



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

ISISLAYNE ESTEVÃO DE LIMA

**DIFERENTES FONTES DE FIBRA ASSOCIADAS À PALMA FORRAGEIRA
PARA CABRAS EM LACTAÇÃO**

**RECIFE
2022**

ISISLAYNE ESTEVÃO DE LIMA

**DIFERENTES FONTES DE FIBRA ASSOCIADAS À PALMA
FORRAGEIRA PARA CABRAS EM LACTAÇÃO**

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:

Profa. Dra. Carolina Corrêa de Figueiredo Monteiro

Dr. Fernando Lucas Torres de Mesquita

RECIFE

2022

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

- L732d Lima, Isislayne Estevão de
DIFERENTES FONTES DE FIBRA ASSOCIADAS À PALMA FORRAGEIRA PARA CABRAS EM LACTAÇÃO /
Isislayne Estevão de Lima. - 2022.
36 f.
- Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.
Coorientadora: Carolina Correa de Figueiredo Monteiro.
Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
Recife, 2022.
1. Caprinocultura leiteira. 2. Desempenho. 3. Fibra fisicamente efetiva. 4. Forragem conservada. 5. Semiarido. I.
Ferreira, Marcelo de Andrade, orient. II. Monteiro, Carolina Correa de Figueiredo, coorient. III. Título



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

**DIFERENTES FONTES DE FIBRA ASSOCIADAS À PALMA
FORRAGEIRA PARA CABRAS EM LACTAÇÃO**

Dissertação elaborada por
ISISLAYNE ESTEVÃO DE LIMA

Aprovado em 31/10/2022

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dra. Safira Valença Bispo
Professora da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco.

Dr. Luciano Patto Novaes
EMBRAPA

RECIFE – PE

2022

Dedico este trabalho aos meus pais, Vilma Estevão Ferreira Lima e Givaldo Manoel de Lima. A gratidão que tenho é maior que qualquer palavra. Vocês são tudo para mim.

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por ter me dado forças para enfrentar mais esse desafio. Aos meus pais, Vilma Estevão e Givaldo Lima, por todos esses anos de apoio, amor, cuidado, esforço e incentivo. À minha irmã, Inês, que mesmo longe sei que está e estará sempre à disposição nos momentos que preciso.

Ao meu orientador, Prof. Marcelo Ferreira, pelos conselhos e incentivo nessa fase tão importante, pela ajuda e confiança transmitida.

A Elizabeth e Margot, os 3 meses que passamos foram suficientes para saber o quão forte somos. Agradeço imensamente cada ajuda, é claro que essa pesquisa não teria sido realizada sem a dedicação, o esforço e o sangue que todas nós demos.

Ao João Gomes, o melhor ordenhador de Sertânia. Uma pessoa incrível que conseguia deixar nossos dias mais leves.

Aos coorientadores, Dr. Fernando Lucas Torres de Mesquita e Profa. Dra. Carolina Corrêa de Figueiredo Monteiro.

Ao Robert de Moura pela ajuda na estatística.

A Estação Experimental do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA – Sertânia), local de realização do trabalho e a empresa INGREDION pela colaboração e fornecimento de ingredientes que foram utilizados nas dietas experimentais.

A todos que foram até Sertânia ajudar na época de coleta.

Aos meus amigos Darlan e Gabriela, vocês são maravilhosos, obrigada por cada momento e por ser tão confortável conviver com vocês. Chico, obrigada por ser essa pessoa incrível, por toda ajuda desde o começo, nossa sintonia é única demais e “ça va”. A Lillian, outra pessoa incrível que ganhei para dividir os estresses diários do DZ. E todos os outros que me ajudaram, e compartilharam de risadas e trabalhos, em especial, a Rabia, Erick, Michelle e Emília.

Aos meus amigos, Will, Luana, Danilo e Gabs obrigada por cada momento de incentivo e parceria durante todos esses anos.

