

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

ELIAS RODOLFO VELASQUEZ MORENO

**GÉRMEN INTEGRAL EXTRA GORDO DE MILHO E PALMA FORRAGEIRA NA
DIETA DE OVINOS E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DA CARNE**

**RECIFE
2022**

ELIAS RODOLFO VELASQUEZ MORENO

**GÉRMEN INTEGRAL EXTRA GORDO DE MILHO E PALMA
FORRAGEIRA NA DIETA DE OVINOS E SEUS EFEITOS NA
QUALIDADE DA CARNE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho

Coorientadores:

Prof. Dra. Luciana Felizardo Pereira Soares

Dra. Érica Carla Lopes da Silva

Dra. Maria Luciana Menezes Wanderley Neves

**RECIFE
2022**

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)

M843g

MORENO, ELIAS RODOLFO VELASQUEZ
GÉRMEN INTEGRAL EXTRA GORDO DE MILHO E PALMA FORRAGEIRA NA DIETA DE OVINOS E
SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DA CARNE / ELIAS RODOLFO VELASQUEZ MORENO. - 2022.
40 f.

Orientador: Francisco Fernando Ramos de Carvalho.

Coorientador: Luciana Felizardo Pereira Soares.

Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
Recife, 2022.

1. Carcaça. 2. Confinamento. 3. Gérmen de milho. 4. Ovinocultura. 5. Produção de carne.. I. Carvalho, Francisco
Fernando Ramos de, orient. II. Soares, Luciana Felizardo Pereira, coorient. III. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**GÉRMEN INTEGRAL EXTRA GORDO DE MILHO E PALMA
FORRAGEIRA NA DIETA DE OVINOS E SEUS EFEITOS NA
QUALIDADE DA CARNE**

Dissertação elaborada por
ELIAS RODOLFO VELASQUEZ MORENO

Aprovado em / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho, Presidente.
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Profª. Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras, membro interno.
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima Júnior, membro externo.
Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)

DEDICO. Aos meus pais, Elias Roberto Velasquez Ortega e Elsa Marina Moreno Molina, por todo seu apoio incondicional e tudo que fazem e fizeram por mim, por todo amor maravilhoso dado a mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, nosso pai, por me ajudar e brindar a vida e a oportunidade de estar aqui, permitindo-me realizar um dos meus grandes sonhos e metas de minha vida.

Ao PAEC OEA-GCUB, o Programa de Alianças para a Educação e a Capacitação (PAEC) entre a Organização dos Estados Americanos (OEA) e ao Grupo Coimbra das Universidades Brasileiras (GCUB).

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade profissional, ao me abrir suas portas de aprendizagem.

À CAPES, via Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por me conceder a bolsa de estudos que me permitiu alcançar a minha meta.

Ao Professor Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho, por ser um ótimo mentor, seu apoio incondicional e me motivar a dar o melhor de mim; muito obrigado professor.

Às minhas coorientadoras, Prof. Dra. Luciana Felizardo Pereira Soares, Dra. Érica Carla Lopes da Silva e Dra. Maria Luciana Menezes Wanderley Neves, pela ajuda no período experimental e desenvolvimento laboratorial e todas as contribuições, apoio incondicional e incentivo a dar sempre o meu melhor.

A todos os professores responsáveis pela minha formação acadêmica, por darem as ferramentas necessárias do conhecimento, especialmente ao Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira, por ser uns dos melhores professores que tive em minha vida e um grande amigo, e ao Prof. Dr. João Paulo, por sempre me inspirar a dar um pouco mais além dos meus limites.

Aos meus amigos da Universidade, obrigado por toda ajuda de vocês. Obrigado por sempre me ajudarem quando precisei. Sem vocês isso teria sido impossível. São eles: Salmo Olegário, Caio Carneiro, Fábio Nascimento, Marina de Paula, João Vitor, Rodrigo Andrade, Luiz Wilker, Francisco Neto, Larissa Antunes, Sharlane Holanda, Felipe Gusmão, Lucas Faria e todos os demais.

Especialmente, agradeço à minha família que sempre me apoiou incondicionalmente. Minha mãe, por ensinar-me os bons valores e trabalho forte; meu pai, por motivar-me sempre e apoiar-me para seguir adiante em cada momento na vida, e aos demais familiares que me apoiaram e torceram para meu sucesso profissional e espiritualmente.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Sr. Pedro, Sr. Edson (conhecido por Bolsonaro), Sr. Sizo, Esteliano e Rafaela.

Muito obrigado a cada um de vocês e ao Brasil, por fazer parte desta experiência maravilhosa e acompanhar-me neste caminho de superação acadêmica.

RESUMO

Objetivou-se avaliar se a substituição do milho grão (MG) por gérmen integral extragordo de milho (GIEM), em dietas com ou sem palma forrageira (POEM), influencia na qualidade da carcaça e da carne de ovinos. Foram utilizados 40 ovinos da raça Santa Inês, machos não castrados, com quatro meses e peso inicial $22,0 \pm 1,0$ kg, distribuídos em quatro tratamentos: POEM + milho moído, POEM + GIEM, feno de Capim-Tifton (FCT) + milho moído, FCT + GIEM. Após 20 dias de adaptação e 60 dias de confinamento, os animais foram abatidos e a carcaça foi resfriada em câmara fria a 4°C por 24h. Na meia carcaça esquerda, foram retiradas a perna e o Longíssimus lumborum para avaliações. A composição tecidual e o índice de musculosidade da perna diferenciaram entre os tratamentos ($P < 0,05$), sendo os maiores valores encontrados na dieta com POEM + GIEM. O GIEM em substituição ao milho e associado à palma na dieta de ovinos favoreceu o rendimento e a qualidade da carcaça e da carne de ovinos Santa Inês. A composição química da carne não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$), indicando que não houve influência dos tratamentos nos nutrientes da carne. A análise sensorial da carne indicou que as características de cor, aroma e sabor característico foram influenciadas pelos tratamentos, enquanto as características de aparência, maciez e suculência não apresentaram diferenças significativas em relação aos tratamentos. O gérmen integral extragordo de milho pode ser usado em dietas para ovinos em substituição ao milho e, quando associado à palma forrageira, melhora o rendimento e a qualidade da carne.

Palavras-chaves: carcaça, confinamento, gérmen de milho, ovinocultura, produção de carne.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate whether the replacement of corn grain (MG) by whole grain extra fat corn germ (EFWCG), in diets with or without forage cactus (POEM), influences the quality of the carcass and meat of sheep. Forty Santa Inês sheep were used, males not castrated, with four months of age and initial weight of 22.0 ± 1.0 kg, distributed in four treatments: POEM + ground corn, POEM + EFWCG, Tifton Grass hay (FCT) + ground corn, FCT + EFWCG. After 20 days of adaptation and 60 days of confinement, the animals were slaughtered and the carcass was cooled in a cold chamber at 4°C for 24h. In the left half carcass, the leg and the Longissimus lumborum were removed for evaluation. Tissue composition and leg muscularity index differed between treatments ($P < 0.05$) with the highest values found in the diet with POEM + EFWCG. The EFWCG replacing corn and associated with cactus in the diet of sheep favored yield and carcass and meat quality of Santa Inês sheep. The chemical composition of the meat showed no significant difference between treatments ($P > 0.05$), indicating that there was no influence of treatments on meat nutrients. The sensorial analysis of the meat indicated that the characteristics of color, aroma and characteristic flavor were influenced by the treatments, while the characteristics of appearance, tenderness and juiciness did not present significant differences in relation to the treatments. The extra fat whole corn germ can be used in diets for sheep to replace corn and when associated with forage cactus improves yield and meat quality.

Keywords: carcass, feedlot, corn germ, sheep, meat production.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição bromatológica cultivares dos gêneros <i>Opuntia</i> e <i>Nopalea</i>	14
Tabela 2. Composição química dos ingredientes da dieta.....	20
Tabela 3. Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas com base na matéria seca	21
Tabela 4. Ganho de peso, rendimento e qualidade da carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo gérmen integral extra gordo de milho em substituição ao milho em associação ou não com a palma forrageira	26
Tabela 5. Parâmetros físicos da carne de ovinos alimentados com dietas contendo gérmen integral extragordo de milho em substituição ao milho em associação ou não Palma Orelha de Elefante Mexicana	29
Tabela 6. Composição química da carne de ovinos alimentados com dietas contendo gérmen integral extra gordo de milho em substituição ao milho em associação ou não com a palma forrageira.	29
Tabela 7. Características sensoriais da carne de ovinos alimentados com dietas contendo gérmen integral extra gordo de milho em substituição ao milho em associação ou não com a palma forrageira.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- a* - intensidade da cor vermelha
b* - intensidade da cor amarela
C* - valores de croma
CF - comprimento do fêmur
CHT – carboidratos totais
CNF – carboidratos não fibrosos
CRA - capacidade de retenção de água
DMS - diferença mínima significativa
EE – extrato etéreo
H* - ângulo de tonalidade
IMP - índice de musculosidade da perna
FC – força de cisalhamento
FCT - feno de Capim-Tifton
FDA – fibra em detergente ácido
FDN – fibra em detergente neutro
FNDcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína
GIEM - gérmen integral extragordo de milho
L* - luminosidade
MG – milho grão
MM – matéria mineral
MO – matéria orgânica
MS – matéria seca
P5M - peso dos cinco principais músculos
PB – proteína bruta
PCF - peso corporal final
POEM – Palma Orelha de Elefante Mexicana
PPC - perda por cocção

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 CADEIA PRODUTIVA	12
2.2 PALMA FORRAGEIRA	13
2.4 GÉRMEIN INTEGRAL DE EXTRA GORDO DE MILHO	15
2.5 QUALIDADE DA CARNE OVINA.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO E COMITÊ DE ÉTICA	20
3.2 ANIMAIS, INSTALAÇÕES E TRATAMENTOS.....	20
3.3 ABATE	22
3.4 AVALIAÇÃO TECIDUAL E ÍNDICE DE MUSCULOSIDADE DA PERNA	22
3.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	23
3.6 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS.....	24
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
4 RESULTADOS	25
4.1 COMPOSIÇÃO TECIDUAL E ÍNDICE DE MUSCULOSIDADE.....	25
4.2 PARÂMETROS FÍSICOS DA CARNE	29
4.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA.....	29
5 DISCUSSÃO	29
6 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura é uma atividade difundida mundialmente. Nos últimos anos, a produção de ovinos de corte em confinamento favoreceu o ganho de peso e a carne de qualidade em intervalo curto de terminação. Além disso, permite atender ao crescente consumo de carne ovina durante o ano todo e ao aumento nas exigências pela qualidade da carne fornecida (ALBUQUERQUE e OLIVEIRA, 2015; BATISTA e SOUZA, 2015).

