

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

VICTOR JAVIER LICONA GALEANO

**RESPOSTAS PRODUTIVAS DE CABRAS LEITEIRAS ALIMENTADAS
COM DIETAS CONTENDO DUAS FONTES DE VOLUMOSOS E
ENERGIA**

**RECIFE
2021**

VICTOR JAVIER LICONA GALEANO

**RESPOSTAS PRODUTIVAS DE CABRAS LEITEIRAS ALIMENTADAS
COM DIETAS CONTENDO DUAS FONTES DE VOLUMOSOS E
ENERGIA**

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. Marcelo de Andrade Ferreira

Coorientadores:

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho

Prof^ª. Dr^ª. Carolina Corrêa de Figueiredo Monteiro

**RECIFE
2021**

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)

L711r

Licona Galeano, Victor Javier

RESPOSTAS PRODUTIVAS DE CABRAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO DUAS FONTES DE VOLUMOSOS E ENERGIA / Victor Javier Licona Galeano. - 2021.
31 f.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira .

Coorientador: Francisco Fernando Ramos de Carvalho .

Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2021.

1. Cactácea. 2. caprinocultura de leite. 3. desempenho. 4. energia. 5. gordura. I. Ferreira , Marcelo de Andrade, orient. II. Carvalho , Francisco Fernando Ramos de, coorient. III. Título

CDD 636



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

**RESPOSTAS PRODUTIVAS DE CABRAS LEITEIRAS ALIMENTADAS
COM DIETAS CONTENDO DUAS FONTES DE VOLUMOSOS E
ENERGIA**

VICTOR JAVIER LICONA GALEANO

Aprovado em: 08/03/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira,
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Robert Emilio Mora Luna
Universidad Nacional Experimental del Tachira, Pró-reitoria e Pesquisa Agropecuária

Profa. Dra. Safira Valença Bispo
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

***DEDICO.** Aos meus pais, Jeremias Licona Maldonado e Maria de Los Angeles Galeano Buezo, por tudo que fizeram e fazem por mim, por todo amor dedicado a mim.*

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por me brindar com a oportunidade de estar aqui e permitir cumprir um dos meus muitos sonhos e metas.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco por abrir suas portas de aprendizagem para os estrangeiros.

A todos os professores responsáveis pela minha formação acadêmica por darem as necessárias ferramentas do conhecimento.

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), pela concessão da bolsa de estudo durante o período 2019-2021.

À minha família que sempre esteve presente e me apoiou incondicionalmente. Minha mãe por ensinar-me o gosto pelos livros, meu pai por motivar-me sempre e apoiar-me para seguir adiante na vida e dando-me muito amor, e aos demais familiares que me apoiaram e torceram para eu continuar crescendo intelectualmente e espiritualmente.

Aos meus amigos da Universidade obrigado por toda ajuda de vocês. Obrigado por sempre estarem disponíveis nas coletas de dados. Sem vocês eu não teria conseguido. “Se quiser ir rápido, vá sozinho, se quiser ir longe, vá em grupo”. São eles: Caio Carneiro, Eduardo Araújo, Antônio Neto, Fábio Nascimento, João Vitor, Paulo Godoi, Rodrigo Andrade, Ruan Neves, Robert e Ana (Venezuela), Maycom (Baiano), e todos os demais.

À Firma (Grupo de Estudo em Palma Forrageira) que me acolheu e apoiou sempre; foram pessoas amáveis e colaboradoras.

À empresa INGREDION pelo fornecimento de ingredientes que foram utilizados nas dietas experimentais.

Ao pessoal do Departamento de Zootecnia, Sr. Pedro, Edson (Bolsonaro), Esteliano, Jossy (Irmã), Rafaela e todos os demais ajudantes.

Ao Professor Marcelo por ser um ótimo mentor e induzir-me a dar o melhor de mim e que sempre me lembrava que a “previsão do tempo” estava passando; muito obrigado professor.

Aos meus coorientadores, Prof. Dr. Francisco Carvalho e Dr^a. Carolina Monteiro, pela ajuda no período experimental, contribuições, apoio e incentivo.

Especialmente agradeço Agni Corrêa e Elizabeth Vasconcelos meus colegas de experimento, que com eles aprendi muito.

Obrigada a todos vocês, por fazer parte desta experiência e acompanhar-me neste caminho de aprendizagem e superação acadêmica.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da palma forrageira (*Opuntia stricta* [Haw]. Haw) e gérmen integral de milho extra gordo (GIMEX) na dieta de cabras Saanen lactantes, sobre o consumo e digestibilidade de nutrientes, comportamento ingestivo, produção e composição química do leite. Doze cabras com peso corporal médio de 54 ± 2 kg e período de lactação médio de 45 dias foram distribuídas em três quadrados latinos simultâneos (4×4) de acordo com a produção de leite em um esquema fatorial 2×2 usando duas fontes de volumoso (Com e sem palma) e duas fontes de energia (Milho e GIMEX). As dietas com palma proporcionaram maior consumo ($P \leq 0,01$) de matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF), maior digestibilidade ($P \leq 0,04$) da matéria seca (MS), MO, menores tempos de alimentação e ruminação ($P \leq 0,01$) e menor teor de nitrogênio uréico no leite ($P \leq 0,01$). As dietas contendo GIMEX proporcionaram maior consumo ($P \leq 0,01$) de EE, menor consumo de CNF e maior concentração de gordura e sólidos totais no leite ($P \leq 0,04$). Tanto as dietas sem palma como as dietas sem GIMEX proporcionaram maior digestibilidade ($P \leq 0,03$) da fibra em detergente neutro (FDN). As dietas com palma e GIMEX apresentaram maior consumo ($P \leq 0,04$) de MS, FDN e nutrientes digestíveis totais (NDT), e produção de leite total e corrigida ($P \leq 0,03$). As dietas com capim e GIMEX apresentaram maior digestibilidade ($P \leq 0,03$) de PB e EE. Para cabras que produzem 2,5 kg de leite com 4% de gordura, recomenda-se adicionar palma ao capim elefante e substituir o milho por GIMEX.

Palavras-chave: Cactácea, caprinocultura de leite, desempenho, energia, gordura.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of cactus cladodes (*Opuntia strica* [Haw]. Haw) and extra fat whole corn germ (EFWCG) in the diet of lactating Saanen goats, on the consumption and digestibility of nutrients, production and composition milk chemistry. Twelve goats with an average body weight of 54 ± 2 kg and an average lactation period of 45 days were distributed in three simultaneous Latin squares (4×4) according to milk production in a 2×2 factorial scheme using two sources of roughage (with and without cactus) and two energy sources (with and without EFWCG). The diets with cactus provided greater consumption ($P \leq 0.01$) of organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), non-fibrous carbohydrates (NFC), greater digestibility ($P \leq 0.04$) of dry matter (DM), OM, shorter feeding and rumination times ($P \leq 0.01$) and lower urea nitrogen content (MUN) in milk ($P \leq 0.01$). Diets containing EFWCG provided higher consumption ($P \leq 0.01$) of EE, lower consumption of NFC and higher concentration of fat and total solids in milk ($P \leq 0.04$). Both diets without cactus and diets without EFWCG provided greater digestibility ($P \leq 0.01$) of neutral detergent fiber (NDF). The diets with cactus and EFWCG showed higher consumption ($P \leq 0.04$) of DM, NDF and total digestible nutrients (TDN), and total and corrected milk production ($P \leq 0.03$). The grass and EFWCG diets showed higher digestibility ($P \leq 0.03$) of PB and EE. For goats that produce 2.5 kg of milk with 4% fat, it is recommended to add cactus to elephant grass and replace corn with EFWCG

Keywords: Cactaceae, energy, fat, Goat milk, performance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teor nutricional nos ingredientes das dietas na matéria seca.	18
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais com base na matéria seca.	18
Tabela 3. Consumo e digestibilidade de nutrientes por cabras leiteiras em lactação.	21
Tabela 4. Interação entre fonte energética × palma para o consumo de MS, FDN e NDT (g/dia).	21
Tabela 5. Interação entre fonte energética × palma para a digestibilidade de PB e EE (g/Kg).	22
Tabela 6. Comportamento ingestivo.	22
Tabela 7. Produção e composição química do leite.	23
Tabela 8. Interação entre fonte energética × palma para a produção de leite, produção de leite corrigida para 4 % gordura (kg/dia).	23

Sumário

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Considerações iniciais	12
2.2 Palma forrageira	13
2.3 Milho	14
2.4 Gérmen integral de milho extra gordo	14
2.5 Fonte de energia	15
2.6 Comportamento ingestivo	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS	20
5. DISCUSSÃO	23
6. REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

A produção animal tem sido influenciada por diversos fatores ao longo dos anos, fato que tem incentivado pesquisas que visam minimizar perdas e maximizar a eficiência produtiva (Lima et al., 2020).