Aos meus orientadores da época da graduação, Prof. André Magalhães e Prof. Danilo Cavalcante, pelas oportunidades que me foram dadas, que foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, e o corpo docente da Pós-graduação que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino.

RESUMO

Nos diferentes sistemas de produção, a forragem é o principal recurso alimentar para a pecuária mundial, em particular, quando se trata de ruminantes. No entanto, forragem de boa qualidade muitas vezes não está disponível ao longo do ano devido a condições ambientais variáveis, como temperatura, umidade e baixa pluviosidade ou localização, causando flutuação substancial na disponibilidade e qualidade de forragem. Em regiões semiáridas, esse fato é ainda mais preocupante. A opção por forrageiras adaptadas ao clima semiárido, como a palma forrageira, se torna indispensável para a sustentabilidade dos sistemas. Devido a sua característica bromatológica, é necessário associá-la a alimentos volumosos (silagens, feno, resíduos da agroindústria, entre outros) para maximizar o desempenho animal. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fontes de fibra associadas à palma forrageira em dietas para cabras em lactação sobre o consumo e digestibilidade de nutrientes, comportamento ingestivo, produção e composição de leite. As fontes de fibra avaliadas foram: silagem de milho, silagem de sorgo, feno de pangolão e bagaço de cana-de-açúcar. Doze cabras da raça Saanen com peso médio de $48,9 \pm 7,3$ kg e produção média de $2,8 \pm 0,7$ kg de leite/dia foram distribuídas em três quadrados Latino 4×4 , com quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. O consumo de matéria seca ($2,58$ kg/dia) e orgânica ($2,30$ kg/dia), proteína bruta ($0,385$ kg/dia), extrato etéreo ($0,170$ kg/dia), fibra em detergente neutro ($0,895$ kg/dia), carboidratos não fibrosos ($0,858$ kg/dia) e energia metabolizável ($5,66$ Mcal/dia) não diferiram entre os tratamentos ($P > 0,05$). As fontes de fibra não influenciaram a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes ($P > 0,05$). A associação da palma forrageira com as silagens, feno e bagaço de cana-de-açúcar não alterou a produção de leite sem correção, corrigido para 3,5% de gordura e corrigido para energia ($2,78$; $2,53$ e $2,55$ kg/dia, respectivamente), além da composição do leite ($P > 0,05$). As dietas não provocaram alterações no comportamento ingestivo ($P > 0,05$). Uma vez que não houve alteração entre as fontes de fibra, a escolha a ser utilizada fica na dependência de disponibilidade e preço.

Palavras-chave: Caprinocultura leiteira, desempenho, fibra fisicamente efetiva, forragem conservada, semiárido, subproduto.

ABSTRACT

In different production systems, forage is the main food resource for livestock worldwide, particularly when it comes to ruminants. However, good quality forage is often not available throughout the year due to varying environmental conditions such as temperature, humidity, and low rainfall or location causing substantial fluctuation in forage availability and quality. In semi-arid regions, this fact is even more worrying. The option for forage plants adapted to the semi-arid climate, such as forage palm, becomes indispensable for the sustainability of the systems. Due to its bromatological characteristic, it is necessary to associate it with bulky foods (silage, hay, and agro-industry residues, among others) to maximize animal performance. The treatments were represented by corn silage, sorghum silage, pangolão hay, and sugarcane bagasse. Twelve Saanen goats with an average weight of 48.9 ± 7.3 kg, average production of 2.8 ± 0.7 kg of milk/day were distributed in three simultaneous 4×4 Latin squares (four animals, four treatments and four experimental periods). There was no difference between treatments ($P > 0.05$) for dry matter intake (2.58 kg/day), organic matter (2.30 kg/day), crude protein (0.385 kg/day), ether extract (0.170 kg/day), neutral detergent fiber (0.895 kg/day), non-fibrous carbohydrates (0.858 kg/day) and metabolizable energy (5.66 Mcal/day). Also, the fiber sources didn't influence dry matter and nutrient digestibility ($P > 0.05$). The association of forage palm with silages, hay and sugarcane bagasse did not change milk production, milk production corrected for 3.5% of fat and corrected for energy (2.78; 2.53 and 2.55 kg/day, respectively), in addition to milk composition ($P > 0.05$). No differences were observed on ingestive behavior ($P > 0.05$). Any of the fiber sources evaluated is recommended.