Uma das formas de fortalecer os sistemas de produção de ovinos é a utilização de rações formuladas com alimentos disponíveis na região em substituição a outros ingredientes com custos mais elevados. A palma orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* [Haw]. Haw) é uma delas. O uso da palma forrageira, além de poder ser produzida em regiões semiáridas, tem mostrado excelentes desempenhos quando fornecida a ovinos (LOPES et al., 2020; CARDOSO et al., 2021). Da mesma forma, o uso da palma forrageira contribui para reduzir a participação nas dietas do milho e ou de volumosos, como fenos e silagens a partir de plantas que têm dificuldade de produção no semiárido.

Um produto que surgiu no mercado é o gérmen integral extragordo de milho (GIEM), que é um coproduto resultante da fabricação do amido de milho pela indústria alimentícia.

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias do Milho (2019), cerca de 50% do milho produzido no Brasil é usado na produção de ração animal. Entretanto, este grão pode ser substituído pelo GIEM na alimentação animal (MIOTTO et al., 2009; SILVA et al., 2013; URBANO et al., 2014; ALMEIDA et al., 2016; URBANO et al., 2016), o que pode tornar o sistema de produção de carne mais competitivo, através do aproveitamento de coprodutos agroindustriais na formulação da ração (SCHALCH et al., 2001).

O GIEM pode ser alternativa para formulação de dietas destinadas a ruminantes devido à sua disponibilidade e possibilidade de aquisição a custos competitivos. Por ser alimento rico em lipídios, energia, além de proteína, quando adicionado à ração, pode proporcionar um aumento no consumo de energia líquida (ABDELQADER et al., 2009).

As principais vantagens do uso do GIEM são a maximização da disponibilidade de energia, essencial para manutenção da produção e da condição corporal dos animais e o menor preço no mercado, quando comparado ao valor do grão de milho, que está intimamente ligado aos valores de exportação (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020).

A associação da palma forrageira com GIEM merece ser avaliada em ovinos, pois, em cabras em lactação (GALEANO et al., 2022), resultou em melhor resposta produtiva, podendo também contribuir para melhorar o desempenho de ovinos de corte.

O uso da palma forrageira na dieta de ruminantes pode melhorar o perfil de ácidos graxos desejáveis sem alterar as características físico-químicas da carne, além de ter capacidade de alterar o ambiente ruminal e aumentar a taxa de passagem da digesta, influenciando o aproveitamento dos nutrientes e a síntese de tecidos no corpo dos animais (CAMPOS et al., 2017; CARDOSO, 2018).

Dessa forma, há a hipótese que a substituição do milho pelo GIEM associado à palma forrageira nas dietas de ovinos de corte pode proporcionar a melhoria na qualidade da carcaça e da carne ovina. Assim, objetivou-se avaliar a composição tecidual da perna, a qualidade físico-química e a análise sensorial da carne de ovinos Santa Inês alimentados com germen integral extragordo de milho (GIEM) em substituição ao milho, associado ou não à palma orelha de elefante mexicana (POEM).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CADEIA PRODUTIVA

A ovinocultura é uma atividade desenvolvida praticamente em todo o mundo devido ao alto grau de adaptabilidade da espécie, presente em locais com as mais variadas condições climáticas. No Brasil, a cadeia produtiva da ovinocultura ainda é desorganizada e pouco evoluída, apesar da presença de criatórios em todo território nacional e da importância socioeconômica para algumas regiões, como no Nordeste (QUADROS, 2018).

O Brasil, nos últimos anos, teve um crescimento nos rebanhos de ovinos, junto ao crescente consumo de carne ovina, aumentando também a demanda e a qualidade da carne. De forma regional, o Nordeste brasileiro teve crescimento de 44,07% no efetivo ovino de 2006 para 2019, representando cerca de 13,5 milhões de cabeça, sendo a região maior produtora (IBGE, 2019).

A atividade é destaque no agronegócio brasileiro, demonstrando grande potencial para abertura de novos mercados. Segundo Bankuti et al. (2013), apesar do setor de comercialização da carne não ser bem estruturado, assim como o da comercialização da lã, percebe-se a ascensão da ovinocultura, tendo em vista o crescente número de consumidores que apreciam e o produto.

O crescimento do setor de produção de carne ovina, nos últimos anos, é notável, porém, o Brasil ainda importa o produto para abastecer o mercado consumidor, visto que a oferta de carne ainda é insuficiente (MORAES et al., 2020). O principal exportador de carne ovina para o país é o Uruguai. De acordo com os dados da Estatística de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro (AGROSTAT, 2019), as importações de carne ovina e caprina

cresceram 7% entre os anos de 2017 e 2018, ainda assim, durante este mesmo período, 77% do produto importado foram provenientes do Uruguai.

As tendências para este mercado são promissoras, pois as estimativas da Food and Agriculture Organization of the United States (2015) para o ano de 2024 mostram que o consumo dessa carne terá um aumento anual de 1,9%. De acordo com Barreto Neto (2010), a carne ovina deixou de ser um produto apreciado exclusivamente no meio rural, conquistando os consumidores dos grandes centros urbanos.

A ovinocultura brasileira encontra-se em expansão, e este aumento na produção e no consumo dos produtos é algo que deve ocorrer pelo crescimento populacional, pelo aumento de renda, ou ainda pela organização do setor (CARRER, 2009). Dessa forma, é importante entender que a produção de carne deverá atender aos interesses de produtores e consumidores, maximizando a produção, ofertando um produto de qualidade (SEPÚLVEDA, 2010).

2.2 PALMA FORRAGEIRA

Em sistemas de produção no semiárido, o manejo nutricional de ovinos exerce papel fundamental, visto que as modificações relacionadas à composição da dieta e seus componentes atuam de forma positiva sobre os índices produtivos e sanitários da criação (BATISTA & SOUZA, 2015). Nesse contexto, a palma forrageira vem compondo a base alimentar dos rebanhos de zonas áridas e semiáridas devido às suas características, como alta aceitabilidade pelos animais, elevada produção de biomassa e resistência à seca, que possibilitam sua difusão (FROTA et al., 2015).

Estima-se existir no Nordeste brasileiro cerca de 500 mil hectares cultivados com a palma forrageira, predominando as espécies dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*. A capacidade de adaptação, a rusticidade, a longevidade e a boa aceitabilidade pelos ruminantes tornam a palma um recurso nutricional importante para a pecuária (SILVA et al., 2010). No semiárido, a palma forrageira é a base da alimentação dos ruminantes por causa de sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região e por apresentar alta produção de matéria seca por unidade de área (SILVA e SANTOS, 2006). Além disso, a palma destaca-se pela sua composição nutricional e por ser uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais, caracterizando-se como importante recurso alimentar principalmente durante longos períodos de estiagem. Entretanto, apresenta baixos teores de fibra e proteína, o que faz com que se deva atentar ao seu uso na dieta, equilibrando-a com outros alimentos (COSTA et al., 2012a; QUADROS, 2018).

Entre as principais características da palma forrageira também está o alto teor de água de 89% (MATIAS et al.2020). Na região semiárida, a palma forrageira representa uma reserva estratégica de conservação da água nos ruminantes por causa que nessa região sofre de constante irregularidades na disponibilidade de água potável para os animais (ALVES et al. 2020).

Referente à sua composição bromatológica, ambos os gêneros apresentam valores semelhantes. Ao compilar dados apresentados por diversos autores, Ferreira et al. (2012) apresentaram valores médios de 11,69% de matéria seca (MS); 4,81% de proteína bruta (PB); 26,79% de fibra em detergente neutro (FDN); 18,85% fibra em detergente ácido (FDA); 81,12% de carboidratos totais (CHT); 58,55% de carboidratos não fibrosos (CNF). e 12,04% de matéria mineral (MM).

