47	15,92	-	-
Força de cisalhamento	1,67ab	1,51b	1,88a	1,39b	18,95	-	-
Temperatura 0h (°C)	33,76b	35,73a	36,43a	36,00a	4,06	0,47	0,001
Temperatura 24h (°C)	10,93	10,68	10,38	10,58	9,26	0,32	0,661

CV%=coeficiente de variação; IPA S= Palma IPA Sertânia; OEM= Palma Orelha de Elefante mexicana.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na análise sensorial os parâmetros cor, odor, textura, suculência e avaliação geral foram semelhantes, entre os tratamentos avaliados ((P > 0.05). Já para o sabor, o genótipo com maior pontuação foi a Orelha de Elefante Mexicana, apresentando 11,52% de pontuação maior do que a dieta controle (Tabela 10).

Tabela 10 – Análise sensorial da carne de ovinos alimentados genótipos de palma forrageira

Parâmetros	Tratamentos					
	Controle	Miúda	IPA-S	O.E.M.	CV%	Valor de P
Odor	4,54	4,07	4,38	4,57	38,03	0,255
Textura	6,03	5,91	5,69	6,06	26,13	0,365
Suculência	5,75	5,75	5,56	5,55	26,53	0,728
Sabor	4,51b	4,62b	4,97b	5,03a	28,33	0,036
Avaliação Geral	5,96	5,78	5,65	5,87	23,80	0,604

CV%=coeficiente de variação; IPA S= Palma IPA Sertânia; OEM= Palma Orelha de Elefante mexicana.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

4. DISCUSSÃO

Os maiores valores do peso corporal final, ganho médio diário e do peso corporal ao abate (Tabela 04), obtidos pelos animais nas dietas com genótipos de palma forrageira está associado aos maiores consumo de matéria seca, energia, proteína bruta e demais nutrientes que favoreceram o melhor desempenho em relação aos animais do tratamento controle. As

respostas encontradas evidenciam o papel da palma forrageira como volumoso que permite a substituição de volumosos ricos em fibra, pela aceitabilidade e pelo valor em energia, como observado por outros autores (Medeiros et al.; 2017; Lopes et al., 2020; e Cardoso et al., 2021), possibilitando que os animais apresentem maiores ganhos de peso, chegando mais rápido ao peso de abate e ampliando a oferta de carne.

Os parâmetros das características da carcaça (Tabela 04) superiores, apresentados nos animais que receberam às dietas com genótipos de palmas forrageiras, possibilitaram melhor conformação, melhor acabamento (peso e quantidade de gordura) e aumento de rendimento, o que se traduz em que a palma usada na dieta de ovinos pode proporcionar o atendimento ao mercado com carcaça de melhor qualidade, além de maior produção de carne em menor tempo, corroborando resultados observados por Cardoso et al. (2021) e Silva et al. (2021) trabalhando com animais alimentados com palma miúda.

As variáveis morfométricas das carcaças (Tabela 05) foram maiores para os animais alimentados com palma forrageira, refletindo o maior desenvolvimento do tamanho do animal, o que é importante nos sistemas produtivos de ovinos para obtenção de carcaças maiores e mais pesadas. Isto também se refletiu também nos pesos dos cortes comerciais (Tabela 06) e nos pesos dos componentes não carcaça (tabela 07) em que os animais que receberam as dietas com palma forrageira em substituição ao feno de capim elefante e milho, independente da espécie, foram favorecidos pelos melhores ganhos de peso em relação ao tratamento controle.

É importante considerar que os componentes não carcaça, embora tenham menor valor comercial, podem alcançar valores equivalentes ao da carne (Camilo et al., 2012). Esses componentes comestíveis podem representar até 40% do peso vivo dos ovinos e constituir cerca de 30% do valor do animal (Gois et al., 2019). Além disso, os órgãos e vísceras, em algumas regiões são usados em diversos pratos típicos ou embutidos, agregando valor para a unidade de produção ou de abate. Os maiores pesos e desenvolvimentos dos órgãos, vísceras e subprodutos encontrados com a inclusão de um genótipo de palma forrageira, pode ser explicado devido aos elevados teores de energia metabolizável dessas dietas, além de outros nutrientes como proteína e carboidratos não fibrosos (Tabela 04).