Keywords: By-product, semiarid, dairy goats, physically effective fiber, preserved forage, production.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg)	19
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais com base na matéria seca.....	20
Tabela 3. Consumo e digestibilidade de nutrientes por cabras leiteiras em lactação	24
Tabela 4. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras	26
Tabela 5. Produção e composição química do leite de cabra alimentadas com diferentes tipos de volumosos	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Local do experimento	18
3.2 Animais, desenho experimental e tratamentos	18
3.3 Dietas experimentais.....	19
3.4 Consumo de nutrientes	21
3.5 Análises laboratoriais e avaliação de dados	21
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO.....	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Maia (1994) a caprinocultura foi introduzida no Brasil junto aos primeiros animais domésticos, em 1535. Entretanto, apenas em 1975 foi realizada a primeira importação de caprinos leiteiros, com o intuito de investir no setor através de empresários locais por meio de programas estaduais para compra e distribuição do leite de cabra a crianças carentes nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte (FONSECA; BRUSCHI, 2009).

A espécie caprina está distribuída por todos os continentes, no entanto percebe-se maior concentração nos países em desenvolvimento. Dentro da América do Sul, o Brasil possui a atividade de caprinocultura leiteira em maiores números, sendo o Nordeste considerado a bacia de produção de leite dessa espécie, com evidência aos estados da Paraíba e Pernambuco (OLIVEIRA, 2020).

Caprinos e ovinos, principalmente na região nordestina, estão interligados a importância econômica e social para os agricultores, nesse contexto, há diversas vantagens na criação desses animais: a pele tem uma maior maleabilidade, e é usada para a confecção de vestuário; a carne, principalmente a dos caprinos, apresenta baixa taxa de colesterol; já o leite de cabra apresenta um alto valor biológico e nutricional (QUADROS, 2016), o que permite melhoria de renda aos produtores (MILLER; LU, 2019).

Nos diferentes sistemas de produção de caprinos leiteiros a forragem é o principal recurso alimentar para a pecuária mundial. No entanto, forragem de boa qualidade muitas vezes não está disponível ao longo do ano devido a condições ambientais variáveis, como temperatura, umidade e baixa pluviosidade ou localização, causando flutuação substancial na disponibilidade e qualidade de forragem. Em regiões semiáridas, esse fato é ainda mais preocupante.

25 A escolha de forrageiras adaptadas ao clima semiárido, como a palma forrageira,
26 associada ao manejo eficiente e balanceamento adequado são ferramentas indispensáveis
27 para a redução da estacionalidade da produção (LIMA JÚNIOR, 2018). Porém, devido a
28 sua característica bromatológica, é necessário associá-la a outros alimentos volumosos
29 (silagens, fenos, resíduos da agroindústria, entre outros) para incrementar os teores de
30 matéria seca e fibra na dieta contribuindo para atender as exigências nutricionais num
31 contexto de viabilidade econômica e disponibilidade.

32 O custo da dieta no sistema produção é um desafio a se enfrentar, principalmente
33 quando existe uma tendência em adquirir alimentos tradicionais que possuem alto valor
34 comercial (RAMOS et al., 2020). Dentro da despesa total, os volumosos, embora sejam
35 mais acessíveis que outros alimentos, ainda representam de 40 a 80% da matéria seca da
36 dieta das categorias do rebanho leiteiro (MENDONÇA et al., 2004). Cabe ao produtor
37 avaliar qual a melhor estratégia de utilização de diferentes volumosos e por fim melhorar
38 a sustentabilidade e custo do sistema de produção de leite

39 Partindo da premissa que a palma forrageira é uma das culturas de menor risco
40 em regiões semiáridas, objetivou-se estudar os efeitos de sua associação com diferentes
41 volumosos (silagem de milho, silagem de sorgo, feno de pangolão e bagaço de cana-de-
42 açúcar) sobre o consumo e digestibilidade de nutrientes, comportamento ingestivo,
43 produção e composição de leite.