Tabela 1. Composição bromatológica cultivares dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*

Referências	Palma Forrageira	MS %	MO %	MM %	PB %	EE %	CNF %	FDN %
Gama et al. (2020)	Cladódios de palma (<i>Opuntia stricta</i>) ²	14,9	91,2	--	4,4	0,98	60,1	25,7
Silva et al. (2018)	<i>Opuntia stricta</i> Haw ²	15,7	92,9	7,1	3,3	1,0	63,9	24,6
Barros et al. (2018)	<i>Opuntia stricta</i> Haw ²	11,2	86,9	13,1	5,1	1,6	52,8	25,7
Monteiro et al. (2019)	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck ¹	15	91,0	9,0	3,5	--	57,4	25,7
Oliveira et al. (2018)	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck ¹	15,0	91,0	9,0	3,5	--	57,4	25,7
Siqueira et al. (2018)	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck ¹	13,9	86,0	14,0	4,1	1,5	52,3	27,7

¹cv. Miúda

²cv. Orelha de Elefante Mexicana

Uma pesquisa realizada por Batista et al. (2009) relata que todos os cultivares de palma forrageira possuem uma alta degradabilidade ruminal da MS, conseqüentemente uma alta digestibilidade, com algumas pequenas diferenciais entre eles.

A alta digestibilidade da MS da palma forrageira é reflexo devido aos altos teores de carboidratos não fibrosos e teores baixos em lignina que contém, que pode explicar a elevada taxa de degradação alta da MS (DOORENBOS et al. 2017), pois, aproximadamente, 80% da MS são compostos por carboidratos totais e, destes, são considerados 90% potencialmente digestíveis (MAGALHÃES et al. 2021).

Gomez et al. (2016) relatou que altas proporções de CNF, conseqüentemente, aumentam a digestibilidade da palma forrageira; logicamente, os CNF são rapidamente degradados no rúmen, fornecendo mais energia, favorecendo o crescimento microbiano no rúmen, portanto, uma ótima digestão, o que facilita os processos dos microrganismos para a fermentação dos carboidratos fibrosos, reduzindo o tempo, aumentando a produção de gases devido aos carboidratos degradados por microrganismos ruminais.

O uso da palma forrageira na dieta de ruminantes tem capacidade de alterar o ambiente ruminal ao reduzir o pH e aumentar a taxa de passagem da digesta, tendo potencial de influenciar o aproveitamento dos nutrientes, a síntese de tecidos no corpo dos animais e, por consequência, a composição química da carne, visto que esta é afetada, especialmente, pela alimentação (CAMPOS et al., 2017). De acordo com Cardoso (2018), a inclusão da palma miúda com níveis de até 450 g/kg na dieta de ovinos Santa Inês melhora o perfil de ácidos graxos desejáveis, sem alterar as características físico-químicas da carne.

Por apresentar características de um alimento energético, a palma forrageira vem sendo utilizada na composição de dietas como fonte energética em substituição total ou parcial aos alimentos tradicionalmente utilizados, como o milho (FROTA et al., 2015; MOURA et al., 2020).

2.4 GÉRMEN INTEGRAL DE EXTRA GORDO DE MILHO

Em qualquer segmento da produção animal, a alimentação é um fator crucial para garantir bons resultados e, conseqüentemente, o sucesso da produção. Nesse sentido, a busca por alimentos alternativos que possam garantir melhores combinações de ingredientes e redução dos custos com alimentação é uma realidade. Entre estes alimentos, destaca-se a utilização dos subprodutos agroindustriais com o objetivo de maximizar a utilização de determinado produto, gerando menor quantidade de resíduos e visando diminuir o custo total de produção (URBANO et al., 2016).

O milho é o principal ingrediente energético utilizado na alimentação animal, seu beneficiamento gera uma vasta gama de produtos e coprodutos, muitos com possibilidade de inclusão na alimentação animal. O grão de milho é dividido em quatro estruturas: endosperma, gérmen, pericarpo e ponta. O endosperma corresponde, a aproximadamente, 83% do grão e é constituído em sua maior parte por amido (98%) e proteínas (75%). O gérmen representa de 10 a 14% do grão e é rico em lipídios (83%), açúcares (69%) e proteínas (26%). Já o pericarpo e a ponta equivalem a 5% e 0,8% do grão, respectivamente, sendo compostos principalmente por fibras (PAES, 2008).

O gérmen integral extragordo de milho (GIEM), um coproduto da indústria do milho para o uso do amido, que está sendo usado na produção animal devido à sua disponibilidade e possibilidade de aquisição a custos reduzidos, pode se constituir em uma alternativa para formular dietas para pequenos ruminantes em terminação.

O GIEM é definido como o resultado da trituração do gérmen, do tegumento e das partículas amiláceas, obtidos por extração mecânica e com alto teor de extrato etéreo (BRITO et al., 2005). Sua obtenção se dá por meio da de-germinação do grão de milho por via úmida ou seca. Do ponto de vista bromatológico, o gérmen obtido através da moagem úmida contém aproximadamente 40% a 50% de gordura e é denominado de gérmen integral extragordo de milho (GIEM), enquanto o gérmen extraído pela moagem seca contém teor de gordura entre 20 e 25% (MOREAU et al., 2005). Este coproduto possui maior teor de FDN e EE do que o grão de milho e, semelhante aos grãos com alto teor de amido, pode fornecer energia suficiente, mas sem aumentar o risco de carga ácida ruminal (NOORMOHAMMADI et al., 2022).

Estudos realizados comprovaram que a substituição do grão de milho pelo gérmen de milho integral não promoveu efeito negativo sobre o total de ácidos graxos saturados (AGS), mas verificou-se efeito linear decrescente para o total de ácidos graxos monoinsaturados e crescente para o total de ácidos graxos poli-insaturados (AGP). As relações AGP:AGS e ω -6: ω -3 elevaram-se com a substituição (URBANO et al., 2014).

No cenário atual, a crise de fornecimento de alimentos no mundo impulsiona a procura por alimentos alternativos que sejam substitutos eficientes e viáveis para os ingredientes tradicionalmente utilizados nas dietas animais. Entretanto, apesar de apresentar um bom potencial nutritivo e composição adequada, a avaliação do GIEM como ingrediente alternativo é indispensável, principalmente quando utilizado na alimentação de ruminantes, tendo em vista a baixa tolerância à gordura por parte da flora microbiana ruminal (MIOTTO et al., 2009; URBANO et al. 2016).

Dessa forma, o GIEM surge como um alto potencial como substituto pelo milho nas dietas de ovinos de corte, visando o aumento da rentabilidade da produção.

2.5 QUALIDADE DA CARNE OVINA

A crescente demanda por carnes de alta qualidade desenvolveu a necessidade de conhecer mais dos fatores que influenciam as características da qualidade da carne; aparentemente, a raça do animal e o sistema de alimentação são alguns aspectos que podem influenciar nas características da carcaça.

Um produto de qualidade é aquele que satisfaz completamente as expectativas que o consumidor pretende encontrar no mesmo, ou seja, um bom alimento nutritivo e aprazível ao paladar. De acordo com Cezar & Sousa (2007), é muito importante conhecer as características quantitativas e qualitativas da carne que fornece as carcaças comercializadas, com o fim de ofertar carnes de qualidade e, conseqüentemente, o aumento da demanda e a oferta de carnes de ótima qualidade.

A carcaça é a parte mais importante do animal. Os cortes comerciais que a compõem possuem diferentes valores econômicos agregados, dessa forma, a proporção de cada um deles é um importante índice para avaliação de sua qualidade comercial (HUIDOBRO & CAÑEQUE, 1993; HASHIMOTO et al., 2012).

O peso de abate é fator de alta relevância em sistemas de produção, onde o objetivo é a produção de carne, pois interfere no rendimento de carcaça, na qualidade da carne e nos índices econômicos. Além disso, permite a otimização das estratégias nutricionais, a viabilidade econômica e o atendimento às exigências do mercado de consumo (SANTANA et al., 2011; QUADROS, 2018).

Segundo Silva et al. (2008), a avaliação das características quantitativas e qualitativas são essenciais, pois estão relacionadas à qualidade do produto. O rendimento da carcaça é o principal fator atribuído ao valor pago, sendo dependente dos alimentos e nutrientes absorvidos no trato gastrintestinal, podendo variar de acordo com a alimentação do animal anteriormente ao abate (QUADROS et al., 2018).

O rendimento de carcaça tem sido avaliado por diversos autores, encontrando valores para ovinos entre 40,36% e 45,30% para rendimento de carcaça quente, e de 36,87% a 45,38% para rendimento de carcaça fria (DANTAS et al., 2008; ARAÚJO FILHO et al., 2010; PEREIRA et al., 2010; ALMEIDA et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2017). A composição tecidual ou histológica da carcaça e as quantidades de gordura, músculo e osso variam de acordo com alguns fatores, como a idade, genética e o sistema de manejo e alimentação (SAÑUDO e SIERRA, 1993). As relações e o crescimento destes tecidos são fatores essenciais no processo de produção de carne ovina, pois este conhecimento servirá como base para o direcionamento na produção animal, tendo em vista que o objetivo principal é a obtenção de carcaças que apresentem maior quantidade de tecido muscular em relação aos tecidos ósseo e adiposo (ROSA et al., 2002).

Quando o objetivo da produção é um produto de qualidade uniforme, os fatores que exercem influência sobre o produto devem ser caracterizados (SILVA et al., 2008). Para satisfazer às demandas do mercado consumidor, é necessário conhecer os fatores que interferem

nas características físicas e químicas da carne, já que estes determinam sua qualidade. Os fatores são antes mortem e post mortem, a saber, o início, como alimentação, manipulação, processamento, armazenamento, e o cozimento, que podem interferir na qualidade do produto (MARTINEZ-CEREZO et al., 2005).

A avaliação físico-química da carne também está ligada aos aspectos qualitativos da carne obtida do sistema de produção. Dentre os parâmetros utilizados para a avaliação, têm-se composição química, avaliação de parâmetros de coloração, pH, força de cisalhamento e características organolépticas da carne, que, assim como as características de rendimento de carcaça, também estão sujeitas à influência do genótipo: sexo, idade e dieta. Em relação às preferências do consumidor, para diferentes mercados, há diferentes exigências. Porém, existem características comuns, como: carne macia, com pouca gordura e muito músculo, comercializada a preços acessíveis (SILVA SOBRINHO, 2001). O pH é um dos fatores mais imprescindíveis na transformação do músculo em carne com um feito contundente na sua qualidade e de seus derivados.

Segundo Cezar & Sousa (2010), o valor final do pH e a velocidade da sua queda durante o processo de transformação do músculo em carne afetam diretamente as características organolépticas (flavor, coloração, suculência etc.) e, conseqüentemente, as características físicas da mesma, como a maciez da carne ovina cozida e a capacidade de retenção de água.

A cor da carne é um atributo muito importante para o consumidor e a primeira característica a ser observada na hora da compra, dependendo da concentração, do estado de oxidação da mioglobina, e da estrutura da carne.

Bolfe (2013) observou efeito linear crescente para os valores de L* (luminosidade), b* (intensidade do amarelo) e tonalidade, e decrescente para os valores de a* (intensidade do vermelho) e croma da carne bovina durante a maturação.

Muitas variáveis afetam a cor da carne, alguns são a falta de higiene no abate, o que pode aumentar a probabilidade de crescimento bacteriano, a temperatura alta da carne, a intensidade e o tipo de luz, as condições de abate e a susceptibilidade do animal ao estresse, que podem acarretar modificações indesejáveis nos valores de pH da carcaça, que, por sua vez, altera a cor e a qualidade da carne.

A perda de peso por cozimento (PPC), um parâmetro de avaliação muito importante na qualidade da carne, pode modificar os teores de proteína, gordura e matéria seca devido à perda de nutrientes e de água durante o processo, sendo relacionada diretamente ao desempenho no preparo da carne para o consumo, assim como pode influenciar na sua suculência e maciez.

De acordo com Sañudo et al. (2000), os principais fatores que influenciam o consumidor a gostar ou não da carne são aparência, maciez, suculência e sabor. Estas propriedades também são influenciadas diretamente pela idade, sexo, raça, sistema de alimentação e composição da dieta do animal. Dessa forma, a qualidade para o consumidor pode ser avaliada mediante uma análise sensorial, sendo capaz de julgar um produto através de seus próprios sentidos. Esta qualidade é definida pelo maior grau de satisfação proporcionado ao consumidor, sendo estas características sensoriais relacionadas à porção comestível da carne, principalmente pela relação músculo:gordura e a composição e valor biológico (COSTA et al., 2008).

A análise sensorial associada aos métodos objetivos é uma importante ferramenta para avaliar a qualidade do produto. Segundo Osório et al. (2009), a análise sensorial pode ser realizada através do método sensorial afetivo, discriminativo e descritivo, sendo os atributos mais valorizados da carne ovina: cor, aroma, textura, suculência e sabor.

A maciez representa o principal aspecto de avaliação ou apreciação da carne ovina (GERMANO et al., 2008). Pode ser definida como a facilidade com que a carne se deixa mastigar e está composta por três sensações descritas pelo consumidor: a primeira descrita como a facilidade de penetração com os dentes, outra mais prolongada, que seria a resistência que oferece a carne à ruptura durante a mastigação, e a final, que se refere à sensação de resíduo na boca (MENEZES ET AL., 2009).

Abreu et al. (2019), avaliando a substituição do farelo de trigo por palma miúda e seus efeitos na qualidade da carne de ovinos, relataram que a substituição pode ser recomendada, e as análises sensoriais indicaram boa aceitação da carne, independentemente do nível de inclusão da palma. Houve influência apenas para alguns ácidos graxos insaturados na carne, diminuindo os benefícios para a saúde.

No semiárido brasileiro, a ovinocultura desempenha um papel importante no sistema agrícola, e a dieta é um fator limitante na produção de carne. Manter animais em confinamento torna-se uma importante alternativa a criador de ovinos, principalmente no período seco, ressaltando a adoção de alimentos não convencionais como substitutos para alguns componentes energético da dieta de ruminantes. Assim, há a necessidade de estudos sobre a influência da dieta na qualidade da carne de ovinos de raças nativas, visando detectar sistemas alternativos de alimentação adaptáveis às condições do semiárido nordestino (COSTA et al., 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO E COMITÊ DE ÉTICA

O estudo foi realizado na região metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil. Situada sob as coordenadas geográficas de 8°04'03''S e 34°55'00''W, com parâmetros climáticos tipo tropical quente e úmido. O manejo e o tratamento dos animais foram licenciados de acordo com a Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob o protocolo n° 4992250221, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

3.2 ANIMAIS, INSTALAÇÕES E TRATAMENTOS

Foram utilizados 40 ovinos da raça Santa Inês, machos não castrados, com quatro meses e peso médio inicial de $22,0 \pm 1,0$ kg. Os animais foram tratados contra ecto e endo parasitas, vacinados contra clostridioses e alojados em baias individuais, com dimensões de 1,0 m x 1,8 m, providas de bebedouros e comedouros, dispostas em galpão coberto. O experimento teve duração de 80 dias, sendo 20 dias para adaptação às instalações, às dietas e ao manejo; e 60 dias para avaliação e coleta de dados e amostras. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado.

Os tratamentos consistiram em quatro dietas, sendo duas com milho e duas com o gérmen integral extragordo de milho associado ou não à palma orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* [Haw]. Haw), conforme Tabela 3. As rações foram calculadas para atender às exigências nutricionais de ovinos, visando ganho médio diário de 250 g, de acordo com o NRC (2007).

Tabela 2. Composição química dos ingredientes da dieta

Item	Feno de tifton	POEM ³	Milho moído	GIEM ⁴	Farelo de soja	Farelo de trigo	Sal mineral ¹	Uréia
(g/kg)								
MS ¹	904,50	91,75	887,50	969,30	887,50	892,30	999,00	978,80
MM ²	67,80	134,10	15,50	11,90	65,50	68,30	999,9	-
MO ²	932,20	865,90	984,50	988,10	934,50	931,70	0,10	-
PB ²	61,60	108,90	83,20	130,70	490,50	166,50	-	265,00
EE ²	9,50	15,90	31,20	480,80	15,10	21,80	-	-
FDNcp ²	680,80	215,30	145,20	240,00	102,30	425,60	-	-
CNF ²	85,90	448,20	749,20	148,50	274,70	323,20	-	-

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF = carboidratos não-fibrosos.

Nutrientes/kg do produto: Cálcio (Ca) = 140g; Fósforo (P) = 70g; Magnésio (Mg) = 1.320mg; Ferro (Fe) = 2.200mg; Cobalto (Co) = 140mg; Manganês (Mn) = 3.690mg; Zinco (Zn) = 4.700mg; Iodo (I) = 61mg; Selênio (Se) = 45mg; Enxofre (S) = 12g; Sódio (Na) = 148g; Flúor (F) = 700mg.

¹com base na matéria natural;

²com base na matéria seca;

³palma orelha de elefante mexicana;

⁴gémén integral extra gordo de milho.

As dietas foram fornecidas em duas refeições diárias, às 8h e às 16h, e o fornecimento de água ad libitum. Para estimar o consumo voluntário, as sobras foram recolhidas e pesadas antes da refeição da manhã e o consumo foi mensurado pela diferença entre o ofertado e a sobra de cada animal. A quantidade fornecida foi ajustada diariamente, baseada na ingestão voluntária do animal com estimativa de sobras de 15%.

Tabela 3. Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas com base na matéria seca

Alimentos	Tratamentos			
	Milho + FCT	Milho + POEM	GIEM + FCT	GIEM + POEM
	(g/kg MS)			
Feno de Tifton	592,50	300,00	592,50	300,00
POEM	0,00	297,50	0,00	297,50
GIEM	0,00	0,00	100,00	100,00
Milho	100,00	100,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	160,00	160,00	160,00	160,00
Farelo de soja	120,00	120,00	120,00	120,00
Ureia	7,50	2,50	7,50	2,50
Sal mineral	20,00	20,00	20,00	20,00
Composição química (g/kg MS)				
Matéria seca*	901,10	248,50	908,80	249,10
Matéria mineral	62,50	89,60	69,20	89,30
Proteína bruta	149,65	150,78	154,40	155,53
Extrato etéreo	14,00	16,00	59,00	61,00
FDNcp	498,30	363,20	507,70	372,70
Carboidratos não fibrosos	320,00	429,90	254,10	371,10
Nutrientes digestíveis totais	621,28	650,80	621,28	650,80

* com base na matéria natural

FCT = feno de Capim-Tifton

POEM = Palma Orelha de Elefante Mexicana;

GIEM = Gémén integral extra gordo de milho;

FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

A composição química dos ingredientes que compõem as dietas, em g/kg, está apresentada na tabela 2.

3.3 ABATE

Ao final do experimento, os animais foram pesados para a obtenção do peso corporal final (PCF), submetidos a um jejum de sólidos por 16 horas e abatidos conforme as normas estabelecidas no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 2020). A insensibilização dos animais foi realizada conforme as recomendações do Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2000), utilizando o método percussivo penetrativo.

As carcaças quentes foram conduzidas à câmara fria com temperatura de 4°C, onde permaneceram por 24 horas. Após este período, as carcaças foram seccionadas longitudinalmente e das meias carcaças esquerdas foram retirados o lombo e a perna, embalados a vácuo em sacos de polietileno de alta densidade e congelados à -21°C.

3.4 AVALIAÇÃO TECIDUAL E ÍNDICE DE MUSCULOSIDADE DA PERNA

A perna esquerda de cada animal foi utilizada para a avaliação da composição tecidual, conforme metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007). A dissecação da perna foi realizada com auxílio de pinças, bisturis e tesouras, separando-se os grupos tissulares: gordura subcutânea; gordura intermuscular; músculos; ossos, e outros tecidos (compostos por glândulas, vasos sanguíneos, tendões e nervos). Foram obtidos os pesos e os rendimentos de todos os tecidos dissecados em relação ao peso do pernil reconstituído. Também foram avaliadas as relações teciduais: músculo:osso, músculo:gordura, gordura subcutânea:gordura intermuscular e músculo + gordura:osso.

Para estimar o índice de musculosidade da perna (IMP), utilizou-se a equação proposta por Purchas et al. (1991).

$$IMP = \sqrt{(P5M/CF) / CF} \quad (1)$$

Em que P5M equivale ao peso total (g) dos cinco principais músculos que envolvem o fêmur (*Quadriceps femoris*, *Semimembranosus*, *Semitendinosus*, *Glúteo Bíceps* e *Adutor*), e CF é o comprimento do fêmur (cm).

A análise física da carne foi realizada no músculo *Longissimus lumborum*, as amostras foram previamente descongeladas durante 24 horas, sob refrigeração (4°C).

3.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Na avaliação da coloração da carne, as amostras descongeladas foram cortadas em bifes com espessura de 2,5 cm, seguidas de exposição ao ar por 30 minutos em ambiente refrigerado (4°C) (RAMOS e GOMIDE, 2017). Foram realizadas leituras utilizando colorímetro digital Minolta Chroma Meter CR-400, sistema CIELAB, com leituras de Luminosidade (L*), intensidade da cor amarela (b*) e intensidade da cor vermelha (a*), considerando seis medições em diferentes pontos do músculo.

Foram estimados os valores de croma (C*) e ângulo de tonalidade (H*) de acordo com MacDougal (1994), usando os espaços de cor L* a* b*, onde L* indica a luminosidade, e as coordenadas cromáticas a*, que indica a variação do verde (-a) ao vermelho (+a), e b*, que indica a variação do azul (-b) ao amarelo (+b), obtidas nas determinações colorimétricas do sistema CIELAB, com as seguintes fórmulas:

$$C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{0,5} \quad (2)$$

$$H^* = \arctan (b^*/a^*) \quad (3)$$

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0,5} \quad (4)$$

Na avaliação de perdas por cocção (PC), os bifes com espessura de 2,5 cm foram pesados, assados em forno pré-aquecido à temperatura de 163°C, quando atingiram temperatura interna de 40 °C, foram virados e mantidos no forno até atingir a temperatura de 70 °C no centro geométrico, monitorada por meio de termômetro especializado para cocção de carne (Acurite®). Após atingir a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas. As perdas foram calculadas pela diferença de peso das amostras antes e depois da cocção e expressas em porcentagem.

Para a determinação da força de cisalhamento (FC), as amostras cozidas foram cortadas paralelamente à direção das fibras musculares com auxílio de vazador com 1,27 cm de diâmetro. A força para cortar transversalmente cada amostra foi medida com equipamento BrasEq Analisador de Textura CT3 com interface fácil e amigável, células de carga disponíveis até 50 Kg, faixa de velocidade de 0,01 a 10 mm/s. Foram retiradas seis amostras cilíndricas, sendo a média das FC utilizada para representar o valor da dureza de cada amostra.

A capacidade de retenção de água (CRA, %) foi obtida segundo a metodologia de Sierra (1973). Amostra com 300 mg de carne foi colocada no centro de papel filtro dobrado, previamente pesados (P1) e prensadas durante cinco minutos, utilizando um peso de 3,4 kg. Após a prensagem, a amostra de carne foi removida e o papel novamente pesado (P2). Foi determinada a CRA de água com a fórmula:

$$CRA (\%) = 100 - [(P2 - P1) / S \times 100] \quad (5)$$

Em que “S” representa o peso da amostra.

Para mensuração do pH, utilizou-se a metodologia descrita por Zapata (2000), em que uma amostra de 5 g de músculo foi homogeneizada com 50 mL de água deionizada por 15 segundos, posteriormente, o pH foi mensurado com um pHmetro digital.

3.6 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS

Para composição química, após o processo de dissecação da perna, foram obtidas amostras do músculo semimembranoso, que foram trituradas e homogeneizadas em liquidificador e liofilizadas, para posteriormente determinação de umidade, proteína, gordura e minerais, utilizando as metodologias descritas por AOAC (2010);

Para a análise sensorial, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos por meio da Plataforma Brasil, sendo realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência do Consumo da UFRPE.

Nas cabines individuais, foram disponibilizadas para cada avaliador amostras da carne, com peso de 12 a 15g, em pratos descartáveis de cor branca, codificados com três dígitos aleatórios. Os atributos sensoriais, o aroma característico, a cor, a textura, a maciez, o sabor característico, a suculência e a aparência geral da carne ovina foram avaliados mediante a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), em uma escala hedônica não estruturada, com intensidade de atributos variando de zero (menor intensidade) a dez (maior intensidade), como descrito por Ston e Sidel (2004). Para remover o sabor residual entre as amostras, foi servida água com temperatura ambiente.

Utilizou-se o lombo esquerdo cozido de acordo com metodologia para determinação das PC. Foram convidados 13 provadores treinados. Todos os avaliadores foram instruídos em relação ao procedimento do teste e de preenchimento da ficha de resposta antes de iniciar a avaliação.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições (animais), sendo o peso inicial dos animais usado como covariável, conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - X) + e_{ij} \quad (6)$$

Em que Y_{ij} = valor observado da variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento i ($i = 1 - 4$); $\beta (X_{ij} - X)$ = efeito de covariável (peso corporal inicial); e_{ij} = erro

experimental. Para algumas variáveis avaliadas, a covariável foi retirada do modelo quando não foi significativa.

As variáveis estudadas foram interpretadas por meio de análises de variância, e as médias comparadas pelo Teste de Tukey. Para todos os procedimentos estatísticos, adotou-se o nível de significância de 5% e utilizou-se o PROC MIXED do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS) 9.4.

Para a análise sensorial da carne dos ovinos, foi utilizado o delineamento em blocos completos casualizados, a partir do seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij} \quad (7)$$

Em que Y_{ij} = valor observado da variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento i ($i = 1 - 4$); B_j = efeito do bloco (pessoas; $j = 1 - 13$); e_{ij} = erro experimental.

Para a avaliação estatística, utilizou-se o teste não paramétrico de Friedman ao nível de 5% de significância, que considerou o avaliador como um bloco. Quando o teste de Friedman foi significativo, a diferença mínima significativa (DMS) foi calculada para determinar as diferenças entre as médias no nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS

4.1 COMPOSIÇÃO TECIDUAL E ÍNDICE DE MUSCULOSIDADE

Foram verificadas diferenças significativas na composição tecidual e no índice de musculabilidade da perna entre os tratamentos avaliados (Tabela 4).

Tabela 4. Ganho de peso, rendimento e qualidade da carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo gérmen integral extra gordo de milho em substituição ao milho em associação ou não com a palma forrageira

Variável	Tratamentos				EPM	P-Valor
	Milho + FCT	Milho + POEM	GIEM + FCT	GIEM + POEM		
Ganho de peso (g/dia)	190,0b	265,0a	118,0c	287,0a	0,0443	<0,0001
Perna (kg)*	2,124b	2,510a	1,843c	2,615a	0,0530	<0,0001
Musculo (kg)*	1,389b	1,579a	1,161c	1,590a	0,0410	<0,0001
Ossos (kg)*	0,426b	0,500a	0,408b	0,513a	0,0140	<0,0001
Gordura Subcutânea (kg)	0,086c	0,132b	0,071c	0,169a	0,0095	<0,0001
Gordura Intermuscular (kg)	0,027b	0,039ab	0,034ab	0,051a	0,0043	0,004
GSc:GI _m	4,245a	3,599ab	2,100b	3,513ab	0,4916	0,0286
Gordura Pélvica (kg)	0,015b	0,024ab	0,013b	0,033a	0,0030	<0,0001
Gordura Total (kg)	0,127c	0,195b	0,118c	0,252a	0,0143	<0,0001
Outros Tecidos (kg)	0,104b	0,161a	0,094b	0,188a	0,0133	<0,0001
Relação Músculo:Osso	3,27a	3,15a	2,85b	3,12ab	0,0763	0,0042
Relação Músculo:Gordura	11,50a	8,08b	10,43a	6,83b	0,7254	0,0002
MG:O	3,57a	3,55a	3,14b	3,62a	0,0970	0,0041
Músculo (%)	67,87a	64,64b	65,27b	62,65c	0,5588	<0,0001
Ossos (%)	20,89b	20,58b	22,91a	20,15b	0,4228	0,0002
Gordura Total (%)	6,28c	8,18ab	6,59bc	9,88a	0,6326	0,0009
Comprimento do fêmur (cm)	17,72	17,74	17,54	17,58	0,2600	0,9307
Outros Tecidos (%)	5,06b	6,59ab	5,23b	7,32a	0,5425	0,0141
IMP (g/cm)	0,38b	0,42a	0,36b	0,42a	0,0088	<0,0001

FCT = Feno de Capim-Tifton; GIEM = gérmen integral extragordo de milho; POEM = Palma Orelha de Elefante Mexicana; GSc:GI_m = Relação gordura subcutânea:gordura intermuscular; MG:O = Relação Músculo + Gordura:Osso; IMP = índice de musculosidade da perna; EPM = erro padrão médio.

*Variáveis em que a covariável entrou no modelo estatístico.

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os maiores ($P < 0,05$) pesos de perna e de tecido muscular (Tabela 4) foram observados nos animais que receberam as duas dietas com palma forrageira, enquanto os menores pesos de perna e músculo foram para o tratamento GIEM + FCT ($P < 0,05$). Em relação à variável peso de osso, os tratamentos com palma forrageira foram superiores ($P < 0,05$) aos dois tratamentos sem palma forrageira.

A gordura subcutânea e a gordura total foram semelhantes para os tratamentos sem palma forrageira, mas inferiores ($P < 0,05$) aos tratamentos com palma, todavia, entre os tratamentos com palma, a gordura subcutânea e o total foram maiores ($P < 0,05$) para o tratamento que continha gérmen de milho (GIEM + POEM). A deposição de gordura

intermuscular, no entanto, foi menor ($P<0,05$) para o tratamento Milho + FCT quando comparado aos demais (Tabela 4).

Observou-se diferença ($P<0,05$) na relação gordura subcutânea:gordura intermuscular entre os tratamentos contendo somente FCT como volumoso, com médias de 4,24% (Milho+FCT) e 2,1% (GIEM+FCT). Para os tratamentos em associação com POEM, não foram observadas diferenças, com média de 3,56.

A menor relação músculo:osso ($P<0,05$) foi observada para os animais alimentados com a dieta com GIEM + FCT (Tabela 4) em relação aos tratamentos Milho+FCT e Milho+POEM. Para o tratamento GIEM + POEM, esta relação foi semelhante aos demais tratamentos.

O menor e o maior rendimento muscular ($P<0,05$) foram obtidos, respectivamente, com os animais alimentados com as dietas Milho+FCT (67,8%) e GIEM+POEM (62,6%). Os tratamentos GIEM+FCT (65,3%) e POEM+Milho (64,6%) apresentaram rendimentos intermediários (64,64%) e diferentes dos demais ($P<0,05$).

A gordura total foi maior ($P<0,05$) para o tratamento GIEM+POEM (9,88%), mas semelhante ao outro tratamento com palma (Milho+POEM), que foi 8,18%. Enquanto os menores valores ficaram para os animais que receberam os tratamentos Milho+FCT (6,28%) e GIEM+FCT (6,59%). Da mesma forma, o índice de musculosidade da perna (IMP) foi maior ($P<0,05$) para os animais alimentados com as dietas contendo palma forrageira ($P<0,05$).

4.2 PARÂMETROS FÍSICOS DA CARNE

O pH, a coloração da carne (coordenadas de cor L^* , a^* , b^*), a capacidade de retenção de água, a perda por cocção e a força de cisalhamento não foram diferentes entre os tratamentos.

Tabela 5. Parâmetros físicos da carne de ovinos alimentados com dietas contendo gérmen integral extragordo de milho em substituição ao milho em associação ou não Palma Orelha de Elefante Mexicana

Variável	Tratamentos				EPM	P-valor
	Milho + FCT	Milho + POEM	GIEM + FCT	GIEM + POEM		
pH	5,85	5,92	5,99	5,98	0,08	0,6318
L*	45,95	45,47	45,21	44,43	0,51	0,2173
a*	13,76	14,71	14,20	14,79	0,43	0,3120
b*	7,88	8,44	8,12	8,33	0,26	0,4564
Croma (C*)	15,87	16,97	16,39	16,99	0,46	0,2759
Ângulo de tonalidade (H*)	29,77	29,93	29,81	29,39	0,74	0,9587
CRA, %	63,42	63,30	63,07	65,44	1,01	0,3291
Perda de peso por cocção, %	25,85	26,71	24,63	25,65	1,70	0,8586
FC, kgf/cm ²	1,93	1,97	1,78	1,73	1,21	0,4628

POEM = palma orelha de elefante mexicana; CRA = capacidade de retenção de água; FC = força de cisalhamento.

O pH, a coloração da carne, a capacidade de retenção de água, a perda por cocção e a força de cisalhamento não foram diferentes entre os tratamentos.

4.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Exceto para o teor de minerais, os teores de umidade, proteína e gordura da carne foram influenciados diferentes pelo efeito dos tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6. Composição química da carne de ovinos alimentados com dietas contendo gérmen integral extra gordo de milho em substituição ao milho em associação ou não com a palma forrageira.

Variável	Tratamentos				EPM	P-valor
	Milho + FCT	Milho + POEM	GIEM + FCT	GIEM + POEM		
Umidade, %	78,31a	77,84a	78,49a	76,79b	0,2136	<0,0001
Minerais, %	1,17	1,14	1,08	1,12	0,0699	0,8395
Proteína, %	20,28b	21,18ab	20,10b	21,70a	0,3405	0,0057
Gordura, %	1,67b	1,71b	1,82ab	2,16a	0,1137	0,0169

EPM = erro padrão médio

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey (P < 0,05).

4.4 CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS

Houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos para os atributos sensoriais em relação à cor, aroma e sabor característico da carne ovina (Tabela 7).

Tabela 7. Características sensoriais da carne de ovinos alimentados com dietas contendo gérmen integral extra gordo de milho em substituição ao milho em associação ou não com a palma forrageira.

Variáveis ¹	Tratamentos				FT ²	P – valor ³
	Milho +	Milho +	GIEM +	GIEM +		
	FCT	POEM	FCT	POEM		
Aparência Geral	5,99	6,13	5,90	6,39	5,43	0,1426
Cor	3,99b	4,85a	4,07b	5,22a	25,45	<0,0001
Aroma Característico	5,27b	6,58a	5,07b	5,89a	19,19	0,0003
Maciez	6,36	6,46	6,63	6,09	2,30	0,5117
Suculência	5,88	5,71	6,20	5,59	4,79	0,1881
Sabor característico	4,36b	5,44a	4,12b	5,20ab	12,48	0,0059

¹ Escala hedônica não estruturada de 10 pontos;

² Teste não paramétrico de Friedman (Friedman test; $P < 0,05$);

³ Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre os tratamentos.

5 DISCUSSÃO

O peso da perna refletiu o melhor ganho de peso dos animais que receberam os tratamentos contendo palma forrageira, que foram 265 e 287 g/dia, respectivamente, para GIEM+POEM e Milho+POEM. Enquanto para os animais dos tratamentos Milho+FCT e GIEM+FCT, os ganhos foram 190 e 118 g/dia. Os pesos de músculo, osso e gordura total refletiram o peso das pernas, evidenciando que as dietas contendo palma forrageira foram bem superiores no que tange à deposição destes tecidos. Todavia, a associação do GIEM com a POEM mostrou que os animais foram capazes de depositar mais gordura (292 g) na perna, aproveitando melhor o nutriente na dieta do que quando foi usado o GIEM sem a palma (Tratamento GIEM+FCT), cujo total de gordura foi 118g. No caso do GIEM+POEM, além da gordura total, os pesos foram maiores para gordura subcutânea, intermuscular e pélvica (Tabela 4).

Os tratamentos contendo palma forrageira apresentaram o dobro de gordura subcutânea, importante para a conservação das carcaças, especialmente em animais da raça Santa Inês jovens, que não indicaram depósitos significativos de gordura subcutânea, como observado nos

trabalhos desenvolvidos com a raça, com o cruzamento da raça, usando palma forrageira, ou com animais em crescimento (MOURA et al., 2020; CARDOSO et al., 2021).

A gordura intermuscular se mostrou menor para o tratamento que não continha palma nem presença do GIEM, demonstrando que tanto a palma como o GIEM melhoraram a qualidade da carne neste aspecto. De acordo com o acabamento das carcaças e os teores de gordura obtidos na dissecação, pode-se inferir que o máximo desenvolvimento do tecido adiposo ainda não teria sido atingido, em virtude de os animais serem jovens. Mesmo assim, a relação gordura subcutânea:gordura, como média de 3,56, pode ser considerada adequada. A deposição de ambas as gorduras é necessária para minimizar as perdas por resfriamento e, desse modo, não comprometer a carcaça nem as características físico-químicas do produto.

A relação músculo:osso mostrou que os animais que apresentaram menor peso de perna (GIEM+FCT) foram os que tiveram tal relação mais estreita. Este tratamento apresentou maior porcentagem de osso e menor de gordura na composição da perna e foi intermediária para músculo. As dietas contendo GIEM evidenciaram que menos músculo e mais gordura foram depositados na perna, o que explica a resposta encontrada (Tabela 4). Os valores não diferem, todavia, do trabalho de Costa et al. (2012b), que encontraram valor médio de 3,5 para a relação músculo:osso em ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira em substituição ao milho. De acordo com a pesquisa de Purchas et al. (1991), na maioria das vezes, esta relação pode ser um reflexo de ossos mais leves, e não necessariamente de músculos mais pesados.

A relação músculo:gordura, maior para os tratamentos com FCT, com média de 10,96, e menores entre os tratamentos com POEM, com média de 7,46, explica-se porque as dietas com palma forrageira aumentaram os depósitos de gordura (Tabela 4) em razão da energia que a palma acrescenta nas dietas, o que ocorreu com valores semelhantes ao deste trabalho quando Moura et al. (2020) aumentaram a quantidade de palma forrageira nas dietas. Também Costa et al. (2012b) observaram que a substituição do milho por palma forrageira influenciou o percentual de gordura nas ovelhas de forma quadrática, apresentando maior relação músculo:gordura e o tratamento com 100% de substituição em conformidade ao controle.