As regiões quentes podem comprometer o desempenho produtivo em função da redução de ingestão de alimentos em consequência do estresse térmico. Além disso, forrageiras tropicais estão sujeitas a estacionalidade, apresentando máximo rendimento no período chuvoso e queda significativa na produção e na qualidade no período seco.

A redução da disponibilidade em quantidade e qualidade da pastagem no final do período seco, associado a menor ingestão de matéria seca, resulta em queda da produção geral dos animais (Paula et al., 2020). Para mitigar estes efeitos uma solução seria fazer uso de maior quantidade de concentrado, o que resulta em aumento no investimento com a alimentação.

Regiões semiáridas são caracterizadas por apresentar temperaturas elevadas e irregularidade de chuvas, o que prejudica a pecuária dessas regiões. Assim, a palma forrageira apresenta características favoráveis para a produção animal no semiárido em função de suas adaptações morfofisiológicas, o que garante resistência a períodos de estiagem. Essa forrageira apresenta alta concentração de carboidratos não fibrosos, que confere energia aos animais, e possui alto teor de umidade, suprimindo a necessidade de água para ruminantes.

Já a inclusão de alimentos com alto teor lipídico na dieta de ruminantes reduz o incremento calórico e podem favorecer ainda mais a pecuária de regiões quentes. Aí inclui-se o gérmen integral de milho extra gordo (GIMEX), obtido através do processo de moagem úmida do milho, e apresenta elevado teor de extrato etéreo, sendo uma interessante fonte de energia para ruminantes, assim, elevando a densidade energética das dietas (Almeida et al., 2016).

A inclusão de lipídios em dietas de animais de produção aumenta a eficiência dos animais que depositam grande quantidade de gordura em seus produtos. Há o aumento da capacidade de absorção de vitaminas lipossolúveis e o fornecimento de ácidos graxos essenciais, importantes para membranas de tecidos (Palmquist & Mattos, 2006).

Diante disso, hipotetizou-se que a associação da palma forrageira com o GIMEX, aumenta o consumo de energia e melhora o desempenho de cabras leiteiras. Objetivou-se avaliar o efeito da substituição parcial do capim elefante pela palma orelha de elefante mexicana (*Opuntia strica* [Haw]. Haw) e o total do milho pelo GIMEX sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo, produção e composição do leite.

34 2. REFERENCIAL TEÓRICO

35 2.1 Considerações iniciais

36 A caprinocultura leiteira tem aumentado de forma significativa sua participação no
37 cenário agropecuário brasileiro, contribuindo diretamente para desenvolvimento da pecuária na
38 região semiárida. A população de caprinos no Brasil está na faixa de 10,7 milhões de cabeças
39 (IBGE, 2019) e sua maioria pertence a região Nordeste, contando com aproximadamente 94%
40 do rebanho.

41 O Brasil é o maior produtor de leite caprino do continente Americano (26 milhões de
42 litros/ano), sendo a região Nordeste responsável por 70% da produção nacional (FAOSTAT,
43 2020). A principal bacia leiteira caprina desta região está situada entre os Estados Pernambuco
44 e Paraíba, nas mesorregiões do Agreste e Sertão, caracterizados com clima semiárido.

45 O semiárido brasileiro apresenta pastagens nativas formadas, predominantemente, pela
46 caatinga, irregularidade acentuada na distribuição de chuvas, tanto no tempo quanto no espaço,
47 podendo ocorrer até longos períodos de estiagem (IBGE, 2019). Além disso, apresenta altas
48 temperaturas e radiação solar elevada e, segundo Souza et al. (2012), regiões quentes podem
49 levar os animais a sofrerem alterações comportamentais e fisiológicas, cujas respostas podem
50 afetar a ingestão de alimentos e, conseqüentemente, reduzir a produção. O estresse térmico em
51 ruminantes ocorre quando a taxa de ganho de calor do animal excede a de perda, fazendo com
52 que o mesmo saia de sua zona de conforto (Medeiros et al., 2008).

53 O sucesso da pecuária nas condições do semiárido aumentam significativamente quando
54 se utilizam forrageiras com bom potencial de produção e adaptadas as características
55 edafoclimáticas da região, principalmente as resistentes ao déficit hídrico (Galvão Júnior et al.,
56 2014). Nesse contexto, a palma forrageira faz parte da base alimentar dos rebanhos de zonas
57 áridas e semiáridas. Assim, características como alta adaptabilidade, produção de biomassa e
58 aceitabilidade fazem dessa forrageira um alimento valioso para a pecuária dessa região (Silva
59 et al., 2006).

60 Há de se considerar, contudo, que o fornecimento de concentrado é indispensável na
61 pecuária leiteira, porém requer alto custo de investimento, e, por isso, alimentos alternativos
62 possibilitam onerar o valor despendido para alimentação em sistemas de produção que utilizam
63 alimentos concentrados como milho, sorgo e farelo de soja. De forma geral, os coprodutos são
64 resíduos de produção agroindustrial de alimentos para humanos, que apresentam alguma
65 potência alimentar para animais. Estes são alternativos para os pecuaristas pois além do menor
66 custo para sua aquisição, podem apresentar composição nutricional favorável a nutrição dos
67 ruminantes, podendo substituir alimentos concentrados tradicionais (Miotto et al., 2014).

68 **2.2 Palma forrageira**

69 Características como resistência à seca, alta produção de biomassa, elevada
70 aceitabilidade e elevado teor de umidade fazem da palma forrageira um alimento valioso para
71 os rebanhos de zonas áridas e semiáridas. No semiárido brasileiro é cultivada em larga escala e
72 ofertada aos animais ao longo do ano, principalmente na estação seca e períodos de estiagem,
73 constituindo-se num componente fundamental para manter a produtividade de importantes
74 bacias leiteiras do Nordeste (Frota et al., 2015).

75 De forma geral o alto teor de carboidratos não fibrosos (42,3% a 65,0%) e nutrientes
76 digestíveis totais (73,8% a 85,2%) da palma forrageira têm despertado o interesse para sua
77 utilização em substituição a concentrados energéticos. Em geral, a palma forrageira,
78 independentemente do gênero, apresenta baixos teores de matéria seca (6,1% a 17,1%), proteína
79 bruta (2,9% a 6,0%), fibra em detergente neutro (20,1% a 32,8%) e fibra em detergente ácido
80 (9,5% a 22,5%) (Frota et al., 2015). E, em função de apresentar baixo teor de fibra, recomenda-
81 se sua utilização associada a uma fonte de fibra fisicamente efetiva (Ferreira, 2005) e, associá-
82 la com ureia, mostra-se uma alternativa viável para alimentação dos ruminantes.

83 Vários estudos têm apresentado dados que demonstram que o uso da palma forrageira
84 maximiza o consumo voluntário em ruminantes e aumenta a produtividade. Oliveira et al.
85 (2017) ao estudarem a substituição de cana-de-açúcar por palma forrageira em dieta de ovinos,
86 obtiveram consumo máximo de matéria seca de 1,35 kg/dia com 45% de substituição em dieta
87 com relação volumosa: concentrado de 48:52. Corroborando com Rezende et al. (2020) que
88 observaram aumento no consumo de matéria seca e nutrientes em carneiros alimentados com
89 inclusão de palma forrageira em substituição a silagem de sorgo (Relação volumoso:
90 concentrado de 65:35). Este aumento do consumo pode ser devido a que a palma forrageira
91 apresentar alta aceitabilidade e grandes quantidades podem ser voluntariamente consumidas
92 (Galvão Júnior et al., 2014).

93 Ramos et al. (2019) alimentando cabras leiteiras com dieta de feno de capim buffel e
94 palma forrageira (Relação volumoso: concentrado de 58:42) observa aumento do consumo de
95 nutrientes e produção de leite em comparação às dietas sem palma forrageira. O aumento na
96 produção, portanto, é justificado devido ao maior consumo de matéria seca e nutrientes,
97 associado ao alto teor de carboidratos não fibrosos da palma forrageira, que são fontes de
98 energia para ruminantes (Ferreira, 2005).