44 **2. REVISÃO DE LITERATURA**

45 As cabras leiteiras estão em sua maioria localizadas em regiões tropicais e áridas
46 do mundo (PULINA et al., 2018). A caprinocultura é uma alternativa pecuária para essas
47 regiões principalmente devido à capacidade destes animais em se adaptarem a condições
48 adversas. No Brasil não é diferente, com maior produção concentrada no Nordeste, que
49 boa parte é caracterizado pelo clima Semiárido Brasileiro, descrito por escassez e

50 irregularidade de chuvas, abrange aproximadamente 60% da sua área geográfica, com
51 percentuais variáveis nos diferentes estados (Farias et al., 2014).

52 Embora o Nordeste detenha cerca de 95,0% do total de caprinos no país (12,1
53 milhões de cabeças) (IBGE, 2020), a criação é voltada principalmente para subsistência
54 de agricultores e com limitações ao crescimento dessa atividade, com produção restrita
55 principalmente durante períodos de escassez (Leite et al., 2020). Em vista disso,
56 caprinocultura leiteira ainda é definida como pouco expressiva em termos econômicos
57 (PERDIGÃO et al., 2016), e está muitas vezes associada à baixa produtividade junto a
58 pouca utilização de tecnologias e concentrada à produção familiar (SOUZA et al., 2019).

59 A sazonalidade da produção, manejo, qualidade das forrageiras, nutrição e
60 alimentação do rebanho (GONÇALVES et al., 2008), além da desarticulação da cadeia
61 produtiva (produção, transformação, distribuição e consumidores), o que ocasiona uma
62 evolução lenta (HOLANDA JÚNIOR, 2006) são fatores que contribuem para a restrição
63 da atividade. Além disso, o planejamento forrageiro, não é realizado adequadamente,
64 principalmente em relação ao cultivo de forrageiras importantes à região, não realizam a
65 produção de silagens e feno de acordo com as recomendações técnicas para obter um
66 alimento mais nutritivo, e desconhecem formas de cultivos agroecológicos que
67 possibilitam aperfeiçoar a produção de maneira sustentável e possibilitando melhor
68 convivência com o semiárido (AQUINO et al., 2016)

69 A busca de alternativas de alimentação para pequenos ruminantes no semiárido
70 brasileiro, baseia-se na produção e conservação de espécies forrageiras nativas ou
71 introduzidas. Subprodutos industriais também vêm sendo utilizados na alimentação
72 animal, como opção para o período de escassez e diminuição de custos de produção
73 (CAMPOS et al., 2017) já que com o objetivo de atender as exigências nutricionais de
74 cabras tipicamente leiteiras, o produtor sem planejamento, é obrigado a adquirir ração

75 suplementar, tanto volumoso quanto concentrado, encarecendo o custo de produção
76 (STONE et al., 2020). Visando solucionar esse problema, a maximização do uso dos
77 recursos alimentares disponíveis deve ser o principal objetivo para atingir a eficiência dos
78 sistemas (NAMPAZIRA et al., 2015).

79 Então o uso de tecnologias como o cultivo de forrageiras adaptadas, conservação
80 de forragens, aproveitamento de coprodutos da agroindústria, dentre outros, é
81 fundamental.

82 A prática de conservação de forragens é antiga, feita em regiões de clima instável
83 com secas prolongadas ou frio intenso, e surgiu da necessidade de estocar alimentos nos
84 períodos de abundância para posterior fornecimento nos períodos de escassez (NERES;
85 AMES, 2015). Dentre as principais formas de conservação, encontram-se a silagem e a
86 fenação.