As respostas no consumo de nutrientes, especialmente energia, proteína bruta e carboidratos não fibrosos, refletiram na composição da carne dos animais, favorecendo com maior teor de matéria seca e extrato etéreo na carne dos animais que foram alimentados com

dietas contendo palma forrageira. E esses maiores teores de matéria seca estão associados ao aumento nos teores de extrato etéreo (Tabela 08). Já para teores de proteína bruta na carne o genótipo de palma Miúda e IPA-Sertânia, apresentaram valores mais elevados do que as da dieta controle e a com o genótipo O.E.M., pois esses dois alimentos foram os que apresentaram menores valores de proteína bruta na dieta. Para os valores de extrato etéreo da carne, os genótipos de palma Orelha de Elefante Mexicana apresentou valores mais elevados (54,1%), esse parâmetro apresentado é importante para a qualidade do produto final, fazendo com que este seja mais saboroso. No presente trabalho a utilização de um dos genótipos de palma forrageira nas dietas proporcionou carcaças melhores conformadas, resultados obtidos neste trabalho foram semelhantes aos obtidos por Pereira et al. (2007).

Na avaliação da composição química da carne e dos parâmetros da qualidade da carne (Tabela 08 e 09), vários fatores são envolvidos, entre esses atributos o pH (inicial e final), a* e b* e as perdas por cocção, não foram afetados com os tratamentos estudados, porém a L* (luminosidade) foi mais presente na dieta com o genótipo de palma Miúda. As perdas por cocção foram semelhantes aos trabalhos realizados por Lima et al. (2018) e Costa et al. (2018). Para a força de cisalhamento, segundo Boleman et al. (1997) a carne do presente estudo pode ser considerada muito macia apresentando valores superiores aos encontrados por Zapata et al. (2000) e Silva Sobrinho et al. (2005).

Valores semelhantes para a MS, PB, EE e MM foram encontrados por Lima et al. (2018) que afirmaram que a carne ovina é um produto de alto valor biológico pois a quantidade baixa de gordura e elevada quantidade de proteína presente na carne desses animais, faz com que o produto seja mais saudável do que outras carnes vermelhas.

Já para a análise sensorial realizada na carne as características de odor, maciez, suculência e avaliação global, devido à ausência de efeitos das dietas demonstraram a aceitação da maioria dos avaliadores, para Ribeiro et al. (2011) essas diferenças podem ser explicadas pela espécie, raça, sexo, alimentação, manejo *pos-mortem*; além do pH e perfil de ácidos graxos. O único parâmetro que apresentou valores diferentes foi com relação ao sabor, em que o genótipo O.E.M., apresentou sabor mais forte, aspecto que poderá ser estudado em novos estudos.

5. CONCLUSÃO

Os genótipos de palma forrageiras utilizadas podem substituir o feno de capim elefante e milho em dietas para ovinos em crescimento, pois melhora as características da carcaça, componentes não carcaça e qualidade da carne.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat**. Chicago, 1995. 47p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington, USA, 1990.1298p. [Links].

BOLEMAN, S. J. et al. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 6, p. 1521-1524, 1997.

CAMILO, D. A. et al. Peso e rendimento dos componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2429-2440, 2012.

CARDOSO, D. B., et al. 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.

CARDOSO, D. B., et al. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 23- 31, 2019.

COLOMER-ROCHER, F. et al. **Métodos normatizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas**. Madrid: Ministerio da Agricultura, Pesca y Alimentación. 1988. p.41. (Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, Cuadernos 17).