Os rendimentos dos tecidos muscular, ósseo e adiposo evidenciaram que a presença da palma forrageira para aumentar o tecido adiposo, refletindo nas menores participações do tecido ósseo e muscular, cujos valores e respostas corroboram os dados obtidos por Moura et al. (2020), que utilizaram palma forrageira em níveis crescentes nas dietas. Importante considerar que a carne de animais da raça Santa Inês, especialmente de animais jovens, apresenta baixos teores de gordura, e a palma mostrou ser alternativa para melhorar os depósitos de gordura.

A inclusão da palma forrageira ou do GIEM não influenciou as características físicas da carne. O pH muscular ficou no limiar do ideal, conforme observado por outros autores (SILVA SOBRINHO et al., 2005; BEZERRA et al., 2016; e ABREU et al., 2019), indicando o pH médio observado de 5,9, que não houve estresse pré-abate. A não alteração do pH se associa a outros parâmetros físicos, que também não variaram com os tratamentos, como a CRA, a cor e a maciez, com bons resultados. Além disso, a semelhança no pH da carne entre os tratamentos também pode explicar os resultados encontrados para a coloração da carne (MUCHENJE et al., 2009; COSTA et al., 2011; CALNAN et al., 2016; ABREU et al., 2019), estando de acordo com a faixa citada por Sañudo et al. (2000), com variações de 30,03 a 49,47 para a coordenada L *, 8,24 a 23,53 para a coordenada a*, e 3,38 a 11,10 para a coordenada b.

O valor médio para força de cisalhamento (1,85 kgf/cm²) mostrou que a carne dos animais se apresentou macia, de acordo com os valores relatados por Cezar & Sousa (2007), onde estabelece que as carnes ovinas que apresentam valores de FC inferiores a 2,27 kgf/cm² podem ser classificadas como macia.

Na perda por cocção, apesar de não ter havido diferença entre os tratamentos, foram obtidas carne consideradas de qualidade (COSTA, 2009; JACOB & PETHICK, 2014; ABREU et al., 2019), os valores encontrados podem ser considerados altos, com média obtida de 25,71%, portanto, não desejável, porque sinaliza que a carne perdeu muita água durante o cozimento. A CRA é inversamente relacionada à perda por cocção, cujos valores foram semelhantes entre os tratamentos, e o valor médio de 63,8%, observado neste trabalho, ainda é adequado por se tratar de carne de animais bastante jovens.

A composição da carne é importante porque reflete a qualidade da carne e, neste experimento, a inclusão de palma forrageira ou GIEM substituindo o milho promoveu alterações nas variáveis estudadas. Os valores observados neste estudo são semelhantes aos relatados por Costa et al. (2009), que observaram valores médios para ovinos Santa Inês de 22,93, 0,98, 74,41 e 2,22% para proteína, cinzas, umidade e lipídios, respectivamente, e indicam que a carne apresentou boa qualidade nutricional. Conforme ORTIZ et al. (2005), a composição centesimal na carne varia com a idade do animal, peso de abate, teor de gordura e natureza da dieta, com valores médios de 75% de umidade, 2,5% de gordura e 1,2% de cinzas. Em relação às características organolépticas avaliadas na carne, os avaliadores não perceberam diferença para aparência geral, mas ficou evidente que o aroma e sabor característicos foram detectados na carne dos animais alimentados com os tratamentos em associação à POEM, o que se explica pelo maior teor de gordura nas carne dos animais que receberam palma forrageira, pois o aroma

e sabor da carne estão associado ao teor de gordura presente na carne e sua composição em ácidos graxos (MADRUGA, 1997; SILVA SOBRINHO et al., 2005).

A maciez da carne, com valor médio de 6,38, sem diferença entre os tratamentos, refletiu a idade dos animais e as boas condições de manejo pré-abate e explica-se pelo resultado obtido para a força de cisalhamento observada (Tabela 5). Este valor médio obtido indica que a carne pode ser considerada moderadamente macia. Esta avaliação é muito importante para obter dados mais precisos e a corroboração da ótima qualidade da carne, pois a maciez é uma das características organolépticas mais importantes a serem analisadas e apreciadas pelos apreciadores e consumidores de carnes.

A não observação de diferenças para o parâmetro suculência da carne pelos avaliadores treinados, com nota média de 5,84, mostra relação com os resultados obtidos para CRA, PPC e FC (Tabela 5). A idade dos animais, a mesma para todos os tratamentos, também reflete a suculência.

6 CONCLUSÃO

O gérmem integral extragordo de milho pode ser usado em dietas para ovinos em substituição ao milho e, quando associado à palma forrageira, melhora o rendimento e a qualidade da carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELQADER, M. M. et al. Evaluation of corn germ from ethanol production as an alternative fat source in dairy cow diets. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 1023–1037, 2009.

ABREU, K. S. F.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A. Quality of meat from sheep fed diets containing spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). **Meat Science**, v. 148, p. 229-235, 2019.

ALBUQUERQUE, F. H. M. A. R.; OLIVEIRA L. S. **Produção de Ovinos de Corte: Terminação de Cordeiros no Semiárido**. Brasília: Embrapa, p. 22-23, 2015.

ALMEIDA, J. C. S. et al. Desempenho, medidas corporais, rendimentos de carcaças e cortes e qualidade de carne em cordeiros alimentados com resíduos da agroindústria processadora de frutas. **Semina: Ciências agrícolas**, v. 36, n.1, p. 541-555, 2015.

ALVES F. A. L. et al. Chemical and nutritional variability of cactus pear cladodes, general *Opuntia* and *Nopalea*. **Am. J. Food Techn.** v. 12, n. 1, p. 25-34, 2017.

ARAÚJO FILHO, J. T. et al. Desempenho e composição de carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 363-371, 2010.

BÁNKUTI, F. I; BÁNKUTI, S. M. S; e MACEDO, F. A. A informalidade em sistemas agroindustriais: um estudo exploratório dos hábitos de consumo de carne ovina na cidade de Maringá, Estado do Paraná. **Informações Econômicas**, v. 43, n. 1, p. 5-17, 2013.

BATISTA, A. M. V., et al. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, v. 62, n. 3, p. 297-301, 2009.

BATISTA, N.L.; SOUZA, B.B. Caprinovinocultura brasileira – Fatores limitantes. **Agropecuária Científica do Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 01 – 09, 2015.

BARRETO NETO, A. D. Posicionamento estratégico do setor de caprinos e ovinos no mercado de carnes brasileiro. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.4, n.4, p.81-85, 2010.

BARROS, L. J. A. et al. Replacement of Tifton hay by spineless cactus in Girolando post-weaned heifers diets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 50, n. 1, p. 149-154, 2018.

Brasil. DECRETO Nº 10.468, DE 18 DE AGOSTO DE 2020. Diário Oficial da União de 19 de agosto de 2000, Seção 1, pág. 5. Brasília. Disponível em:<<https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.468-de-18-de-agosto-de-2020-272981604>>

BEZERRA, L. S., et al. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. **Meat Science**, v. 121, p. 88–95, 2016.

BOLFE, F. C. Efeitos da maturação na carne (semitendinosus m.) de novilhos nelore e mestiços angus vs nelore. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2013.

BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PÉREZ, J. R. O. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, p. 293-303, 2001.

CALNAN, H., et al. Production factors influence fresh lamb longissimus colour more than muscle traits such as myoglobin concentration and pH. **Meat Science**, v. 119, p. 41–50, 2016.

CAMPOS, F. S. et al. Influence of diets with silage from forage plants adapted to the semi-arid conditions on lamb quality and sensory attributes. **Meat Science**, v.124, p.61-68, 2017.

CARDOSO, D. B. Inclusão de palma miúda (*Nopalea cocherilifera* salm dyck) na dieta de cordeiros. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2018.

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, 2021.

CARRER, C. C. **A cadeia de negócios da ovinocultura de corte paulista: diagnóstico de pontos críticos e proposta de estruturação técnica e mercadológica**. Pirassununga: Ed. Lawbook, 1ª Ed, 2009.183 p

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

CEZAR, M. F., SOUSA, W. H. Proposta de avaliação e classificação de carcaças de ovinos deslanados e caprinos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. v.4, n.4, p.41-51, 2010.

Companhia Nacional de Abastecimento (2020). **Análise do preço do milho no mercado**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analise-regional-do-mercado-agropecuario/analise-regional-mt-milho/item/14334-milho-analise-2-quinzena-setembro-2020>.

COSTA, R. G. et al. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 497-506, 2008.

COSTA, R.G.et al. Physical and chemical characterization of lamb meat from different genotypes submitted to diet with different fibre contents. **Small Ruminant Research**, v.81, p.29-34, 2009.

COSTA, R. G.; SANTOS, N. M. S.; SOUSA, W. H. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v. 40,n. 8, p. 1781-1787, 2011.

COSTA, R. G. et al. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 532-538, 2009.

COSTA, R. G. et al. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês Lambs. **Small Ruminants Research**, v. 102, n. 1, p. 13-17, 2012a.

COSTA, R. G. et al. Meat quality of Santa Inês sheep raised in confinement with diet containing cactus pear replacing corn. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.432-437, 2012b.

DANTAS, A. J. et al. Características de carcaça de ovinos Santa Inês terminados em pastejo e submetidos a diferentes níveis de suplementação. **Ciências Agrotécnicas**, v. 32, n. 4, p. 1280-1286, 2008.

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

DOORENBOS J. et al. Effect of different levels of rapidly degradable carbohydrates calculated by a simple rumen model on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 100, n. 7, p. 5422-5433, 2017.

Estatística de Comercio Exterior do Agronegócio Brasileiro (AGOSTAT). Disponível em:<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT database (2013). Disponível em:<<http://www.fao.org/faostat/en/#data/CL>>.

FERREIRA, M. A. et al. The use of cactus as forage for dairy cows in semi-arid regions of Brazil. In: KONVALINA, P. (org.). **Organic farming and food production**. Tech South Bohemia, EUA, 2012. p. 169-189.

FROTA, M. N. L. et al. **Palma forrageira na alimentação animal**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2015, 48p.

GALEANO, V. J. L. et al. Productive responses of dairy goats fed on diets containing elephant grass (*Pennisetum purpureum*) associated or not with cactus (*Opuntia stricta*) cladodes, and extra-fat whole corn germ as a substitute for corn. **Small Ruminant Research**, v. 207, 2022.

GAMA M. A. S. et al. Partially replacing sorghum silage with cactus (*Opuntia stricta*) cladodes in a soybean oil-supplemented diet markedly increases trans-11 18:1, cis-9, trans-11 CLA and 18:2 n-6 contents in cow milk. **Rev. J Anim Physiol Anim Nutr.**, p. 1–15, 2020.

GARCIA, I. F. F. et al. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 564-572, 2003.

GERMANO, R. G. et. al. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e produção Animal**. v.9, n.3, p.497-506, 2008.

GÓMEZ L. M., POSADA S. L., OLIVEIRA M. Starch in ruminant diets: a review. **Rev. Colomb. Ci. Pec.**, v. 29, n.2, p. 77-90, 2016

HASHIMOTO, J. H. et al. Qualidade de carcaça, desenvolvimento regional e tecidual de cordeiros terminados em três sistemas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 2, p. 438-448, 2012.

HUIDOBRO, F.R.; CAÑEQUE, V. Producción de carne en corderos de raza Manchega. II. Conformación y estado de engrasamiento de la canal y proporción de piezas en distintos tipos comerciales. *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animal*, v.8, n.3, p.233-243, 1993.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção pecuária**. 2019. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 11 junho 2022.

JACOB, R. H.; PETHICK, D. W. Animal factors affecting the meat quality of australian lamb meat. *Meat Science*, 96, 1120–1123, 2014.

LANZA, M., et al. Peas (*Pisum sativum* L.) as an alternative protein source in lamb diets: growth performances, and carcass and meat quality. *Small Ruminants Research*, v. 47, p. 63–68, 2003.

LOPES, L. A. et al. Intake, digestibility, and performance of lambs fed spineless cactus cv. Orelha de Elefante Mexicana. *Asian-Australas Journal of Animal Science*, v. 33, n. 8, p. 1284-1291, 2020.

MACDOUGAL, D. B. Colour of Meat. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products: advances in meat research series**. London: Blackie Academic & Professional, 1994. p. 79-93.

MADRUGA, M.S. Revisão: formação do aroma cárneo. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.31, v.1, p.33-41, 1997.

MAGALHÃES A. L. et al. Composição química, fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados, cinética da degradação ruminal e produção de gás in vitro de genótipos de palma forrageira. **Rev. Cienc. Anim. Bras.**, v. 22, e-69338, 2021.

MARTÍNEZ-CEREZO, S.; SAÑUDO, C.; PANEA, B. Breed, slaughter weight and ageing time effects on consumer appraisal of three muscles of lamb. *Meat Science*, v.69, p.795-805, 2005.

MATIAS A. G. S et al. Fermentation profile and nutritional quality of silages composed of cactus pear and maniçoba for goat feeding. **J. Agr. Sci.**, v. 158, n. 4, p. 1–9, 2020.

MENEZES, J. J. L.; GONÇALVES, H. C.; RIBEIRO, M. S. Efeitos do sexo, do grupo racial e da idade ao abate nas características de carcaça e maciez da carne de caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1769-1778, 2009.

MIOTTO, F. R. C. et al. Desempenho produtivo de tourinhos Nelore x Limousin alimentados com dietas contendo gérmen de milho integral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 4, p. 624-632, 2009.

Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA).

Divisão de Normas Técnicas. Instrução Normativa n. 3, de 17 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Lex: Diário Oficial da União de 24 de janeiro de 2000, Seção 1. 14-16. Brasília.

MIOTTO F. R. C. et al. Desempenho produtivo de tourinhos Nelore x Limousin alimentados com dietas contendo gérmen de milho integral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 4, p. 624-632, 2009.

MONTEIRO, C. C. F. et al. A new cactus variety for dairy cows in areas infested with *Dactylopius opuntiae*. **Animal Production Science**, v. 59, n. 3, p. 479-485, 2019.

MORAES, M. E. et al. Produção de carne ovina sob a ótica bem-estar animal. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 21900-21911, 2020.

MOREAU, R. A.; JOHNSTON, D. B.; HICKS, K. B. The Influence of Moisture Content and Cooking on the Screw Pressing and Prepressing of Corn Oil from Corn Germ. **Journal American Oil Chemists Society**, v.82, p.851-854, 2005.

MOURA, M. S. C. et al. The inclusion of spineless cactus in the diet of lambs increases fattening of the carcass. **Meat Science**, v. 160, 2020.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. **Food Chemistry**, v. 112, n. 2, p. 279–289, 2009.

National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. National Academy of Science. Washington, D.C., 2007.

NOORMOHAMMADI, A. et al. Feeding corn germ instead of corn grain on the performance of Holsteindairy cows fed low-forage diet and human-edible feed conversionefficiency. **Animal**, v. 16, 2022.

OLIVEIRA, V. S.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A. Substituição total do milho e parcial do feno de capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1419-1425, 2007.

OLIVEIRA, J. P. F. et al. Características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com mazorfen substituindo farelo de soja. **Revista Ciências Agronômicas**, v. 48, n. 4, p. 708-715, 2017.

OLIVEIRA, J. P. F. et al. Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n. 4, p. 529-536, 2018.

ORTIZ, J.S. et al. Medidas objetivas das carcaças e composição química do lombo de cordeiros alimentados e terminados com três níveis de proteína bruta em creep feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.2382-2389, 2005.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 292-300, 2009.

PEREIRA, E. S. et al. Características e rendimento de carcaça e cortes comerciais em ovinos Santa Inês, alimentados com diferentes concentrações de energia metabolizável. **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 4, p. 431-437, 2010.

PURCHAS, R. W.; DAVIES, A. S.; ABDULLAH, A.Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of Southdown sheep. **Meat Science**, v.30, n. 1, p. 81-94, 1991.

QUADROS, D. G. **Cadeia produtiva da ovinocultura e da caprinocultura**. Indaial: UNIASSELVI, 2018.

RAMOS, E.M.;GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 2 ed. Viçosa: UFV. 2017.

ROSA, G. T. et al. Composição tecidual da carcaça e de seus cortes e crescimento alométrico do osso, músculo e gordura da carcaça de cordeiros da raça Texel. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 1107-1111, 2002.

SANTANA, A. F. et al. Distribuição percentual do rendimento de carcaça de ovinos Santa Inês. **PUBVET**, v. 5, n. 33, 2011.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. **Calidad de la canal y de la carne em la espécie ovina**. Ovino y caprino. Madrid: Consejo General de Colegios Veterinarios, 1993. p.207-254

SAÑUDO, C. et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, v. 54, n. 4, p.339-346, 2000.

SAS Institute Inc. 2002-2003. **Statistical analysis system**. Release 9.1. (Software). Cary. USA.

SEPÚLVEDA, W. S.; MAZA, M. T.; MANTECÓN, A. R. Factors associated with the purchase of designation of origin lamb meat. **Meat Science**, v. 85, p. 167-173, 2010.

SCHALCH, F. J. et al. Substituição do milho em grão moído pela polpa cítrica na desmama precoce de bezerros leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 280-285, 2001.

SIERRA, I. Aportaciones al estudio del cruce Blanco Belga x Landrace caracteres productivos, calidad de la canal y calidad de la carne. **Revista del Instituto de Economía y Producciones ganaderas del Ebro**,1973.

SILVA SOBRINHO, A. G. S., et al. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005.

SILVA, C. C. F., SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinária REDVET**, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.

SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; LEITE, M. L. M. Palma forrageira e sustentabilidade do semiárido brasileiro. In: XIMENES, L. J. F.; MARTINS, G. A.; MORAIS, O. R. et al. (Orgs.)

Ciência e tecnologia na pecuária de caprinos e ovinos. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2010. p.71-103.

SILVA E. C. et al. Substituição do fubá de milho por gérmen integral de milho na dieta de ovinos. **Pesquisa agropecuária Brasil**, v. 48, n. 4, p. 442-449, 2013.

SILVA, N. N. et al. Perda de peso por cocção e marmoreio da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo monensina sódica e/ou virginiamicina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28., 2018, Goiana, Brasil.

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.

SIQUEIRA, M. C. B. et al. Nutritional performance and metabolic characteristics of cattle fed spineless cactus. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 20, n. 1, p. 13-22, 2018.

URBANO, S. A. et al. Gérmen do milho como substituto ao milho na dieta de ovinos Santa Inês confinados: composição química e lipídica da carne. **Ciência Agrotécnica**, v. 38, n. 6, p. 581-588, 2014.

URBANO, S. A. et al. Gérmen integral de milho em substituição ao milho na dieta de ovinos santa inês: características de carcaça e composição tecidual. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 2, p.165–171, 2016.

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, 2000.

ZEOLA, N.M.B.L. et al. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. **Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias**, v. 59, n. 4, p. 1058-1066, 2007.