87 A qualidade da silagem está relacionada a composição e digestibilidade da
88 forrageira utilizada. O processo tem como objetivo reter os nutrientes do alimento através
89 da fermentação anaeróbica dos açúcares da planta (SANTOS, 2017). A preservação da
90 silagem é devida à produção dos ácidos orgânicos a partir dos açúcares solúveis que
91 através da redução do pH irá inibir microrganismos indesejáveis (SANTOS et al., 2006).

92 Plantas forrageiras como o milho e o sorgo destacam-se na produção de silagem,
93 devido à alta produtividade, composição da planta e características que a tornam próprias
94 para ensilagem (VON PINHO et al., 2017). A silagem de milho é o alimento mais
95 tradicional utilizado como fonte de energia e fibra para rebanhos leiteiros (SILVA et al.,
96 2015), já o sorgo é bastante utilizado em substituição a silagem de milho pela semelhança
97 em seus valores nutritivos, menor custo, e mais tolerante a períodos de estiagem.

98 Nos sistemas de atividade leiteira, Rezende (2003) aponta que de maneira geral,
99 poucos produtores conhecem os custos de se produzir silagem e muitos não sabem como

100 calculam-se esses custos. A silagem pode representar em média 10 a 20% dos custos
101 finais do leite, e se considerarmos o período de seca, pode chegar a representar 30% dos
102 custos finais.

103 A fenação, outra técnica de conservação de forragem, consiste em manter o valor
104 nutritivo através da desidratação da forragem. A vantagens desse processo é a
105 possibilidade de armazenar esse alimento sem alterações no seu valor nutritivo ao longo
106 do tempo (ZOPOLLATTO, 2020).

107 Dentre as gramíneas utilizadas para produção de feno, temos o capim-pangolão
108 (*Digitaria pentzii* Stent.) que é originário da região do Zimbábue, África. Foi introduzido
109 no Brasil no ano de 1960 em substituição ao capim-pangola (*Digitaria decumbens* Stent.),
110 por ser resistente ao vírus do enfezamento do pangola (PSV) (BEZERRA et al., 2020). É
111 uma planta forrageira com potencial para alimentar rebanhos em regiões semiáridas, por
112 ser perene, tolerante a seca (DAMASCENO, 2010).

113 Além dos volumosos mais tradicionais, existem alternativas obtidas a partir dos
114 processos da agroindústria, mais conhecidos como subprodutos, que podem ser utilizados
115 nas formulações de dietas para ruminantes. O bagaço é resultante da extração do caldo de
116 cana-de-açúcar e é caracterizado como um alimento com altos teores de parede celular,
117 baixa densidade energética e pobre em proteína e minerais, constituindo um volumoso de
118 baixo valor nutritivo e de baixo potencial de uso na alimentação animal (CARVALHO et
119 al., 2006). Essa afirmação é válida quando o bagaço for utilizado como único volumoso
120 da dieta. Como apontado anteriormente, a palma forrageira, ao contrário do bagaço, tem
121 pouca FDN e é justamente isso que torna o bagaço de cana-de-açúcar um alimento
122 interessante. Por apresentar alto conteúdo de FDN, pequenas proporções deverão ser
123 incluídas com o único objetivo de fornecer fibra para o funcionamento normal do rúmen
124 e manutenção da gordura do leite.

125 Cultivar espécies que se adaptam em condições semiáridas é essencial para que se
126 mantenha a produtividade sem perdas econômicas. Nesse contexto, a palma forrageira é
127 um destaque na busca por alimentos que possibilitem manter a produção animal nos
128 períodos mais críticos (OLIVEIRA et al., 2011).

129 Existem diversas variedades de palma forrageira, dentre elas, a palma miúda ou
130 doce (*Nopalea cochenillifera* Salm Dick) destaca-se pelo seu porte pequeno e caule
131 ramificado. O cultivo de culturas que possuem menores exigências hídricas é uma das
132 chaves para manter os sistemas de produção (GALVÃO JUNIOR et al., 2014).
133 Independente do gênero, a palma forrageira apresenta baixos teores de matéria seca,
134 proteína bruta e fibra em detergente neutro, em contrapartida, apresenta altos teores de
135 carboidratos não fibrosos ($58,55 \pm 8,13\%$) (FERREIRA et al., 2010).