COSTA, H. H. A., et al. Efeito da suplementação com sulfato de zinco ou propilenoglicol em ovinos em uma pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso: desempenho, características de carcaça e da carne. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p. 993-1003, 2018.

DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos-INCT-Ciência Animal Suprema**. Visconde do Rio Branco, 2012.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. **On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets**. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p. 980-984, 2010.

GARCIA, C.A. et al. Medidas objetivas e composição tecidual da carcaça de cordeiros alimentados com diferentes níveis de energia em creep feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1380-1390, 2003.

GOIS, G. C. et al. Características de carcaça e componentes não-carcaça de ovinos: uma revisão. **Arquivo Ciência Veterinária Zoologia**. UNIPAR, Umuarama, v. 22, n. 4, p. 139-146, out./dez. 2019.

IBGE, Produção Agropecuária. Ano 2021. Disponível em: <URL><https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ovino/br>. Data de acesso 10/02/2023.

LARMOND, E. **Laboratory methods for evaluation of foods** Ottawa: Food Research Institute/Canada Department of Agriculture, 1979. 432p.

LICITRA, G.; et al. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LIMA, A. S. et. al. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed with cassava foliage hay and spineless cactus. **Animal Science Journal**, v. 92, p. e13519, 2021.

LIMA, T. J. **Palma forrageira na alimentação de ovinos em confinamento**. TESE (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal da Paraíba, Areias, p. 85-93, 2018.

LOPES, L. A. et. al., Intake, digestibility, and performance of lambs fed spineless cactus cv. Orelha de Elefante Mexicana. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, 33, 1284-1291. 2020.

MORA-LUNA, R. E., et al. Spineless Cactus plus Urea and Tifton-85 Hay: Maximizing the Digestible Organic Matter Intake, Ruminal Fermentation and Nitrogen Utilization of Wethers in Semi-Arid Regions. **ANIMALS**, v. 12, p. 401, 2022.

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

MEDEIROS, et. al. (2017). INSA. Ano de 2017. Disponível em: <URL><https://canalciencia.ibict.br/ciencia-em-sintese1//ciencias-exatas-e-da-terra/338-palma-forrageira-na-alimentacao-de-caprinos-e-ovinos>. Data de acesso 10/04/2023.

NASCIMENTO, U. F. S. **Desempenho e características de carcaça de cordeiros ½ boer + ½ santa inês com diferentes espessuras de gordura subcutânea**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe. 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients Requeriments of Small Ruminants**. National Research Council, Washington, DC., 2007.

PEREIRA, M. S. et al. Carcaça e não-componentes da carcaça de cordeiros recebendo polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 57-62, 2007.

RIBEIRO, C. V. D. M. et al. Fatty acid profile of meat and milk from small ruminants: a review. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 121-137, 2011. Suplemento especial.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.1. Cary, USA, 2009.

SILVA SOBRINHO, A. G. Produção de carne ovina com qualidade. In: SIMPÓSIO DE QUALIDADE DA CARNE, 2., 2005, Jaboticabal. **Anais...** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste; Jaboticabal: FCAV; UNESP: Funep, 2005. 25 f.

SILVA, T. G. P. et. al. Cactus cladodes cause intestinal damage, but improve sheep performance. **Tropical Animal Health and Production**, p. 281-291, 2021.

TORRES, A. V. C. **Desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados com dietas contendo diferentes níveis de palma forrageira**. TESE (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal da Paraíba, Areias, p. 75-78, 2017.

WEISS, W. P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. Proceedings. Anais.1999.

YÁÑEZ, E. A. **Desenvolvimento relativo dos tecidos e características da carcaça de cabritos saanen, com diferentes pesos e níveis nutricionais**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2002. 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2002.

ZAPATA, J. F. F. et al. Estudo da qualidade da carne ovina do Nordeste brasileiro: propriedades físicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 274-277, maio/ ago. 2000.