99

2.3 Milho

O milho ocupa lugar de destaque no cenário nacional e mundial. Cerca de 80% dos grãos cultivados no País são constituídos pelo milho, sendo a produção direcionada principalmente para o mercado interno (Pereira e Antunes, 2007). No entanto, com o advento dos biocombustíveis e a destinação de boa parte da produção de milho norte americana para esta finalidade, abriu-se uma lacuna na oferta do grão no mercado internacional nos últimos anos. Desta forma, o crescimento da cultura do milho no Brasil e a sua participação no mercado externo têm aumentado a cada ano (Lage et al., 2017).

O grão de milho é formado por quatro partes: endosperma, gérmen (embrião), pericarpo (casca) e ponta (Paes, 2006). A ponta é a menor estrutura do grão, com função de conexão ao sabugo e é formada por material lignocelulósico (2% do grão). O pericarpo (5%) confere proteção ao ambiente e é formado essencialmente por celulose e hemicelulose. O gérmen é a parte vegetativa do grão onde se encontra o embrião (11%), e é constituído principalmente de lipídeos e proteínas, além de vitamina E, minerais e açúcares (Paes, 2006). O endosperma constitui 82% do grão de milho e é uma importante região de estocagem de energia onde se concentra 98% do amido, e em menor proporção é constituído de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais. O endosperma pode ser classificado como vítreo (córneo) e farináceo (denso) de acordo com a distribuição proteica e dos grãos de amido (Gonçalves et al., 2009).

Em média, 60% do milho produzido no País é usado na produção de alimentação animal (Abimilho, 2014), pois o grão apresenta como principal componente o amido (65 a 72% da MS), que confere energia prontamente disponível aos animais. No processamento do milho para a alimentação humana, para cada 100 kg de milho em grãos, são produzidos, em média, 65 kg de amido, 3,0 kg de óleo, 20 kg de glúten, 4,5 kg de farelo de glúten e 3,2 kg de gérmen integral (Honeymam, 1989).

Apesar de o milho constituir o principal concentrado energético para animais ruminantes, ele pode ser substituído em rações para animais com aptidão leiteira por outros ingredientes gerados pelo processamento agroindustrial, como a polpa cítrica, a casca do grão de soja ou coprodutos originados do processamento do milho, em busca de tornar o sistema de produção do leite mais competitivo (Schalch et al., 2001).

2.4 Gérmen integral de milho extra gordo

O gérmen representa 10 a 14% do milho e concentra 83% dos lipídios, 78% dos minerais, 26% das proteínas e 70% dos açúcares do grão (Paes, 2006). Pode ser obtido na indústria por dois possíveis processos de degerminação, a seco ou úmido (Leal, 2000). Esses

133 processos podem ocasionar diferenças consideráveis na composição do germen. Quando
134 produzido na extração úmida apresenta em torno de 50% de lipídios, enquanto no processo de
135 moagem a seco apresenta aproximadamente 13% (Moreau et al.,2005). Como o teor de lipídio
136 é maior na via úmida normalmente sua produção é destinada a extração de óleo, enquanto o
137 germen oriundo da via seca é destinado à alimentação animal (Cra, 2006).

138 A gordura presente no germen de milho é altamente insaturada, composta de
139 aproximadamente 56% de ácido linoléico, 28% de ácido oléico, 11% de ácido palmítico, 2%
140 de ácido esteárico, 1,3% de ácido linolênico e 0,5% de ácido araquidônico (Miller et al., 2009).
141 O germen integral de milho extra gordo pode ser usado como alternativa na formulação de
142 rações para ruminantes, e é indicado para aqueles com aptidão de leite e carne devido à energia
143 líquida e baixo teor de amido em comparação ao grão de milho (Almeida, 2016).

144 **2.5 Fonte de energia**

145 Os animais obtêm a energia necessária para suprir suas exigências a partir da ingestão
146 de alimentos, onde os nutrientes se desdobram no sistema digestivo, gerando calor, e são
147 incorporados ao corpo em um conjunto de reações químicas em nível celular (INTAGRI, 2018).
148 A necessidade energética varia de acordo com a categoria do animal (Crescimento, manutenção
149 ou reprodução). Fêmeas em lactação aumentam sua exigência nutricional pois parte da energia
150 consumida é direcionada para a produção de leite, sendo assim, os animais, por meio da
151 homeorresse, mobilizam suas reservas corporais para atender sua demanda fisiológica.

152 Os Carboidratos solúveis representam a categoria mais abundante em termos de
153 nutrientes nas plantas, encontrando-se o amido dos grãos e os açúcares solúveis nas forragens.
154 O milho é a principal fonte de energia para alimentação animal devido a presença de amido
155 (Pereira e Antunes, 2007). De outro lado, os carboidratos não fibrosos que compõe a palma
156 forrageira têm desencadeado pesquisas a fim de comprovar e potencializar sua utilização na
157 substituição de concentrados energéticos, aportando elevado teor de nutrientes digestíveis totais
158 que aumentam o consumo de energia, e portando, a produção (Cavalcanti et al.,2008).

159 Objetivando onerar custos voltados a aquisição de alimentos energéticos, os coprodutos
160 industriais aparecem com alternativa para atenuar problemas de escassez de alimentos e reduzir
161 o custo de produção de alimentos de origem animal (Carne, leite e seus derivados) durante
162 períodos mais críticos do ano (Costa et al., 2007). Contudo, a sua inclusão na ração depende
163 de fatores como disponibilidade, preço, custo do transporte, potencial energético, ausência de
164 compostos tóxicos e/ou antinutricionais e facilidade de armazenamento (Garcia et al., 2005).

165 O gérmen integral de milho é um coproduto que pode ser usado na formulação de rações
166 e é indicado para ruminantes com aptidão de leite e carne devido ao elevado teor lipídico que
167 maximização a ingestão calórica (Almeida et al., 2016). Alimento rico em lipídios aumentam a
168 densidade energética da dieta em 2,25 vezes mais do que o carboidrato, promovendo aumento
169 do consumo de energia, sem aumentar a quantidade de carboidratos fermentáveis no rúmen e,
170 dessa forma, prevenindo possíveis transtornos metabólicos que poderiam comprometer a saúde
171 e o desempenho produtivo dos animais (Grummer, 1991).

172 Fontes de gordura, especialmente na forma protegida da degradação ruminal, como os
173 sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa e fontes de gordura que possuem proteção
174 natural, como sementes de oleaginosas inteiras ou parcialmente quebradas, possuem pouco
175 efeito sobre a população microbiana, não apresentando toxicidade da gordura sobre os
176 processos de degradação ruminal de nutrientes, especialmente da fibra (Allen, 2000). Segundo
177 Nagaraja et al. (1997), ácidos graxos insaturados são tóxicos para as bactérias gram-positivas,
178 devido alteração na permeabilidade da parede celular, reduzindo a capacidade da célula regular
179 o pH intracelular e captação de nutrientes.

180 É comum a utilização de suplementos lipídicos em dietas para animais lactantes com
181 balanço energético negativo com o objetivo de reduzir a mobilização corporal de gordura e
182 aumentar a produção de leite. Klusmeyer e Clarck (1991), afirmam que vacas lactantes que
183 recebem dietas com adição de fontes de gordura, podem aumentar a produção de leite uma vez
184 que aumentam a ingestão de energia ou melhoram a eficiência de utilização da energia.

185 De acordo com Staples et al. (2001), a utilização de gordura suplementar para vacas
186 pode resultar em aumento de 2,0 a 2,5 kg de leite/vaca/dia. Entretanto, Araújo (2012),
187 trabalhando com gérmen integral de milho na suplementação de vacas lactantes, não observou
188 aumento na produtividade de leite. Essas variações podem ser atribuídas à redução da ingestão
189 de alimento devido aos aspectos ligados a motilidade intestinal, aceitabilidade das dietas
190 suplementadas com gordura, liberação de hormônios intestinais e oxidação das gorduras pelo
191 fígado (Allen, 2000).

192 **2.6 Comportamento ingestivo**

193 O estudo do comportamento ingestivo dos ruminantes é uma ferramenta de grande
194 importância para o desenvolvimento de modelos que sirvam de suporte a pesquisa e
195 possibilitem ajustar técnicas de alimentação e manejo para melhorar o desempenho zootécnico
196 dos animais. A probabilidade de o alimento ser ingerido pelo animal depende da ação de fatores
197 que interagem em diferentes situações de alimentação, comportamento animal e meio ambiente

198 (Pereira et al., 2009). As respostas comportamentais poderão ser utilizadas como ferramentas
199 para a avaliação de dietas, possibilitando ajustar no manejo alimentar dos animais para obter
200 melhor desempenho animal (Mendonça et al., 2004).