136 Os carboidratos são os nutrientes de maior abundância das plantas, formados por
137 carbono, hidrogênio e oxigênio e divididos em fibrosos e não fibrosos. São os
138 microrganismos que habitam o rúmen que degradam esses compostos, transformando-os
139 em ácidos graxos voláteis durante o processo de fermentação (MEDEIROS et al., 2015).

140 A melhor forma de fornecer a palma ao animal é de mistura completa, associada
141 a fontes de fibra, e ao concentrado, proporcionando uma dieta balanceada,
142 consequentemente consumo adequado, sem comprometer o desempenho e a produção
143 (ALMEIDA, 2012).

144 A fibra tem papel essencial na nutrição de ruminantes, possui características
145 físicas e químicas que estão interligadas aos processos mecânicos da digestão e a
146 fermentação (BANAKAR et al., 2018). Pode ser definida como de fração indigestível ou
147 de digestão lenta, ocupando espaço no trato gastrointestinal dos animais (MATOS, 2012).
148 Desse modo, dependendo da sua concentração e digestibilidade pode impor limitações no
149 consumo de matéria seca e energia dos animais (SOUZA, 2018).

150 Os ruminantes requerem uma quantidade de fibra nas dietas para que se mantenha
151 a saúde e funcionamento adequado do rúmen. Para isso, a fibra proveniente da forragem
152 deve estimular atividade mastigatória e salivação além de servir como parâmetro para
153 porcentagem de gordura do leite (SOUZA et al., 2018).

154 Para melhor entendimento dos conceitos sobre a efetividade da fibra, Mertens
155 (1997) propôs definições para a FDN efetiva e a FDN fisicamente efetiva. A fibra
156 fisicamente efetiva refere-se as propriedades físicas, como o tamanho de partícula, que
157 estimulam a mastigação. Reduções no teor de FDNfe da dieta promovem decréscimo no
158 tempo gasto com mastigação, o que acarreta o declínio do pH ruminal o que pode
159 comprometer a saúde e a produtividade animal (CARVALHO et al., 2006). Na ração, a
160 porção da fibra mais grosseira é a que estimula a atividade de mastigação, logo, silagens
161 com FDN finamente moída podem induzir acidose ruminal e queda na digestibilidade da
162 FDN no rúmen, em consequência da ação negativa da deficiência de FDNfe sobre funções
163 fisiológicas vitais aos ruminantes (DIAS JUNIOR, 2016).

164 Já o conceito de FDNfe pode representar todas as características do alimento que
165 ajudam a manter a síntese de gordura do leite, além da capacidade de um alimento
166 fornecido manter a porcentagem da gordura adequada. A gordura no leite é uma das
167 principais respostas fisiológicas relacionadas à FDN da ração (ALVES et al., 2016).

168 O preparo de dietas para animais de alta produção deve ser criterioso em relação
169 a fibra. Logo, deve-se haver o equilíbrio entre a taxa de degradação de carboidratos
170 estruturais e não estruturais pelos microrganismos do rúmen (MACEDO JUNIOR et al.,
171 2007). Mertens (1995) afirma que se a ração for balanceada com a mesma concentração
172 de nutrientes, mesmo que a qualidade da forragem utilizada seja diferente, o desempenho
173 do animal é semelhante.

174 3. MATERIAL E MÉTODOS

175 O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética do Uso de Animais de
176 Experimentação, Universidade Federal de Pernambuco (CEUA/UFRPE) - sob o
177 protocolo nº - 4145280322.

178 3.1 Local do experimento

179 O ensaio foi realizado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de
180 Pernambuco (IPA) localizado na cidade de Sertânia – Pernambuco, cujas coordenadas
181 geográficas são: Latitude: 8° 4' 28" Sul; Longitude: 37° 15' 53" Oeste; Altitude: 546
182 metros; e Clima: Semiárido.

183 3.2 Animais, desenho experimental e tratamentos

184 Utilizou-se 12 cabras da raça Saanen, multíparas, em lactação, com peso médio
185 de $48,9 \pm 7,3$ kg, produção inicial de $2,8 \pm 0,7$ kg de leite/dia e período de lactação inicial de
186 80 dias. Inicialmente os animais foram pesados, identificados e distribuídos de acordo
187 com a produtividade em três quadrados latinos simultâneos (4 x 4), com quatro animais,
188 quatro tratamentos e quatro períodos experimentais para avaliar as diferentes fontes de
189 fibra. Cada período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação
190 dos animais às dietas e 7 dias para coleta de dados e amostras, totalizando 84 dias de
191 duração do experimento. Antes de iniciar o experimento, as cabras passaram por um
192 período de adaptação às instalações e manejo de 14 dias. O peso corporal (PC) individual
193 das cabras foi verificado no início e no final de cada período experimental, após a ordenha
194 matinal.

195 Os animais foram alojados em baias individuais em piso de terra; separadas entre
196 si por cercas de ripas de madeira, com área coberta de 3m². Cada baia era dotada de cocho
197 para o fornecimento e controle do alimento e bebedouros individuais, com água à
198 disposição.

199 Na tabela 1 está apresentada a composição dos ingredientes utilizados nas dietas
 200 experimentais (Tabela 2) que foram formuladas de acordo com o NRC (2007) de forma
 201 a apresentarem o mesmo teor de proteína bruta, extrato etéreo e FDN. Os tratamentos
 202 experimentais foram compostos por 4 tipos diferentes de volumosos: Silagem de Milho;
 203 Silagem de Sorgo; Feno de Pangolão e Bagaço de cana-de-açúcar, todos associados à
 204 palma miúda.

205 **Tabela 1.** Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg)

Ingredientes (g/kg)	MS ¹	MM ²	MO ³	PB ⁴	EE ⁵	FDN ⁶	FDNcp ⁷	FDNi ⁸	CHOT ⁹	CNF ¹⁰
Palma Miúda	217,9	144,0	856,0	27,0	19,1	260,0	257,8	142,4	809,9	552,1
Silagem de Milho	275,7	66,0	934,0	70,0	23,2	610,0	592,2	133,2	840,8	248,6
Silagem de Sorgo	289,6	114,0	886,0	71,0	33,0	650,0	617,3	163,7	782	164,7
Feno de Pangolão	892,2	71,0	929,0	26,0	19,0	721,9	706,3	269,2	884	177,7
Bagaço de cana-de-açúcar	917,4	30,0	970,0	19,0	14,0	815,5	805,2	333,0	937	131,8
Fubá de milho	843,4	17,0	983,2	86,0	59,0	166,9	140,3	11,5	838	697,7
Farelo de soja	858,8	73,1	926,9	518,0	44,0	148,0	131,8	94,0	364,9	233,1
Farelo de trigo	855,0	65,0	935,0	151,0	39,0	467,3	386,5	122,8	745	358,5
GIMEX ¹¹	918,4	9,8	990,2	110,0	467,0	290,0	247,0	21,0	413,2	166,2
Protenose	891,4	43,9	956,1	707,0	34,1	80,0	72,9	64,0	215	142,1
Refinazil	869,8	100,0	900,0	317,0	28,0	387,7	327,3	29,4	555	227,7
Ureia/Sulf. Amônio (9:1)	970,0	0	0	265,0	0	0	0	0	735	0
Sal Comum	990,0	999,9	0	0	0	0	0	0	0,1	0
Mistura Mineral	990,0	999,9	0	0	0	0	0	0	0,1	0

206 ¹Matéria seca; ²Matéria mineral; ³Matéria orgânica; ