



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

MONOGRAFIA

**Consumo e digestibilidade de nutrientes em pequenos ruminantes
alimentados com dietas contendo gérmen de milho e palma forrageira
Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw], Haw)]**

NATÁLIA PEREIRA CASTELLO BRANCO

**Recife - PE
OUTUBRO, 2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

MONOGRAFIA

**Consumo e digestibilidade de nutrientes em pequenos ruminantes
alimentados com dietas contendo gérmen de milho e palma forrageira
Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw], Haw)]**

Natália Pereira Castello Branco
Graduanda

Francisco Fernando Ramos de Carvalho
Orientador

**Recife - PE
OUTUBRO, 2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Ana Catarina Macêdo – CRB-4 1781

C348c Castello Branco, Natália Pereira.
Consumo e digestibilidade de nutrientes em pequenos ruminantes alimentados com dietas contendo gérmen de milho e palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw], Haw) / Natália Pereira Castello Branco. - Recife, 2024.
30 f.

Orientador(a): Francisco Fernando Ramos de Carvalho.

Co-orientador(a): João Paulo Ismério dos Santos Monnerat.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2024.

Inclui referências.

1. Dieta animal. 2. Ruminantes - Alimentação e rações. 3. Digestibilidade. 4. Palma forrageira 5. Nutrição animal. I. Carvalho, Francisco Fernando Ramos de, orient. II. Monnerat, João Paulo Ismério dos Santos, coorient. III. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Natália Pereira Castello Branco
Graduanda

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 30/09/2024

EXAMINADORES

Orientador: Professor Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho

Professor Dr. Marcelo de Andrade Ferreira

Dra. Michelle Christina Bernardo de Siqueira

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	6
RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 Geral.....	11
2.2 Específicos.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1 Rebanho caprino e ovino.....	12
3.2 Palma forrageira na alimentação animal.....	12
3.3 Gérmen como fonte lipídica na alimentação de pequenos ruminantes.....	14
3.4 Associação do gérmen de milho e da palma forrageira.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1 Animais, manejo e dietas experimentais.....	17
4.2 Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes.....	20
4.3 Análise estatística.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6. CONCLUSÃO.....	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química do gérmen de milho.....	12
Tabela 2. Composição bromatológica dos ingredientes.....	16
Tabela 3. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais com base na matéria seca.....	17
Tabela 4. Valores de consumo e digestibilidade da matéria seca e seus constituintes em caprinos e ovinos submetidos às dietas experimentais.....	20

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da utilização do gérmen de milho e palma forrageira em dietas para pequenos ruminantes sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes. Foram utilizados quatro ovinos e quatro caprinos machos, castrados, fistulados e canulados no rúmen, com peso corporal inicial médio de 38 kg e 35 kg, respectivamente. Os animais foram mantidos em sistema de confinamento em baias individuais (2,0m × 1,0m), com piso ripado e equipadas com comedouros e bebedouros. Foi utilizado um delineamento experimental quadrado latino em esquema fatorial 2x4. O período experimental foi compreendido por 88 dias, quatro períodos experimentais com duração de 22 dias cada, sendo 14 dias para adaptação às dietas e manejo e 8 dias para coleta de dados e amostras. Os tratamentos consistiam em quatro dietas experimentais: sem palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (POEM) e gérmen de milho (tratamento- CONT); Sem (POEM) + gérmen de milho (tratamento - GIEM); com (POEM) e sem gérmen de milho (tratamento - POEM); com (POEM) e gérmen de milho (tratamento - GIEM+POEM). Foram avaliados os efeitos de espécie (E), tratamento (T) e efeito de interação de espécie com tratamento (ExT), assumindo significância em ($P < 0,05$). Em relação aos consumos não foi observado efeito de espécie (E) e interação entre espécies e tratamentos (ExT) para nenhuma das variáveis ($P > 0,05$). Foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) dos tratamentos (T) para as variáveis de consumo de matéria seca (CMS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT's), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Em que a dieta contendo (GIEM+POEM) promoveu maior CMS e demais constituintes, enquanto a dieta (GIEM) promoveu menor consumo de MS, MM, PB, CHOT's, CNF e NDT, mas favoreceu ($P < 0,05$) maior consumo de EE junto à dieta (GIEM+POEM). Os coeficientes de digestibilidade da MS, PB, EE e FDNcp não sofreram influência da associação da palma forrageira com o gérmen integral de milho extra gordo ($P > 0,05$), entretanto, foi observado valores significativos ($P < 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade MO e CNF.

Palavras chave: associação, biohidrogenação, digestibilidade, fonte lipídica, semiárido.

ABSTRACT

The aim was to evaluate the effect of using corn germ and forage palm in diets for small ruminants on the consumption and digestibility of nutrients. Four male sheep and four male goats were used, castrated, fistulated and cannulated in the rumen, with an average initial body weight of 38 kg and 35 kg, respectively. The animals were kept in a confinement system in individual stalls (2,0m × 1,0m), with slatted floors and equipped with feeders and drinkers. A Latin square experimental design was used in a 2x4 factorial scheme. The experimental period lasted 88 days, with four experimental periods lasting 22 days each, 14 days for adaptation to the diets and management and 8 days for data and sample collection. The treatments were based on four experimental diets: without forage palm *Opuntia stricta* [Haw], Haw] (POEM) and corn germ (treatment - CONT); without (POEM) + corn germ (treatment - GIEM); with (POEM) and without corn germ (treatment- POEM); with (POEM) and corn germ (GIEM+POEM). The effects of species (E), treatment (T) and interaction effect of species with treatment (ExT) were evaluated, assuming significance at ($P < 0,05$). Related to the consumption, no effect of species (E) or interaction between species and treatments (ExT) for none of the variables ($P > 0,05$). A significant effect ($P < 0,05$) of treatments (T) was observed for the consuming variables of dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrates (TCH), non-fibrous carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN). In which the diet containing (GIEM+POEM) promoted greater dry matter intake and other constituents, while the diet (GIEM) promoted lower consumption of dry matter, mineral matter, crude protein, total carbohydrates, non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients, but favored ($P < 0,05$) greater consumption of ether extract along with the diet (GIEM+POEM). The digestibility coefficients of dry matter, crude protein, ether extract and neutral detergent fiber were not influenced by the association of forage cactus with full- fat corn germ ($P > 0,05$), however, significant values were observed ($P < 0,05$) for the organic matter and non-fibrous carbohydrates digestibility coefficients.

Keywords: association, biohydrogenation, digestibility, lipid source, semiarid.

1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil é composta majoritariamente pelo clima semiárido caracterizado, principalmente, pela escassez hídrica, visto que o volume de águas dos rios da região é insuficiente pois boa parte é intermitente, e há irregularidade de distribuição de chuva, devido à maior concentração de precipitação em determinada época do ano. Em razão disso, a vegetação local é conhecida pelas características que possibilitam estratégias de armazenamento e economia de água, como troncos lenhosos e, muitas vezes, por realizarem a perda das folhas no início do período seco, além da proteção contra predadores, como os espinhos, essas modificações caracterizam a vegetação do bioma Caatinga, que é muito diversa, sendo as mais comuns as da família das leguminosas, que é a mais abundante na área, assim como as cactáceas.

Diante da maior viabilidade de produção de plantas cactáceas em função de sua adaptação às condições edafoclimáticas da região semiárida, a palma forrageira é uma espécie forrageira que merece destaque do ponto de vista estratégico, devido ao Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM), a palma forrageira denota grande importância na região do semiárido brasileiro, principalmente por conta da sua resistência a solos pouco férteis, elevada produção de massa de forragem por hectare, grande contribuição do ponto de vista energético devido ao seu elevado teor de carboidratos não fibrosos (CNF) e grande capacidade de armazenamento de água em razão da abertura dos estômatos nas horas mais frias do dia. Todas as características supracitadas evidenciam a relevância deste volumoso para o semiárido para a alimentação de grandes e pequenos ruminantes com o potencial de mitigar os desafios inerentes à região.

Levando em consideração os desafios impostos pelo semiárido brasileiro, a formulação de dietas balanceadas atreladas à lucratividade do empreendimento se tornam um desafio, uma vez que a produtividade desses animais está intimamente associada à qualidade e adequação de sua alimentação. Assim, é fundamental buscar estratégias nutricionais inovadoras que tenham como objetivo otimizar o desempenho dos animais de maneira sustentável. Além da utilização de espécies e raças adaptadas à região, a consorciação de subprodutos de commodities, a exemplo do germen integral extra gordo de milho (GIEM), que atua como fonte de energia valiosa e mantém a qualidade da dieta de pequenos ruminantes.

Dessa forma é possível perceber a importância de alimentos, como a palma forrageira e o germen de milho, como alternativas aos de maior custo, pois além de suprirem as

necessidades nutricionais dos animais em situações que se tem menos recursos para investir, são também mais acessíveis no semiárido, já que a palma possui maior facilidade em ser cultivada na região em questão.

Contudo, a composição nutricional dos dois alimentos possuem características que podem causar redução no desempenho e aproveitamento dos nutrientes, mas é sabido que esses fatores podem ser minimizados quando os dois ingredientes são utilizados em consórcio, promovendo maior aproveitamento dos nutrientes em nível ruminal, garantindo a integridade da saúde do animal e otimizando o seu desempenho.

A partir dessa realidade, hipotetizou-se que a utilização da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e gérmen integral de milho extra gordo na dieta de pequenos ruminantes potencializa o consumo e digestibilidade dos nutrientes.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o efeito da inclusão do gérmen de milho associado à palma forrageira em dietas para pequenos ruminantes.

2.2 Específicos

Avaliar o consumo de matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais da dieta e digestibilidade aparente dos nutrientes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Rebanho caprino e ovino

A caprinovinocultura era vista como uma atividade de pouca relevância, durante muito tempo, sendo voltada para a subsistência no Nordeste do Brasil. Geralmente apresentava baixa produtividade e era realizada por produtores sem acesso a recursos financeiros e tecnológicos, sendo a maioria de agricultura familiar. Contudo, a criação de pequenos ruminantes, atualmente, destaca-se pela significância cultural, social e econômica para a região, por esse motivo, representa importância fundamental no desenvolvimento do Nordeste (COSTA, 2008).

A região Nordeste tem a maior concentração de caprinos e ovinos do Brasil, 95,5% e 69,9%, respectivamente, tendo mais da metade do total nacional nos estados da Bahia e Pernambuco. A região Sul se destaca em segundo lugar na criação de ovinos representando 19,8% do rebanho nacional (IBGE, 2022).

Isso ocorre pela existência de raças adaptadas às condições edafoclimáticas do semiárido. Para os caprinos, foram encontrados em maior quantidade, a partir de levantamentos em propriedades da Paraíba, as raças Moxotó, Canindé e do grupamento genético Azul, Gurgueia, Repartida, mas principalmente animais sem padrão racial definido. Sem haver especialização da produção, os animais eram utilizados para fins de leite e corte. Isso para os casos em que houve especificação da raça trabalhada, pois para as duas espécies, caprina e ovina, na maioria das vezes o sistema de produção é composto por animais mestiços. Já as principais raças ovinas encontradas foram Santa Inês, Morada Nova, Dorper, Rabo Largo e Cariri (VOLTOLINI, 2011).

3.2 Palma forrageira na alimentação animal

A palma tem sido, desde sua inserção no semiárido do Nordeste do Brasil, uma das plantas forrageiras responsáveis pela possibilidade da criação de animais, através, também, do seu fornecimento junto com outras espécies vegetais (SANTOS, 2022).

Quando consideramos a avaliação da produção de outras cultivares em ambiente semiárido, a produção da caatinga apresenta valor de produção de fitomassa de cerca de 4 toneladas (ton) de matéria seca (MS) por hectare (ha) por ano, levando em consideração a porção aérea das plantas herbáceas e a folhagem das lenhosas, podendo apresentar alterações anuais, a partir da pluviometria do período analisado (Leite, E.R., 2002). Enquanto a palma,

tem sua produção com média de 20 ton de MS/ ha/ ano, nos estados de Pernambuco e Paraíba, na avaliação de diferentes cultivares (Dubeux Jr. et al., 2015). Por essa razão, bem como por outros fatores, como sua adaptação às condições edafoclimáticas da região, por exemplo, a palma forrageira é muito utilizada na alimentação dos ruminantes no geral, em especial para os pequenos.

Em termos de valor nutritivo, a palma forrageira apresenta alto teor de carboidratos não fibrosos, uma importante fonte de energia para os ruminantes, além disso, também apresenta baixa quantidade de constituintes de parede celular, favorecendo maior digestibilidade dos constituintes da matéria seca (Oliveira, 2011). A palma possui um teor de proteína relativamente baixo, quando comparada com outros volumosos (Santos et al., 1992), que está no limite inferior das exigências dos microrganismos presentes no rúmen (Van Soest, 1994). Além disso, apresenta uma quantidade reduzida de matéria seca e uma baixa concentração de fibra, com valores de 25,6 a 26,7% de fibra em detergente neutro e de 14,3 a 20,0% de fibra em detergente ácido. Um aspecto relevante da palma é que, ao contrário de outras forragens, ela possui uma elevada taxa de digestão ruminal. Isso significa que a matéria seca é degradada de forma extensa e rápida, o que promove uma taxa de passagem mais acelerada e, por consequência, um consumo que se assemelha ao dos concentrados (SILVA, 1997).

Essa cactácea se destaca, nesse contexto, pela resistência a períodos de seca devido ao seu metabolismo CAM, tem grande eficiência, e pode ser de seis a treze vezes maior, no uso da água, quando comparado com as plantas de metabolismo fotossintéticos C3 e C4 (Fisher & Turner, 1978). Essa eficiência se dá pelo fato dela continuar efetuando a fotossíntese nos períodos mais secos, o que a torna mais competente em concluir o seu ciclo de desenvolvimento (HOPKINS & HUNER, 2009).

A palma também é muito utilizada pela sua capacidade de fornecimento de água aos animais através de sua ingestão já que boa parte do seu conteúdo é água, sendo composta 90% por umidade (Oliveira, 2011). Isso pode reduzir o volume de água ingerida pelos animais via bebedouro, proporcionalmente à quantidade de palma fornecida, a depender da contribuição de palma na dieta, a água fornecida pela planta pode exceder a exigência hídrica do animal, nesse caso, ocorre uma redução da ingestão voluntária de água e um aumento do volume de urina, animais que consomem palma in natura, da excreção total de água, aproximadamente 86% é excretada via urina e 13,6% excretada via fezes (LUCENA, 2011).

O fornecimento da palma não deve ser feito de forma exclusiva, uma vez que são grandes as chances de ocasionar fezes mais pastosas nos animais, isso se dá devido ao seu

baixo teor de fibra efetiva, o que pode causar redução no consumo de matéria seca e, por conseguinte, no desempenho dos animais. Por esse motivo, a palma forrageira deve ser ofertada juntamente com outros alimentos para garantir uma dieta balanceada aos ruminantes (MARQUES et al., 2017).

3.3 Gérmen como fonte lipídica na alimentação de pequenos ruminantes

A obtenção do germen de milho se dá a partir do processamento do grão do milho que pode ocorrer através da moagem seca gerando o germen gordo, e da moagem úmida que resulta no germen extra gordo, sendo caracterizado como um coproduto. O germen equivale a 11% do grão de milho e tem sua composição em 83% de lipídeos, 69% em açúcares e 26% em proteínas (PAES, 2006).

O germen integral extra gordo de milho (GIEM) tem boa relação custo benefício, quando comparado a outros alimentos com potencial energético, que têm maior preço por serem commodities, conseqüentemente, têm o valor regulado de acordo com o mercado internacional, o que os faz ter muita variação, e ainda há a competição com o consumo humano, logo pode facilmente ser substituto desses alimentos (Urbano et al., 2016). Além disso, outra vantagem da sua utilização está associada ao menor incremento energético devido à sua elevada concentração de extrato etéreo (EE), além de apresentar teores de proteína bruta (PB) superiores ao milho, conforme (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química do germen e fubá de milho.

Ingredientes	MS	PB	EE	FDN	CNF	Referências
% MS						
Fubá de milho	87,96	9,01	4,02	13,05	72,32	CQBAL 4.0
Germen integral gordo (Moagem seca)	90,2	10,5	11	15,7	59,6	Almeida et al. (2014)
	90,1	10,39	12,1	38	-	Calderano et al. (2010)
	95	15,8	19,9	22,8	36	Abdelqader et al. (2009)
	94	15,8	20	24,5	36	Abdelqader et al. (2009)
	83,3	19,7	11,6	18,8	43,1	Castro et al. (2009)
Germen integral extra gordo (Moagem úmida)	83,2	12,9	15,6	21,2	46,7	Miotto et al. (2009)
	95,6	10,6	48,1	24,1	16	Silva et al. (2022)
	89,7	12,3	47,91	24	14,9	Galeano et al. (2022)
	95,4	12,77	44,3	55,7	-	Lopes et al. (2019)
	96,4	11,5	49,5	-	-	Albuquerque et al. (2014)
	90,7	10,7	42,5	44,4	13,1	Silva et al. (2013)
	95	13	44	-	-	Miller et al. (2009)

¹Materia seca. ²Proteína bruta. ³Extrato etéreo. ⁴Fibra insolúvel em detergente neutro ⁵Carboidratos não fibrosos.

Apesar das vantagens do uso desse alimento na nutrição de pequenos ruminantes, é importante mencionar o cuidado que se deve ter, porque se fornecido em excesso pode causar efeitos danosos à saúde dos animais em função de sua alta composição em lipídeos. O que pode gerar quadro de comprometimento da atividade ruminal, podendo causar quadros de diarreia, redução do consumo e digestibilidade da fibra, devido à inibição do funcionamento de bactérias celulolíticas, responsáveis pela degradação da fibra, essa interação pode ser observada quando o excesso de lipídeos gera um revestimento de gordura na parede do rúmen, limitando a ação dos microrganismos no ambiente ruminal (KOZLOSKI, 2011).

Esse fenômeno pode ocorrer em dietas com níveis de inclusão de lipídeos acima de 7% (NRC, 2001). Entretanto (Simionatto et al., 2017), ao adicionar à dieta níveis de 10,2% de lipídeos observou que não houve impactos negativos no desempenho dos animais, ressaltando que os problemas relacionados à digestão da fibra e atividade de microrganismos no rúmen podem ser mitigados quando combinados com outros ingredientes que facilitam a passagem dessa gordura no rúmen sem causar processo de fermentação, comprometimento nas atividades de hidrólise e biohidrogenação, dessa forma, vai ser metabolizada e aproveitada de maneira adequada, sem comprometer a homeostasia dos animais.

3.4 Associação do gérmen de milho e da palma forrageira

A dieta dos ruminantes é composta por baixos níveis de lipídeos, com cerca de 3% ou menos, incluídos na maioria das vezes na forma de ésteres de glicerol (Kozloski, 2009). A gordura corresponde à parte mais energética do alimento, sendo formada por carbono, hidrogênio e oxigênio. O extrato etéreo não tem valor alimentar constante, sendo admitido que, em medição feita na bomba calorimétrica, um grama de gordura produz 9,35 Kcal de energia bruta, o que equivale a 9 Kcal de energia metabolizável. Os alimentos de mais alto percentual de gordura têm valores maiores de NDT, em razão da gordura proporcionar 2,25 vezes mais energia do que carboidratos, possibilitando assim, aumento e melhoria na quantidade da produção, além de maior lucratividade (GOES, 2010).

A influência dos lipídeos no organismo do animal, no entanto, depende do tipo da fonte, perfil lipídico, processo químico ou físico ao qual o alimento for submetido, bem como o fornecimento na forma de gordura protegida, através de sementes de oleaginosas, por exemplo (Fiorentini et al., 2015). Alimentos com teores elevados de lipídeos são adicionados à dieta com o intuito de atender à demanda energética dos animais, através do maior incremento calórico, que é possível devido aos processos como a fermentação dos carboidratos no ambiente ruminal. Além de evitar a ocorrência de acidose, por exemplo, que é

caracterizada como distúrbio metabólico causado pelo alto percentual de carboidratos na dieta dos animais (KOSLOSKI, 2021).

A proporção com que os lipídeos chegam ao rúmen é influenciada pela dieta, podendo ser nas formas de triglicerídeos, fosfolipídios e glicolipídios, segundo Palmquist e Mattos (2011). A capacidade em realizar a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados e poliinsaturados, que são resultados da lipólise de gordura juntamente com os saturados, se dá para proteger a integridade dos microrganismos do rúmen, uma vez que, sem passar por esse processo, eles podem danificar a integridade da membrana plasmática de bactérias gram-positivas e metanogênicas, além de protozoários (Maia et al., 2007; Zhang et al., 2018). O *Butyrivibrio fibrosolvens* é um dos principais gêneros de bactérias responsáveis pela biohidrogenação (Scollan et al., 2017). Para que esse processo aconteça, é necessário que os AGs estejam em sua forma livre, não esterificados (PALMQUIST, 1993).

A palma forrageira é utilizada na associação com fontes lipídicas em razão de ter baixos teores de FDN o que possibilita acelerar a taxa de passagem, reduzindo o tempo de adesão das bactérias às partículas dos alimentos, além de possuir compostos fenólicos que interferem nas bactérias encarregadas pela biohidrogenação, o que eleva o fluxo de ácidos graxos insaturados (AGI) e ácidos graxos poliinsaturados (AGPIs). Por esse motivo, a associação é uma prática benéfica, uma vez que é sabido que o gérmen de milho é rico em AGPIs que, além de causar danos à parede bacteriana, compromete a aderência dos microrganismos no alimento o que dificulta a degradação e o processo fermentativo dos alimentos. Em casos de grande quantidade dos AGPIs, pode haver dificuldade pelas bactérias em realizar a biohidrogenação, e as bactérias celulolíticas são mais sensíveis a esse processo, quanto mais tempo o alimento rico em gordura fica no rúmen, mais será potencializado o processo (PALMQUIST, 2017).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais com os animais foram executados de acordo com as recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), todos os procedimentos experimentais seguiram as diretrizes estabelecidas pela Comissão de Ética no Uso de Animais para Pesquisa da Universidade Federal Rural de Pernambuco - CEUA/UFRPE (sob a licença N° 1556250624).

O experimento foi conduzido no setor de pequenos ruminantes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado na cidade do Recife – PE, Brasil, nas coordenadas geográficas: Latitude: 8° 3' 15" S, Longitude: 34° 52' 53" W, que apresenta clima (tipo As' e Ams' classificação climática de Koppen) quente e úmido, com precipitação acima de 1000 mm, temperatura média do ar superior a 26°C e umidade relativa do ar com variação de 79,2 a 90,7% nos meses com maior ocorrência de chuvas (abril a julho).

4.1 Animais, manejo e dietas experimentais

Foram utilizados quatro ovinos e quatro caprinos machos, castrados, fistulados e canulados no rúmen, com peso corporal inicial médio de 38 kg e 35 kg, e desvio padrão de 3,9± e 6,4±, respectivamente. Antes do início do período experimental, os animais foram pesados, identificados, tratados contra endo e ectoparasitas, vacinados contra clostridiose e mantidos em sistema de confinamento em baias individuais (2,0 m × 1,0 m), com piso ripado e equipadas com comedouros e bebedouros.

Foi utilizado um delineamento experimental quadrado latino em esquema fatorial 2x4, sendo duas espécies e quatro tratamentos. O período experimental foi compreendido por 88 dias, sendo quatro períodos experimentais com duração de 22 dias, sendo 14 dias para adaptação às dietas e manejo e 8 dias para coleta de dados e amostras.

A composição química, a proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais está apresentada nas Tabelas 2 e 3. As dietas experimentais foram formuladas para atender às exigências nutricionais de caprinos e ovinos para manutenção com base no PC, de acordo com as recomendações do NRC (2007). As dietas foram compostas por volumosos à base de feno de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon* L.) e palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw) e concentrado composto por milho moído,

farelo de soja, sal comum, mistura mineral, e gérmen integral extra gordo de milho, com relação volumoso:concentrado de 60:40.

Os tratamentos envolveram quatro dietas experimentais: Sem palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (POEM) e sem gérmen de milho (tratamento - CONT); Sem (POEM) + gérmen de milho (tratamento - GIEM); com (POEM) e sem gérmen de milho (tratamento - POEM); Com (POEM) e gérmen de milho (tratamento – GIEM+POEM) (Tabela 3).

Tabela 2. Composição bromatológica dos ingredientes.

Ingredientes	Composição química (g/kg MS)							
	MS ¹	MM ²	PB ³	EE ⁴	FDN ⁵	FDNcp ⁶	CHOT ⁷	CNF ⁸
Feno de Tifton	809,5	49,9	83,8	17,5	734,4	698,2	853,2	147,3
Palma OEM	93,2	160	53,0	14,8	279,4	250,7	771,7	521,0
GIEM	963,9	13,6	111,5	527,9	258,5	220,8	347,0	126,2,0
Milho	894,9	19,1	94,2	52,8	199,7	174,6	834,0	651,0
Farelo de Soja	895,2	67,5	473,8	36,4	350,1	190,1	424,1	234,0
Sal mineral	1000	1000	-	-	-	-	-	-

*Gérmen integral extra gordo de milho. ¹Materia seca (g/kg MN). ²Materia mineral. ³Proteína bruta. ⁴Extrato etéreo. ⁵Fibra insolúvel em detergente neutro. ⁶Fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinza e proteína. ⁷Carboidratos totais, estimado segundo Sniffen et al. (1992), onde: CHOT = 100 – (%PB + %EE + %MM). ⁸Carboidratos não fibrosos, estimados segundo Detmann & Valadares Filho (2010), onde: CNF = 100 – (%FDNcp + %EE + %MM + %PB).

O feno de tifton foi triturado utilizando o triturador elétrico da marca Laboremus® (modelo TF150n) passando por peneira com crivo de 7 mm, depois de processado o feno foi estocado semanalmente, a palma forrageira foi triturada com corte de 4 cm, utilizando o fatiador estacionário da marca Laboremus® (modelo MC3n), diariamente antes de cada oferta do alimento, o milho foi moído no triturador de milho por peneira com crivo de 3,18 mm. As dietas foram ofertadas na forma de mistura completa, à vontade, duas vezes ao dia, às 8h (60% do total oferecido no dia) e às 16h (40% do total oferecido no dia), tendo água limpa e fresca permanentemente à disposição. O ajuste da oferta era realizado diariamente, permitindo sobras de 10% do ofertado com base na matéria seca.

Tabela 3. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais com base na matéria seca (g/kg MS).

Ingredientes	Tratamentos			
	CONT ²	GIMEX ³	POEM ⁴	GIMEX +POEM ⁵
(g/kg MS)				
Feno de Tifton 85	600	600	300	300
Palma OEM ¹	0	0	300	300
GIEM*	0	70	0	76
Milho	300	230	260	184
Farelo de Soja	80	80	120	120
Sal Mineral ⁶	10	10	10	10
Sal comum	10	10	10	10
Total	1000	1000	1000	1000
Composição química (g/kg MS)				
Matéria seca (g/kg MS)	842,9	846,9	247,9	248,2
Matéria mineral	61,1	60,7	96,2	95,8
Matéria orgânica	938,9	939,3	903,8	904,2
Proteína bruta	116,4	117,7	122,4	123,7
Extrato etéreo	29,1	62,4	27,6	63,7
Fibra insolúvel em detergente neutro	528,6	532,7	398,1	402,25
FDNcp ⁷	486,5	487,7	352,9	356,4
Carboidratos não fibrosos ⁸	309,5	274,3	402,3	361,8
Carboidratos totais ⁹	796,0	762,0	755,2	718,2

¹Palma Orelha de Elefante Mexicana. *Gérmen integral extra gordo de milho. ²Controle. ³Gérmen integral de milho extra gordo. ⁴Palma Orelha de Elefante Mexicana. ⁵Gérmen integral de milho extra gordo + Palma Orelha de Elefante Mexicana. ⁶Níveis de garantia (nutrientes/kg): Cálcio-218g; Enxofre-20g; Fósforo-20g; Magnésio-20g; Potássio- 28,20g; Cobre- 400mg; Cobalto- 30mg; Cromo- 10mg; Ferro-2500mg; Iodo-40mg; Manganês-1350mg; Molibdênio- 108mg; Selênio- 10mg e Zinco- 1700mg. ⁷Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para proteína e cinzas. Estimado de acordo com equação proposta por Detmann e Valadares Filho (2010): CNF = 100 – (%MM + %EE + %FDNcp + %PB), expresso excluindo cinzas residuais e proteínas. ⁸Carboidratos não fibrosos ⁹Carboidratos totais, estimado segundo Sniffen et al. (1992), onde: CHOT = 100 – (%PB + %EE + %MM).

4.2 Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes

O consumo dos nutrientes foi obtido pela diferença entre a quantidade ofertada e as sobras nos comedouros. Durante todos os períodos de coleta, foram amostrados ingredientes e sobras da dieta ofertada. Essas amostras foram identificadas e armazenadas em freezer para posteriores análises. As amostras foram agrupadas, de forma proporcional a cada período, formando amostras compostas.

Para estimar a digestibilidade aparente dos nutrientes, foi realizada a coleta total de fezes durante o 17° ao 19° dia de cada período experimental, utilizando bolsas coletoras, com dois dias de adaptação ao corpo dos animais antes do período de coleta. Foram realizados esvaziamentos parciais das bolsas a cada quatro horas, dentro do período de 24 horas, com a finalidade de evitar perdas por umidade ou desconforto dos animais por excesso de peso, as fezes foram reservadas em baldes e sacolas plásticas. Após as 24 horas, as fezes foram pesadas e homogeneizadas, retirando-se alíquotas de 20 a 30% por animal para serem armazenadas sob congelamento a -20 °C, ao final do período de coleta total, as amostras foram descongeladas para formar amostras compostas, dessas, 10% do total de fezes produzidas foi destinado para pré-secagem.

As amostras compostas dos alimentos fornecidos, das sobras e fezes foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, à temperatura controlada de 55°C, durante 72 horas. Após a pré-secagem, todo o material foi moído em moinho de facas tipo Willey com peneira de crivos de 1 mm, para análises laboratoriais, quanto aos teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp), foram determinados de acordo com a metodologia descrita por (DETMANN et al., 2021).

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados, segundo Detmann & Valadares Filho (2010), onde: $CNF = 100 - (\%FDNcp + \%EE + \%MM + \%PB)$, em que: FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; EE = teor de extrato etéreo; MM = teor de matéria mineral; PB = teor de proteína bruta. Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), onde: $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da MS, MO, PB, EE, aFDNcp e CNFcp, foi calculado como: $CDA (g/kg) = [(nutriente\ ingerido (g) - nutrientes\ excretados\ nas\ fezes (g)) / nutriente\ ingerido (g)]$. O consumo dos nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram estimados segundo Weiss (1999), sendo: $NDT(g/dia) = PBD\% + FDND\% +$

CNFD% + (2,25 x EED%), sendo FDND% e CNFD% corrigidos para proteína e cinzas. NDT (%) = (ingestão de NDT/ingestão de MS)*100.

4.3 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAS (3.4, SAS Institute Inc., Cary, NC) usando o procedimento MIXED. As variáveis dependentes foram analisadas como um delineamento quadrado latino em arranjo fatorial 2x4, composto por 8 animais em esquema de parcela subdividida, com a Espécie Animal (ovino e caprino) alocada na parcela e os tratamentos nas subparcelas.

O modelo estatístico foi: $Y_{ijk} = \mu + E_i + T_j + Ak(i) + ET(ij) + Pl + Eijkl$, em que Y_{ijk} é a variável de resposta dependente, μ é a média geral, T_i é o efeito fixo do tratamento com espécie (ou quadrado) ($i = 1, 2$); T_j é o efeito fixo do tratamento ($j = 1, 2, 3, 4$); $Ak(i)$ é o efeito aleatório do animal dentro do quadrado; $ET(ij)$ é a interação da espécie e tratamento; Pl é o efeito aleatório do período e $Eijkl$ é o erro residual. As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, os efeitos foram considerados significativos com 5% ($P < 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos consumos não foi observado efeito de espécie (E) e interação entre espécies e tratamentos (ExT) para nenhuma das variáveis ($P > 0,05$). Foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) dos tratamentos (T) para as variáveis de consumo de matéria seca (CMS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT's) e carboidratos não fibrosos (CNF). Pode ser observado que a dieta contendo (GIEM+POEM) promoveu maior CMS e demais constituintes, enquanto a dieta (GIEM) promoveu menor CMS, CMM, CPB, CCHOT's, CCNF, mas favoreceu ($P < 0,05$) maior CEE junto à dieta (GIEM+POEM), como pode ser observado na (Tabela 4).

Tabela 4. Valores de consumo e digestibilidade da matéria seca e seus constituintes em caprinos e ovinos submetidos às dietas experimentais.

Variáveis	Espécie (E)			Tratamentos (T) ²					P - valor		
	Caprino	Ovino	EPM ¹	CONT	GIEM	POEM	GIEM+ POEM	EPM ¹	E ³	T ⁴	E x T ⁵
	Consumo (g/dia)										
Matéria seca	1157,1	1154,5	56,163	1113,7ab	955,0b	1249,6ab	1304,9a	56,163	0,988	0,034	0,789
CMS (% PV)	2,64	2,68	0,12	2,61	2,25	2,6	3,19	0,12	0,819	0,09	0,807
Matéria orgânica	1077,5	982,5	43,672	997,5	896,2	1023	1203,3	43,672	0,424	0,081	0,791
Matéria mineral	89,9	92,6	6,799	70,3b	58,7b	113,7a	122,1a	6,799	0,856	0,0004	0,718
Proteína bruta	141,1	143,2	6,823	138,5ab	119,9b	147,3ab	162,9a	6,823	0,928	0,037	0,587
Extrato etéreo	56,5	54,4	4,19	36,8b	70,6a	36,7b	77,8a	4,19	0,823	<,0001	0,342
FDNcp ⁶	454,1	457,8	21,14	527,5	419,4	417,6	459,3	21,14	0,959	0,063	0,701
CHO's Totais ⁷	873	885,5	42,598	908,5ab	709,0b	953,9a	945,5a	42,598	0,932	0,03	0,726
CNF ⁸	411,6	419,9	26,233	371,4ab	281,6b	528,7a	481,4a	26,233	0,906	0,0003	0,656
NDT ⁹	849,8	787,7	41,224	792,3ab	666,0b	791,7ab	1024,8a	41,224	0,48	0,046	0,695
	Digestibilidade (g/kg)										
Matéria seca	710,7	682,3	10,211	689,9	654,3	721,7	720,2	10,211	0,296	0,055	0,957
Matéria orgânica	726,2	698,1	10,204	703,3ab	664,5b	738,0ab	742,6a	10,204	0,22	0,032	0,93
Proteína bruta	756,6	729,1	8,824	733,4	733,7	737,2	767,1	8,824	0,226	0,519	0,746
Extrato etéreo	854,9	815,3	17,797	815,3	870,6	781,2	873,3	17,797	0,451	0,122	s0,484
FDNcp ⁶	644,1	611,6	12,559	637,2	610,4	616,1	647,7	12,559	0,417	0,618	0,845
CNF ⁸	773,4	758,3	14,617	769,2a	657,0b	838,8a	798,3a	14,617	0,409	<,0001	0,811

¹Erro padrão da média. ²CONT= Sem palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (POEM) e sem gérmen de milho; GIEM= Sem (POEM) + gérmen de milho; POEM= Com (POEM) e sem gérmen de milho; GIEM+POEM= Com (POEM) e gérmen de milho. ³E = Efeito da espécie; ⁴T = Efeito do tratamento; ⁵ExT= efeito da Interação entre espécies e tratamento. ⁶Fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinza e proteína. ⁷Carboidratos totais, estimado segundo, onde: CHOT= $100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. ⁸Carboidratos não fibrosos, estimados segundo, em que: CNF = $100 - (\%FDNcp + \%EE + \%MM + \%PB)$. ⁹Nutrientes digestíveis totais, estimado de acordo com equação proposta. Médias seguidas por letras distintas na linha, diferem pelo teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

O maior consumo de matéria seca (CMS) foi observado nas dietas POEM e GIMEX + POEM, nas quais a palma forrageira estava incluída ($P < 0,05$). Fato que pode ser justificado pela sua alta palatabilidade, que gera maior aceitação pelos animais e resulta em maior consumo. Além disso, a taxa de digestão ruminal da palma é alta, conseqüentemente, a matéria seca é degradada rapidamente, sucedendo maior taxa de passagem e maior consumo Bispo et al., (2007). Além disso, no presente estudo, as dietas eram fornecidas na forma de mistura completa, portanto, a palma, ao ser processada agrega os outros ingredientes da dieta com a mucilagem, o que dificulta a seleção pelos animais.

Maiores consumos de matéria mineral (MO) foram verificados nas dietas experimentais que a palma forrageira estava presente ($P < 0,05$). A causa para este efeito pode ser explicada por altas concentrações de minerais nessa espécie forrageira. Batista et al., (2003), ao analisar a composição mineral da palma, encontrou valores mais elevados de potássio (K) (50 mg/100g de MS), cálcio (Ca) (18– 57 mg/100g de MS), Magnésio (Mg) (11– 17 mg/100g de MS), Manganês (Mn) (62– 103 $\mu\text{g} / \text{g}$ de MS), ferro (Fe) (59– 66 $\mu\text{g} / \text{g}$ de MS), zinco (Zn) (22– 27 $\mu\text{g} / \text{g}$ de MS), e cobre (Cu) (8– 9 $\mu\text{g} / \text{g}$ de MS). A variação dos valores dos minerais pode ocorrer de acordo com a espécie analisada, local de cultivo e estágio fisiológico da planta.

Foram observados maiores consumos de extrato etéreo (EE) nas dietas GIEM e POEM+GIEM, nas quais o gérmen de milho fez parte ($P < 0,05$). Esse comportamento pode ser explicado devido ao alto teor de gordura do gérmen, conseqüentemente, a inclusão desse ingrediente nas dietas experimentais resultou em maior consumo de gordura pelos animais. Segundo o NRC (2001), é recomendado que o teor de extrato etéreo na dieta não ultrapasse valores de 6 a 7% na MS, pois tem potencial de interferir negativamente na atividade de células responsáveis pela degradação da fibra, contudo, não foi observado efeito deletério sobre essa variável no presente estudo.

Em relação às variáveis CHOT, CNF e NDT, foram observados maiores consumos nos tratamentos onde a palma e o gérmen estavam inclusos ($P < 0,05$). Fato que pode ser explicado pelos altos teores de carboidratos não fibrosos presentes na palma forrageira, o que elevou o consumo desses nutrientes pelos animais (Oliveira et al., 2011). Além disso, o gérmen por se tratar de um alimento rico em gordura, promove um menor incremento calórico, ao elevar o teor de NDT da dieta, porém, a dieta experimental que continha apenas o gérmen sem a associação com a palma forrageira (GIEM), expressou consumo de CHOT, CNF e NDT inferiores em relação aos demais tratamentos, em função do consumo de matéria seca que foi menor nessa dieta.

Os coeficientes de digestibilidade da MS, PB, EE e FDNcp não apresentaram resultados significativos para a associação da palma forrageira com o gérmen integral de milho extra gordo ($P>0,05$), contudo o tratamento GIEM + POEM expressou valores para digestibilidade de MS, PB e FDN superiores em relação aos demais tratamentos, o que demonstra que a associação do gérmen com a palma forrageira além de gerar incremento na digestibilidade dos nutrientes, não a afetou negativamente.

As variáveis de digestibilidade da dieta experimental GIEM, na qual existe apenas o gérmen sem a associação com a palma forrageira, expressou valores para os coeficientes de digestibilidade MS, MO e FDNcp inferiores em comparação aos demais tratamentos, conforme (Tabela 4). Para o coeficiente de digestibilidade do EE, o tratamento GIEM expressou valores superiores em comparação às demais dietas experimentais, contudo, não houve incremento no consumo de NDT como pode ser observado na (Tabela 3). Dessa forma, é possível correlacionar a eficiência no consumo e digestibilidade dos nutrientes quando o gérmen está associado com a palma, visto que os maiores valores de consumo e digestibilidade dos nutrientes no presente estudo foram observados com maior frequência onde a palma e o gérmen atuaram juntos.

Foram observados efeitos significativos ($P<0,05$) para os coeficientes de digestibilidade MO e CNF. Os níveis de CNF na alimentação aumentaram, uma vez que são facilmente degradados no rúmen, sendo eliminados rapidamente. Isso resulta em um aumento da oferta de energia, que favorece o crescimento de microrganismos e, por consequência, melhora a digestão. O aumento na quantidade de CNF foi mais evidente nas dietas em que a palma forrageira estava incluída, fato que pode ser explicado devido ao alto teor de CNF presente na palma forrageira.

6. CONCLUSÃO

Em função de maximizar o consumo de energia e não alterar a digestibilidade dos nutrientes, recomenda-se a associação de palma forrageira com gérmen de milho na dieta de pequenos ruminantes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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, 2009a.
2. ABDELQADER, M.M. et al. Isolipidic additions of fat corn germ, corn distillers grains, or corn oil in dairy cow diets. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.5523-5533, 2009b.
3. ALBUQUERQUE, C.S et al. Chemical Composition and Metabolizable Energy Values of Corn Germ Meal Obtained by Wet Milling for Layers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.15, n.1, p.107-112, 2014.
4. ALBUQUERQUE, S.G. DE. & G.R.L. BANDEIRA. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a Caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 30(6): 885-891, 1995.
5. ALMEIDA, E.M. et al. Respostas fisiológicas em vacas lactantes suplementadas com germen integral de milho. **Revista Agrotecnologia**, v.5, n.1, p. 105 - 114, 2014.
6. BATISTA A.M.V., Mustafa A.F., Santos G.R.A., Carvalho F.F.R., Dubeux J.C., Lira M.A. & Barbosa S.B.P. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **Journal of Agronomy and Crop Science**, 189:123-126. 2003.
7. BISPO, S. V. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante: efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1902-1909, 2007.
8. CALDERANO, A.A et al. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.320-326, 2010.

9. CARVALHO, O. A economia política do Nordeste. Rio de Janeiro: Campos. 1988. 434 p.
10. CASTRO, K.J. et al. Respostas comportamentais de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de subprodutos agroindustriais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n.2, p. 306-314, 2009.
11. COSTA, R. G. et al. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do estado da Paraíba. Brasil. **Archivos de zootecnia**, v. 57, n. 218, p. 195-205, 2008.
12. DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos**. 2. ed. Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, Brasil: Suprema, 2021.
13. 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, n. 4, p. 980–984, ago. 2010.
14. DUBEUX Júnior, J. C. B. et al. Forage potential of cacti on drylands. **Acta Horticultura**, 1067, p. 181-186, 2015.
15. FIORENTINI, G. et al. Lipid sources with different fatty acid profile alters the fatty acid profile and quality of beef from confined nellore steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 7, p. 976–986, 1 jul. 2015.
16. FISHER, R. A.; TURNER, N.C. Plant productivity in the arid and semi-arid zones. **Annual Review of Plant Physiology**, v.29, p.277-317, 1978.
17. 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 substitute for corn. **Small Ruminant Research**, v.207, 106609, 2022.

18. GOES, Rafael Henrique de Tonissi et al. Técnicas laboratoriais na análise de alimentos. **Coleção Cadernos Acadêmicos**, 2010.
19. HOPKINS, W. G.; HUNER, N. P. A. **Introduction to plant physiology**. 4.ed. New York: Wiley. John Wiley & Sons, 2009. 528p
20. IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal 2022. Tabela: Efetivo de caprinos e ovinos. Rio de Janeiro, 2022.
21. JOELSON N. A. et al. **Gérmen integral de milho extra gordo em dieta para vacas em lactação**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós- Graduação em Zootecnia, Recife, p. 10-46, 2022.
22. KOZLOSKI, V. G. Bioquímica dos ruminantes: 1 ed. Santa Maria. **editora ufsm**. 2009. 212p.
23. KOZLOSKI, G. V. Bioquímica dos ruminantes (Vol. 2, 3a ed.). Santa Maria, RS: **Universidade Federal de Santa Maria**. 2011
24. LEITE, E.R. Manejo alimentar de caprinos e ovinos em pastejo no Nordeste do Brasil. **Ciência Animal**, v.12, n.2, p.119-128, 2002.
25. LOPES, E.C. Performance and carcass characteristics of broilers fed whole corn germ **Brazilian Journal of Animal Science**.
26. MARQUES, O. F. C. et al. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017.
27. MILLER, W.F. et al. Comparison of full-fat corn germ, whole cottonseed, and tallow as fat sources of lactating dairy cattle. **Journal Of Dairy Science**, v.92, p. 3386-3391, 2009.
28. MIOTTO, F.R.C. et al. Desempenho produtivo de tourinhos Nelore x Limousin alimentados com dietas contendo gérmen de milho integral. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 4, p. 624-632, 2009.

29. NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. rev.ed. Washington, D.C.: p. 381, 2001.
30. NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids**. The National Academies Press, Washington, D.C. USA, 2007.
31. OLIVEIRA, Anna Synnara Cavalcante et al. A palma forrageira: alternativa para o semi-árido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 6, 2011.
32. PAES, M.C.D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Circular Técnica 75. Minas Gerais. 2006.
33. PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. A 100-Year Review: Fat feeding of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 10061–10077, 1 dez. 2017.
34. PALMQUIST, D. L.; WEISBJERG, M. R.; HVELPLUND, T. Ruminant, Intestinal, and Total Digestibilities of Nutrients in Cows Fed Diets High in Fat and Undegradable Protein. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 5, p. 1353–1364, 1993.
35. SALVIANO, L. M. C. et al. Desempenho de bovinos em pastagens de caatinga sob diferentes taxas de lotação. Petrolina: **Embrapa Semi-Árido**, p. 16, 2004.
36. SANTOS, M.V. F.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A. Características desejáveis de plantas forrageiras: potencial e perspectivas. In: Morfologia e fisiologia das palmas forrageiras. **Visconde do Rio Branco**: Gráfica Suprema. p. 63-81, 2022.
37. SCOLLAN, N. D. et al. Can we improve the nutritional quality of meat? **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 76, n. 4, p. 603–618, 1 nov. 2017.
38. SILVA, E.C et al. Intake, digestibility, water balance, ruminal dynamics, and blood parameters in sheep fed diets containing extra-fat whole corn germ. **Animal Feed Science and Technology**, v. 285, p. 115248, 20

39. SILVA, E.C. et al. Substituição do fubá de milho por gérmen integral de milho na dieta de ovinos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.48, n.4, p.442-449, 2013.
40. SILVA, M. F.; BATISTA, A. M. V.; ALMEIDA, O. C. Efeito da adição de capim elefante a dietas à base de palma forrageira sobre a fermentação ruminal em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 1997. p.140-142.
41. SIMIONATTO, M.; MAEDA, E. M. Gordura protegida na dieta para ovinos. **Revista eletrônica de Veterinária**. v. 18, n. 12. p.1-18. 2017
42. SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562– 3577, 1 nov. 1992.
43. 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, 2016.
44. VOLTOLINI, Tadeu Vinhas et al. Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. 2011.
45. WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS**. 1999.
46. ZHANG, Z. W. et al. Nitrocompounds as potential methanogenic inhibitors in ruminant animals: A review. **Animal Feed Science and Technology** Elsevier B.V., 1 fev. 2018.