201 O comportamento ingestivo envolve o consumo de alimento ou de substâncias
202 nutritivas, incluindo sólidos e líquidos, e as diferentes espécies apresentam características
203 particulares quando se refere a comer e beber (Petryna, 2002). O tempo despendido em
204 ruminção é influenciado pela natureza da dieta e, provavelmente, é proporcional ao teor de
205 parede celular dos volumosos. Assim, quanto maior a participação de alimentos volumosos na
206 dieta, maior será o tempo despendido com ruminção (Van Soest, 1994).

207

208 As considerações iniciais da presente dissertação seguiram a norma de formatação de
209 teses e dissertações do programa de pós-graduação em zootecnia (PPGZ/UFRPE, 2020) e o
210 artigo foi redigido de acordo com as normas da revista *Tropical Animal Health and Production*.

211 3. MATERIAL E MÉTODOS

212 O experimento foi conduzido no setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia
213 da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foram utilizadas 12 cabras da raça Saanen com
214 peso corporal médio de 54 ± 2 kg, produção inicial de 2 kg de leite/dia e período de lactação
215 médio de 45 dias, alojadas em baias individuais providas de comedouro e bebedouro,
216 distribuídos de acordo com a produção de leite em três quadrados latinos simultâneos (4 x 4),
217 em um esquema fatorial 2 x 2 usando duas fontes de volumoso (Com e sem palma) e duas fontes
218 de energia (Milho e GIMEX). O ensaio teve duração de 84 dias, com quatro períodos
219 consecutivos de 21 dias, divididos em adaptação de 14 dias e períodos de amostragem de 7 dias.

220 As dietas foram formuladas de acordo a NRC (2007) para atender as exigências de
221 cabras em lactação, com produção de leite de 2,5 kg/dia com 4% de gordura e de acordo com o
222 peso vivo e período de lactação (Tabelas 1 e 2). As dietas foram fornecidas *ad libitum* na forma
223 de ração completa, duas vezes ao dia (8h00 e 16h00), permitindo-se sobras de 5 a 10% do total
224 de matéria seca fornecida. O consumo voluntário dos nutrientes foi calculado através da
225 diferença entre a quantidade de alimento fornecido no dia anterior e a quantidade de sobras,
226 durante todo o período de coleta.

227 Foi tomado uma amostra de cada alimento do concentrado no momento da preparação
228 para posteriores análises. Do 15° ao 21° dia de cada período experimental, diariamente, foram
229 colhidas amostras do capim e da palma forrageira e as sobras do alimento oferecido aos animais.
230 Das amostras de palma, capim e sobras foram feitas amostras compostas ao final de cada

231 período experimental, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e
232 armazenadas em freezer a -20°C para posteriores análises bromatológicas.

233 **Tabela 1.** Teor nutricional nos ingredientes das dietas na matéria seca.

Ingredientes	MS ^{1,A}	MM ²	MO ³	PB ⁴	EE ⁵	FDN _{cp} ⁶	FDNi ⁷	FDA ⁸	CNF ⁹
Capim elefante	189,0	92,4	907,6	73,8	17,6	702,0	342,6	472,9	114,2
POEM ¹⁰	102,7	132,4	867,7	44,9	11,9	314,0	141,9	217,8	496,9
Milho moido	857,9	16,1	983,9	95,0	52,7	136,6	16,3	37,2	699,6
GIMEX ¹¹	897,4	9,9	990,1	122,5	479,1	240,0	21,8	71,0	148,5
Refinazil	844,9	73,4	926,6	238,4	23,3	379,0	37,1	112,4	285,9
Soja	873,1	74,5	925,5	506,1	21,2	140,0	11,4	82,9	258,2
Ureia	970,00		999,9	2800					
Sal comum	990,0	999,9							
Sal mineral	990,0	999,9							

234 ¹Matéria seca; ²Matéria mineral; ³Matéria orgânica; ⁴Proteína bruta; ⁵Extrato etéreo; ⁶Fibra em detergente neutro
235 corrigido para cinzas e proteína; ⁷Fibra em detergente neutro indigestível; ⁸Fibra em detergente ácido; ⁹Carboidrato
236 não fibroso; ¹⁰Palma Orelha de Elefante Mexicana; ¹¹Gérmen integral de milho extra gordo. ^Ag/kg de matéria
237 natural.

238 **Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais
239 com base na matéria seca.

Ingrediente (%)	CM ¹	CPM ²	CG ³	CPG ⁴
Capim elefante	62,0	31,00	62,00	31,00
POEM	-	31,00	-	31,00
Milho Moido	9,50	9,50	-	-
GIMEX	-	-	9,50	9,50
Refinazil	13,50	13,20	13,50	13,20
Soja	13,00	13,00	13,00	13,00
Ureia	-	0,30	-	0,30
Sal comun	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal mineral	1,50	1,50	1,50	1,50
Composição química (g/kg na MS)				
MS ⁵	268,7	196,2	269,1	196,4
MO	901,6	889,4	902,2	890,0
PB	152,7	151,5	155,3	154,0
EE	21,8	20,0	62,3	60,5
FDN _{cp}	517,6	396,2	527,4	406,0
FDNi	221,2	158,9	221,8	111,9
FDA	322,7	243,3	325,9	246,5
CNF	209,0	327,2	157,1	274,9

240 ¹Capim+Milho; ²Capim+Palma+Milho; ³Capim+GIMEX; ⁴Capim+Palma+GIMEX. ⁵g/kg de matéria natural.

241

242 As amostras das rações das dietas, sobras e fezes foram compostas por animal e período
243 experimental, secadas em estufa de ventilação forçada (55 °C) por 72 horas, processadas em
244 moinho Willey com peneiras de porosidade de 1 mm para análises químicas e 2 mm para

245 incubação no rúmen para estimativa da produção da matéria seca fecal. As amostras
 246 processadas em peneira de 1 mm foram para avaliar a matéria seca (MS; método INCT-CA
 247 G-003/1), matéria orgânica (MO; método INCT-CA M-001/1), PB (método INCTCA N-001/1),
 248 extrato etéreo (EE; método INCT-CA G-005/1), fibra em detergente neutro corrigida para
 249 cinzas e proteína (FDN_{cp}; métodos INCT-CA F-002/1, INCT-CA M-002/1 e INCT-CA N-
 250 004/1), fibra em detergente ácido (FDA; métodos INCT-CA F-004/1) de acordo com as técnicas
 251 padrão do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Zootecnia (INCT-CA; Detmann et
 252 al., 2012). Os carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados
 253 segundo Sniffen et al. (1992) da seguinte forma: CHOT= 100 – (%PB + %EE + %MM) e CNF=
 254 CHOT – FDN. Dietas com ureia os carboidratos não fibrosos (NFC) foi realizada de acordo
 255 com Detmann e Valadares Filho (2010) da seguinte forma: NFC = MO - [(% PB -% PB da
 256 ureia +% ureia:) +% FDN +% EE + MM]. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) das
 257 dietas foi determinado de acordo com Weiss et al. (1992) da seguinte forma: NDT (%) = DPB%
 258 + DFDN% + DCNF% + (2,25 x DEE%).

259 Para estimativa da digestibilidade aparente dos nutrientes, as amostras de fezes foram
 260 coletadas em diferentes horários (6h00; 8h00; 10h00; 12h00 e 14h00) diretamente na ampola
 261 retal dos animais, do 16° ao 20° dia de cada período experimental, em seguida compostas por
 262 período e animal sendo posteriormente armazenadas em freezer a -20°C para posteriores
 263 análises químicas.

264 A produção de matéria seca fecal foi estimada utilizando-se a FDN indigestível (FDNi)
 265 como marcador interno. As amostras de alimentos, sobras e fezes que foram processadas em
 266 peneira de 2 mm para avaliar o conteúdo de FDNi (FDNi; método INCT-CA 009/1) usando um
 267 procedimento de incubação *in situ* durante 288h00 (Detmann et al., 2012).

268 O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes foi estimado utilizando
 269 a equação: CDA = ((Quantidade de nutriente consumido – Quantidade excretada nas fezes)
 270 x100) / Quantidade de nutriente consumido.

271 As cabras foram ordenhadas manualmente, após higienização e desinfecção dos tetos
 272 com água corrente, sabão neutro, além da solução pré e pós dipping (Iodo glicerinado a 2%).
 273 Após a ordenha, o leite foi pesado, computando-se as produções individuais duas vezes ao dia
 274 (7h00 e 15h00), fazendo-se o registro da produção de leite durante os 7 dias de cada período de
 275 coleta.

276 Foram coletadas amostras individuais e proporcionais à produção, nos dois turnos, nos
 277 20° e 21° dias de cada período experimental. Ao final de cada período de coleta, uma alíquota
 278 (50 ml) era composta por período e animal e armazenada em recipiente com conservante

279 (Bronopol®) para análises de proteína, gordura, lactose, sólidos totais e ureia de acordo com os
 280 métodos da ISO 9622/IDF 141C (2013). A produção de leite (PL) corrigida para 4% de gordura
 281 (PLC) foi calculada segundo NRC (2001).

282 As observações comportamentais foram realizadas visualmente no 15° dia de cada
 283 período experimental iniciando às 07h00, pelo método de varredura instantânea (Martin e
 284 Bateson, 2007), por um período de 24 horas consecutivas em intervalos de dez minutos.

285 O experimento foi delineado em três quadrados latino 4×4 com um arranjo fatorial 2×2.
 286 O procedimento PROC MIXED do SAS (2014) pacote estatístico (*Statistical Analysis System*,
 287 versão 9.4) foi aplicado: adotando-se nível de significância de 5% para erro tipo I, de acordo
 288 com o seguinte modelo:

$$289 \hat{Y}_{ijkl} = \mu + S_i + C_{j(i)} + P_k + TSL_l + GS_m + (TSL*GS)_{lm} + E_{ijklm}$$

290 Onde: \hat{Y}_{ijkl} = Observação; μ = Média geral; S = Efeito devido aos quadrados; i =
 291 1,,3; C = Efeito devido às cabras dentro dos quadrados j = 1,, 4; P = Efeito devido aos
 292 períodos experimentais; k = 1 ,, 4; TSL = Efeito fixo da fonte de energia l = 1, 2; GS = Efeito
 293 fixo do fator palma; m = 1; TSL * GS = Efeito devido à interação entre TSL e GS; e E = Termo
 294 de erro residual.

295 4. RESULTADOS

296 Houve interação entre a palma e a fonte de energia para consumo ($P \leq 0,04$) de MS,
 297 FDN, NDT e para digestibilidade ($P \leq 0,03$) da PB e EE (Tabela 3). Dietas contendo palma
 298 proporcionaram aumento no consumo ($P \leq 0,01$) de MO, PB, EE, CNF e na digestibilidade (P
 299 $\leq 0,04$) da MS e MO. Dietas com GIMEX proporcionaram aumento no consumo ($P \leq 0,004$)
 300 EE e redução na ingestão de CNF. Os tratamentos sem palma e sem GIMEX proporcionaram
 301 maior digestibilidade ($P \leq 0,05$) de FDN. O consumo de FDNi não foi influenciado por nenhum
 302 dos fatores.

303 **Tabela 3.** Consumo e digestibilidade de nutrientes por cabras leiteiras em lactação.

Item	Palma		TSL ³		EPM ⁵	P – Valor		
	Com ¹	Sem ²	GIMEX ⁴	Milho		Palma	TSL	P x TSL ⁶
<i>Consumo (g/dia)</i>								
MS	1739a	1286b	1545	1479	117,67	<0,01	ns	0,03
MO	1587a	1190b	1395	1383	105,08	<0,01	ns	ns
PB	278a	214b	247	245	20,07	<0,01	ns	ns
EE	72a	59b	97a	34b	5,30	<0,01	<0,01	ns
FDN	633	621	638	616	50,94	ns	ns	0,04
FDNi	259	268	265	262	19,94	ns	ns	ns
CNF	606a	295b	412b	489a	31,03	<0,01	<0,01	ns
NDT ⁷	1124a	826b	1004	944	69,03	<0,01	ns	0,02
<i>Digestibilidade (g/kg)</i>								
MS	640a	570b	579	595	14,60	0,04	ns	ns
MO	632a	592b	605	620	12,139	0,01	ns	ns
PB	731	750	739	742	13,72	ns	ns	0,03
EE	692	686	781a	597b	12,60	ns	<0,01	<0,01
FDN	438b	502a	463b	476a	10,84	<0,01	0,05	ns
CNF	887	894	892	889	10,06	ns	ns	ns

304 ¹Capim+Palma; ²Capim; ³Fonte de energia; ⁴ Gérmen integral de milho extra gordo; ⁵Erro padrão médio; ⁶Interação
305 entre palma e fonte de energia; ⁷Nutrientes digestíveis totais; ns= não significativo.

306

307

308

309

310

311

312

Independentemente da fonte de energia utilizada, dietas contendo palma proporcionaram maior consumo de MS e NDT, no entanto, dietas com palma e GIMEX propiciaram maior consumo para esses nutrientes (Tabela 4). Considerando o fator palma, o maior consumo de FDN ocorreu quando a palma foi associada ao GIMEX.

311 **Tabela 4.** Interação entre fonte energética × palma para o consumo de MS, FDN e NDT
312 (g/dia).

Fonte energética	Palma	
	Sem	Com
MS		
Milho	1324 Ba	1634 Ab
GIMEX	1248 Ba	1845 Aa
FDN		
Milho	643 Aa	588 Ab
GIMEX	600 Aa	677 Aa
NDT		
Milho	842 Ba	1050 Ab
GIMEX	811 Ba	1196 Aa

313

314

315

316

317

Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente (P > 0,05).

A menor digestibilidade da PB foi verificada com GIMEX na presença de palma (Tabela 5). Quando a fonte de energia foi o milho, a melhor digestibilidade para EE ocorreu na presença de palma. Quando a fonte de energia foi GIMEX, o EE apresentou maior digestibilidade com

318 capim. Independentemente do volumoso utilizado, o GIMEX proporcionou maior
319 digestibilidade para este nutriente.

320 **Tabela 5.** Interação entre fonte energética × palma para a digestibilidade de PB e EE (g/Kg).

Fonte energética	Palma	
	Sem	Com
	PB	
Milho	732,46 Aa	752,07 Aa
GIMEX	768,49 Aa	709,56 Ba
	EE	
Milho	555,64 Bb	638,37 Ab
GIMEX	815,62 Aa	746,19 Ba

321 Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente ($P > 0,05$).

322

323 Não houve interação entre palma e a fonte de energia para comportamento ingestivo
324 (Tabela 6). Dietas contendo palma proporcionaram menores tempos para alimentação e
325 ruminação ($P \leq 0,03$), e consequentemente maior tempo despendido em ócio.

326 **Tabela 6.** Comportamento ingestivo.

Item	Palma		TSL		EPM	P – Valor		
	Com	Sem	GIMEX	Milho		Palma	TSL	P x TSL
	<i>Tempo gasto (min/dia)</i>							
Alimentação	215,8b	242,9a	237,1	221,7	13,55	0,03	ns	ns
Ruminação	503,4b	601,3a	562,5	542,1	28,98	0,03	ns	ns
Ócio	720,8a	595,8b	640,4	676,2	34,32	0,03	ns	ns

327

328 Houve interação entre palma e fonte de energia para produção de leite total e corrigida
329 ($P \leq 0,03$) (Tabela 7). Dietas contendo palma proporcionaram menor teor de nitrogênio ureico
330 do leite ($P \leq 0,0001$) no leite. Dietas contendo GIMEX apresentaram maior teor ($P \leq 0,04$) de
331 gordura e sólidos totais no leite.

332 **Tabela 7.** Produção e composição química do leite.

Item	Palma		TSL		EPM	P – Valor		
	Com	Sem	GIMEX	Milho		P	TSL	P x TSL
<i>Produção (kg/dia)</i>								
PL ¹	2,77a	1,82b	2,27	2,32	0,20	<0,01	ns	0,03
PLC ²	2,27a	1,52b	1,92	1,87	0,17	<0,01	ns	0,01
<i>Composição (g/100g)</i>								
Gordura	2,82	2,93	2,99a	2,77b	0,10	ns	0,03	ns
Proteína bruta	2,54	2,43	2,50	2,47	0,06	ns	ns	ns
Lactose	4,02	4,02	4,05	3,99	0,07	ns	ns	ns
Sólidos totais	10,37	10,43	10,58a	10,22b	0,16	ns	0,04	ns
ESD ³	7,55	7,50	7,59	7,46	0,09	ns	ns	ns
NUL ⁴	16,34b	25,00a	21,39	19,95	1,42	<0,01	ns	ns
Caseína	2,09	2,02	2,06	2,05	0,05	ns	ns	ns

333 ¹Produção de leite; ²Produção de leite corrigida para 4% de gordura; ³Extrato sólido desengordurado; ⁴Nitrogênio
 334 Ureico do Leite.

335

336 A palma proporcionou aumento na produção de leite com ou sem correção (Tabela 8).

337 A produção de leite com e sem correção foi maior quando a palma estava na presença do

338 GIMEX.

339 **Tabela 8.** Interação entre fonte energética × palma para a produção de leite, produção de leite
 340 corrigida para 4 % gordura (kg/dia).

Fonte energética	Palma	
	Sem	Com
<i>PL</i>		
Milho	1,96 Ba	2,68 Ab
GIMEX	1,68 Ba	2,85 Aa
<i>PLC</i>		
Milho	1,61 Ba	2,14 Ab
GIMEX	1,44 Ba	2,41 Aa

341 Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente (P>0,05).

342

343 5. DISCUSSÃO

344 O aumento do consumo de matéria seca (CMS) propiciado pela palma forrageira (tabela

345 3) pode ser devido ao aumento da taxa de passagem digesta, em função do menor teor de FDN

346 dessas dietas, o que reduz o efeito do enchimento físico (Monteiro et al., 2018). A alta

347 aceitabilidade da palma forrageira (Ferreira, 2005) também contribui no aumento do CMS.

348 Desta forma, quando foi associada ao GIMEX, diminuiu o incremento calórico da dieta,

349 por apresenta alto teor de gordura, melhorando o balanço entre carboidratos fibrosos e não

350 fibrosos (NRC, 2007), aumentando o CMS. O aumento no CMS das dietas com palma

351 aumentou o consumo dos demais nutrientes (MO, PB, EE e CNF). O maior teor de CNF na

352 palma e de EE no GIMEX também contribuiu para o aumento no consumo desses nutrientes.

353 Apesar das dietas com palma apresentarem menor concentração de FDN (Tabela 2),
354 quando comparado à dieta sem palma, o aumento no consumo de MS associado ao maior teor
355 de FDN do GIMEX (240 g/kg/MS) resultou no maior consumo de FDN total (Tabela 4). O
356 consumo de NDT foi maior para as dietas contendo palma e GIMEX, devido aos maiores teores
357 de CNF presentes nas dietas com palma e maiores teores de EE nas dietas contendo o GIMEX
358 (Tabela 4) somado ao maior CMS nas dietas com palma.

359 O aumento na digestibilidade da MS e MO (Tabela 3) nas dietas com palma pode ser
360 explicado pelo melhor aproveitamento dos nutrientes pelos microrganismos ruminais, por essas
361 dietas apresentarem alto teor de CNF (Tabela 2), o qual compõe a maior fração dos carboidratos
362 totais da palma forrageira, e são prontamente fermentáveis no rúmen (Siqueira et al., 2018).
363 Além disso, melhora a relação FDN: CNF aumentando o aporte de energia, conseqüentemente,
364 a digestão (Bispo et al., 2010).

365 A menor digestibilidade de FDN (Tabela 3) nas dietas com palma pode ser devido à
366 característica peculiar da fibra desta forrageira, que apresenta muitas ligações glicosídicas
367 (Mannai et al., 2016) dificultando a degradação em nível ruminal fazendo com que a celulose
368 tenha menor aproveitamento por parte do animal (Carvalho e Pires, 2008). Outro fator relatado
369 é que a palma forrageira possui elevados teores de cálcio, potássio e magnésio (Ben Salem et
370 al., 1996), o que pode reduzir a absorção desses minerais, limitando o crescimento microbiano
371 e reduzindo a digestibilidade da celulose (Komisarczuk-Bony e Durand, 1991).

372 A digestibilidade de FDN também foi menor quando a dieta continha GIMEX. O
373 aumento no aporte de gorduras insaturadas do GIMEX no rúmen pode ter efeito tóxico aos
374 microrganismos ruminais e físico as partículas de fibra, dificultando a aderência dos
375 microrganismos à superfície da fibra, impedindo a ação das celulases necessárias para
376 degradação da partícula (Silva et al., 2013).

377 A digestibilidade para PB foi menor quando continha palma e GIMEX, provavelmente
378 isto ocorreu pelos mesmos relatados para digestibilidade da FDN. Silva et al (2007) ao incluir
379 diferentes fontes de lipídeo na dieta de cabras observou aumento no escape de proteína dietética,
380 promovendo maior participação de nitrogênio alimentar no material fecal e reduzindo o
381 coeficiente de digestibilidade aparente da proteína.

382 Já os fungos são considerados colonizadores iniciais da digestão da lignocelulose (Ho e
383 Abdullah, 1999), penetrando profundamente em tecidos fibrosos normalmente não acessíveis
384 às bactérias e, portanto, geralmente associados a um número crescente de bactérias celulolíticas
385 no rúmen. Dietas com alto teor de gordura reduz a população destes fungos, e por consequência,
386 impede que as bactérias atuem nas proteínas ligadas à fibra (Candyryne et al., 2017).

387 Dietas que contenham valores acima de 50 % de FDN reduzem o efeito prejudicial de
388 ácidos graxos poli-insaturados na fermentação ruminal criando um ambiente favorável para que
389 os microrganismos do rúmen hidrolisem e realizem a biohidrogenação (Messana et al., 2013),
390 o que justifica o aumento da digestibilidade do EE na dieta contendo capim e GIMEX.

391 Independentemente do volumoso utilizado, as dietas com GIMEX apresentaram maior
392 digestibilidade de EE devido o maior consumo deste nutriente (Tabela 3). A maior
393 digestibilidade da gordura ocorreu devido ao aumento da ingestão de gordura, o que causa
394 diluição de lipídios endógenos e disponibilidade de ácidos graxos para absorção (Van Der
395 Honing et al., 1983).

396 E quanto ao menor tempo despendido para alimentação das dietas com palma, pode ser
397 pela forma processamento da palma, onde a mucilagem agrega as partículas de alimento, e
398 contribui para redução no tempo gasto para seleção dos alimentos (Vilela et al., 2010). Dietas
399 sem palma apresentaram maior tempo de ruminação, em consequência dos maiores teores de
400 FND das dietas sem palma (Tabela 2). Segundo Van Soest (1994), Grant e Albrighth (1995), o
401 tempo de ruminação é proporcional ao teor de parede celular dos alimentos. Da mesma forma,
402 Church (1988) cita que forragens com alto conteúdo de FDN necessitam de maior tempo para
403 ruminação, devido à maior necessidade de processar a fibra da dieta e vice-versa.

404 Alterações na concentração de nitrogênio ureico no leite está correlacionada com o
405 conteúdo de amônia ruminal cuja utilização depende da atividade metabólica dos
406 microrganismos (Alves et al., 2010). A maior concentração de CNF nas dietas contendo palma
407 forrageira provavelmente melhorou a sincronização entre liberação de amônia no rúmen e sua
408 captação pela microbiota, diminuindo a ureia presente na corrente sanguínea (Van Soest, 1994),
409 consequentemente, no leite (Tabela 7).

410 A gordura e sólidos totais do leite aumentaram na presença de GIMEX, em função do
411 maior teor de EE dessas dietas (Tabela 2). A maior produção de leite (com e sem correção)
412 observada quando a palma forrageira estava na presença do GIMEX pode ser justificada pelo
413 maior consumo de energia (Tabela 4). Nas dietas que continham a palma forrageira tinham alto
414 teor de CNF, podendo ter favorecido o aumento do consumo deste nutriente pelos animais, e
415 que são fermentados rápida e extensamente no rúmen (Ramos et al., 2019), assim como a
416 presença de gordura tende a aumentar a densidade energética nas dietas (NRC, 2007). Esses
417 dois aspectos provavelmente aumentaram o aporte de energia para a síntese de leite e de seus
418 componentes.

419 Para cabras em lactação com produção de, aproximadamente, 2,5 kg/dia de leite
420 corrigido para 4.0% de gordura, recomenda-se a substituição parcial do capim elefante por
421 palma forrageira e substituição total do milho pelo GIMEX.

422

423

Financiamento

424

425

426

427

428

Declarações de ética

429

Conflito de interesses. Os autores declaram não haver conflito de interesses.

430

431

Declaração dos direitos dos animais

432

433

434

A utilização dos animais no experimento foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (nº 9253140220), no período de abril a julho de 2020.

6. REFERÊNCIAS

- 435
436 ABIMILHO. Associação Brasileira das Indústrias de Milho. Oferta e demanda do milho no
437 Brasil. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/estatisticas>. > Acesso: 03 ago.
438 2020.
- 439 ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle.
440 **Journal of Dairy Science**, v. 83, p.1598–1624, 2000.
- 441 ALMEIDA, E.M., MACHADO, A.S., GODOY, M.M., RIOS, A.D.R. AND BUSO, W.H.D.
442 Gérmen integral de milho na alimentação de vacas leiteiras: revisão de literatura.
443 **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 13 n.3, p. 4677 – 4690, 2016.
- 444 ALVES, E.M., PEDREIRA, M.S., OLIVEIRA., C.A.S., FERREIRA, D.N., MOREIRA, B.S.
445 AND FREIRE, L.D.R. Importância da sincronização do complexo proteína/energia na
446 alimentação de ruminantes. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.4,
447 n.20, p.844 – 849, 2010.
- 448 ARAÚJO, E.P. **Substituição do milho triturado pelo gérmen integral de milho em dietas**
449 **de vacas leiteiras mestiças**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal).
450 Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- 451 BEN SALEM, H., NEFZAOU, A., ABDOULI, H., AND ØRSKOV, E. R. Effect of increasing
452 level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. inermis) on intake and digestion by
453 sheep given straw-based diets. **Animal Science**, v.62, n.02, p.293–299, 1996.
- 454 BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; MODESTO, E. C.; GUIMARÃES, A. V.
455 G. E PESSOA, R. A. S. Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos
456 alimentados com dietas contendo palma forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
457 v.39, n.9, p.2024-2031 ,2010.
- 458 CANDYRINE, S. C. L., JAHROMI, M. F., EBRAHIMI, M., LIANG, J. B., GOH, Y. M., &
459 ABDULLAH, N. 2017. In vitro rumen fermentation characteristics of goat and sheep
460 supplemented with polyunsaturated fatty acids. **Animal Production Science**, v.57, n.8,
461 1607. doi:10.1071/an15684
- 462 CARVALHO, G.G.P., PIRES, A.J.V.Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas
463 implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v.57(R), p.13-28, 2008.
- 464 CAVALCANTI, C. V. A., FERREIRA, M. D. A., CARVALHO, M. C. U., VÉRAS, A. S. C.,
465 SILVA, F. M. D. U. & LIMA, L. E. D. I. Palma forrageira enriquecida com ureia em
466 substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em
467 lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.689-693, 2008.
- 468 CHURCH, D.C. 1988. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza: Acribia, p. 641.
- 469 COSTA, R.G.; CORREIA, M.X.C.; SILVA, J.H.V. da; MEDEIROS, A.N. de; CARVALHO,
470 F.F.R. de. Effect of different levels of dehydrated pineapple by-products on intake,
471 digestibility and performance of growing goats. **Small Ruminant Research**, v.71,
472 p.138-143, 2007.
- 473 CRA. CORN REFINERS ASSOCIATION. 2006. Corn wet milled feeds products. Ed. 4.
474 Washington, D.C. p.31.
- 475 DETMANN, E., AND VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous
476 carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**
477 **Zootecnia**, v. 62, n.4, p.980–984, 2010.
- 478 DETMANN, E.; SOUZA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., QUEIROZ, A.C.,
479 BERCHIELLI, T.T., SALIBA, E.O.S., CABRAL, L.S., PINA, D.S., LADEIRA, M.M.
480 AND AZEVEDO, J.A.G. Métodos para análise de alimentos. **Instituto Nacional de**
481 **Ciência e Tecnologia de Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, p.214,
482 2012.

- 483 FAO/STAT. Production: Livestock Primary. Disponível em: < http://fenixservices.fao.org/faostat/static/bulkdownloads/Production_LivestockPrimary_E_All_Data_ (Norma
484 lized).zip>. Acessado em 26 janeiro 2020, 2020.
- 485
- 486 FERREIRA, M.A. 2005. Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros. Recife:
487 Universidade Federal Rural de Pernambuco, p.68.
- 488 FROTA, M.N.L.; CARNEIRO, M.S.S.; CARVALHO, G.M.C; ARAÚJO NETO, R.B. Palma
489 forrageira na alimentação animal. **Documentos / Embrapa Meio-Norte**. p. 47, 2015.
- 490 GALVÃO JÚNIOR, J. G. B.; SILVA, J. B. A.; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R. N. Palma
491 forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria**
492 **Brasilica**, Mossoró – RN, v. 8, n. 2, p. 78–85, 2014.
- 493 GARCIA, P.R.H.; PENHA, W.F.; PASSINI, R. Levantamento de subprodutos agroindustriais
494 disponíveis para uso na alimentação animal no município de Anápolis, Goiás. In:
495 SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEG, 2, 2005, Anápolis. Disponível
496 em: < [http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inic-cien/eventos/sic2005/](http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inic-cien/eventos/sic2005/arquivos/agrarias/levantamento_subprodutos.pdf)
497 [arquivos/agrarias/levantamento_subprodutos.pdf](http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inic-cien/eventos/sic2005/arquivos/agrarias/levantamento_subprodutos.pdf) >. Acesso em: 18 dez. 2020.
- 498 GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. (Ed). Alimentos para gado de leite:
499 FEPMVZ, p.568. 2009
- 500 GRANT, R.J AND ALBRIGTH, J.L. Feeding behaviour and management factors during the
501 transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.12, p.2791-2803.
502 1995.
- 503 GRUMMER RR. Effect of feed on the composition of milk fat. **Journal of Dairy Science**,
504 v.74, n.9:3244-57, 1991. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78510-X. PMID: 1779073.
- 505 HO, Y.W; ABDULLAH, N. The role of rumen fungi in febre digestion: review. **Asian-**
506 **Australasian Journal of Animal Sciences**, v.12, n.1, p. 104-112.
507 1999,doi:10.5713/ajas.1999.104
- 508 HONEYMAM, M.S. Corn gluten feed as a principal feed ingredient for gestanting swine:
509 Effects on long term reproductive performance and energy, lysine and tryptophan
510 utilization. Ames: ISU, 1989. 120p. **Dissertação** (PhylosophyDoctor)- Iowa State
511 University, 1989.
- 512 IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção
513 agrícola. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.
- 514 IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística .2019. Sistema IBGE de Recuperação
515 Automática – SIDRA, **Censo Agropecuário 2017** - Resultados Preliminares.
516 Disponível em: 69i57.1823j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acessado em: 10 fev.
517 2021.
- 518 INTAGRI. 2018. Nutrición Proteica y Energética en la Alimentación del Ganado. Serie
519 Ganadería,. **Artículos Técnicos de INTAGRI**. México, n. 09, p.3
- 520 KLUSMEYER, T. H.; CLARK, J. H. Effect of fat and protein on fatty acid flow to the
521 duodenum and in milk produced by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 9,
522 p. 3055-3067, 1991.
- 523 KOMISARCZUK-BONY, S. AND DURAND, M. Effects of minerals on microbial
524 metabolism. In: J.P. **Jouany (Ed.)**, Rumen Microbial Metabolism and Ruminant
525 Digestion. INRA Editions, Paris, p.179-198. 1991.
- 526 LAGE, C. F. DE A., NETO, H. DO C. D., MALACCO, V. M. R., & COELHO, S. G.
527 Características e processamento do grão de milho e sua utilização no concentrado de
528 bezerros em aleitamento. **Nutri Time Revista Eletrônica**, v.14, n.05, p.1983-9006.
529 2017.

- 530 LEAL, E.S. Extração, obtenção e caracterização parcial de ácido fítico do germe grosso de
531 milho e aplicação como antioxidante. 2000. **Dissertação (Mestrado em Ciência de**
532 **Alimentos)** – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2000.
- 533 LIMA, S.B.G.P.N.P.; STAFUZZA, N.B.; PIRES, B.V.; BONILHA, S.F.M. Effect of high
534 temperature on physiological parameters of Nelore (*Bos taurus indicus*) and Caracu
535 (*Bos taurus taurus*) cattle breeds. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n.
536 5, p.2233–2241, 2020.
- 537 MANNAI, F., AMMAR, M., YANEZ, J. G., ELALOUI, E., & MOUSSAOUI, Y. Cellulose
538 fiber from Tunisian Barbary Fig “*Opuntia ficus-indica*” for papermaking. **Cellulose**,
539 v.23, n.3, p.2061–2072, 2016
- 540 MARTIN and BATESON, Measuring behaviour: an introductory guide. 3rd ed. Cambridge
541 University Press, Cambridge. p.187, 2007.
- 542 MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A. de; MELLO, M. R. B. de; LOPES,
543 P. R. B.; SCHERER, P. O.; Reações fisiológicas de caprinos das raças Anglo-nubiana e
544 Saanen mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Boletim da**
545 **Indústria Animal**, v.65, n.1, p.7-14, 2008.
- 546 MENDONÇA, S.S., CAMPOS, J.M.S., VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D.,
547 SOARES, C.A., LANA, R.P., QUEIROZ, A.C., ASSIS, A.J. E PEREIRA, M.L.A.
548 Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-
549 açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728,
550 2004
- 551 MESSANA, J.D., BERCHIELLI, T.T., ARCURI, P.B., REIS, R.A., CANESIN, R.C.,
552 RIBEIRO, A.F., FIORENTINE, G. AND FERNANDES, J.J.R. Rumen fermentation
553 and rumen microbes in Nellore steers receiving diets with different lipid contents.
554 **Revista Brasileira De Zootecnia**, v.42, n.3, p.204 – 212, 2013.
- 555 MILLER, W. F.; SHIRLEY, J. E.; TITGEMEYER, E. C.; BROUK, M. J. Comparison of full-
556 fat corn germ, whole cottonseed, and tallow as fat sources for lactating dairy cattle.
557 **Journal of Dairy Science**. v.92, n.7, p.3386-3391, 2009.
- 558 MIOTTO, F.R.C.; NEIVA, J.N.M.; RESTLE, J.; FALCÃO, A.J.S.; CASTRO, K.J.; MACIEL,
559 R.P. Comportamento ingestivo de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de
560 gérmen de milho integral. **Ciência Animal Brasileira**, v.15, p.45-54, 2014.
- 561 MONTEIRO, C.C.F., FERREIRA, M.A., VERAS, A.S.C., GUIDO, S.I., ALMEIDA, M.P.,
562 SILVA, R.C. AND INÁCIO, J.G. A new cactus variety for dairy cows in areas infested
563 with *Dactylopius opuntiae*. **Animal Production Science**, v.59, p. 479 – 485, 2018
- 564 MOREAU, R. A.; JOHNSTON, D. B.; HICKS, K. B. The influence of moisture content and
565 cooking on the screw pressing and prepressing of corn oil from corn germ. **Journal of**
566 **the American Oil Chemist Society**, v.82, n.11, p.851-854, 2005.
- 567 NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J. Manipulation of ruminal
568 fermentation. In: Hobson, P. N, Stewart. C. S. (eds). The rumen microbial ecosystem.
569 Blackie e professional. London. p. 523-632. 1997.
- 570 NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washington: National Academic Press, 381.
571 2001.
- 572 NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World
573 Camelids. National Academy Press. Washington, D.C., 384. 2007
- 574 OLIVEIRA, J. P. F.; FERREIRA, M. A.; ALVES, M. S. V.; MELO, A. C. C.; ANDRADE, I.
575 B.; SUASSUNA, J. M. A.; BARROS, L. J. A.; MELO, T. T. B. E SILVA, J. L. Spineless
576 cactus as a replacement for sugarcane in the diets of finishing lambs. **Tropical Animal**
577 **Health and Production**, v.49, p.139–144, 2017.

- 578 PAES, M.C.D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Sete Lagoas, **MG:**
579 **EMBRAPA/CNPMS**, (Circular Técnica, 75), p.1-6, 2006.
- 580 PALMIQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: Nutrição de Ruminantes.
581 1. ed. Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandre Vaz Pires e Simone Gisele de
582 Oliveira, 2006. cap. 10, p. 287-310.
- 583 PAULA, T. A., FERREIRA, M. A. AND VÉRAS, A. S. C. Utilização de pastagens em regiões
584 semiáridas: aspectos agrônômicos e valor nutricional – artigo de revisão, **Arquivos do**
585 **Mudi**, v.24, n.2, p.140 -162, 2020.
- 586 PEREIRA, E.S., MIZUBUTI, I.Y., RIBEIRO, E.L.A., VILLARROEL, A.B.S. E PIMENTEL,
587 P.G. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de
588 bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85
589 com diversos tamanhos de partícula. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.190-
590 195, 2009.
- 591 PEREIRA, L. G. R.; ANTUNES, R. C. O milho na alimentação de gado de leite. In: IV
592 Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite. Belo Horizonte, MG: Escola de
593 Veterinária, UFMG, 2007. p. 49-70.
- 594 PETRYNA, A.; Etologia: Curso de Introducción a la Producción Animal. cap. 11. Faculdade
595 de Agronomia e Veterinária – FAV, Universidade Nacional Del rio Cuarto - UNRC,
596 2002.
- 597 RAMOS, J.P.F., SOUSA, W.H., OLIVEIRA, J.S., PIMENTA FILHO, E.C., SANTOS, E.M.,
598 LEITE, R.M., CAVALCANTE, I.T.R. and ORESCA, D. Forage sources in diets for
599 dairy goats. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.42. n.1, p.46084, 2019.
- 600 REZENDE, F. M.; VÉRAS, A.S.C.; SIQUEIRA, M.C.B.; CONCEIÇÃO, M.G.; LIMA, C.L.;
601 ALMEIDA, M.P.; LUNA, R.E.M.; NEVES, M.L.M.W.; MONTEIRO.; C.C.F.;
602 FERREIRA, M.A; Nutritional effects of using cactus cladodes (*Opuntia stricta* Haw
603 Haw) to replace sorghum silage in sheep diet **Tropical Animal Health and**
604 **Production**, v. 52, p.1875–1880, 2020.
- 605 SCHALCH, F. J.; SCHALCH, E.; ZANETTI, M. A.; BRI-SOLA, M. L. Substituição do milho
606 em grão moído pela polpa cítrica na desmama precoce de bezerros leiteiros. **Revista**
607 **Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 280-285, 2001.
- 608 SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C. Palma forrageira (*Opuntia Ficus-Indica* Mill) como alternativa
609 na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.7, n.10, p.1-13,
610 2006.
- 611 SILVA, E.C., FERREIRA, M.A., VÉRAS, A.S.C., BISPO, S.V., CONCEIÇÃO, M.G.,
612 SIQUEIRA, M.C.B., SALLA, L.E. AND SOUZA, A.R.D.L. Substituição do fubá de
613 milho por germen integral de milho na dieta de ovinos. **Pesquisa Agropecuária**
614 **Brasileira**, v.48, n.4, p.442 – 449, 2013.
- 615 SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; RODRIGUES, C.A.F.; SARMENTO,
616 J.L.R.S.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, S.P. Suplementação de lipídios em dietas para
617 cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira**
618 **de Zootecnia**, v.36, n.1, p.257-267, 2007.
- 619 SIQUEIRA, M.C.B., FERREIRA, M.A., MONNERAT, J.P.I.S., SILVA, J.L. AND COSTA,
620 C.T.F. Nutritional Performance and Metabolic Characteristics of Cattle Fed Spineless
621 Cactus. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.20, n.1, p.13–22, 2018.
- 622 SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J., FOX, D.G. AND RUSSELL, J.B. A
623 net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and
624 protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70 n.11, p.3562 - 3577, 1992.

- 625 SOUZA, P.T. DE; SALLES, M. G. F; and ARAÚJO; A. A. DE. Impacto do estresse térmico
626 sobre a fisiologia, reprodução e produção de caprinos. **Ciência Rural, Santa Maria,**
627 v.42, n.10, p.1888-1895, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000072>.
- 628 STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W.; MATTOS, R. Fat supplementation strategies for
629 lactating dairy cows diets. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE**
630 **BOVINOCULTURA DE LEITE**, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, p. 161-178, 2001.
- 631 SAS / STAT. Statistical Analysis System, Guia User's Guide version 9.4 SAS Institute Inc Cary
632 Carolina do Norte, EUA, 2014.
- 633 VAN DER HONING, Y., TAMMINGA, S., WIEMAN, B.J., STEG, A., VAN DONSELAAR.
634 B. AND VAN GILS, L.G.M. Further studies on the effect of fat supplementation of
635 concentrates fed to lactating dairy cows. 2. Total digestion and energy utilization.
636 **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.31, v.1, p.27 – 36, 1983.
- 637 VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press,
638 p.476, 1994.
- 639 VILELA, M. S.; FERREIRA, M. de A.; AZEVEDO, M.; MODESTO, E.C.; FARIAS, I.;
640 GUIMARÃES, A. V.; BISPO, S. V. Effect of processing and feeding strategy of the
641 spineless cactus for lactating cows: ingestive behavior. **Applied Animal Behavior**
642 **Science**, Amsterdam, v. 125, n. 1, p. 1-8, 2010.
- 643 WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: Proceeding of the Cornell
644 Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 61, 1999, Ithaca: Cornell University, p.
645 176–185, 1999.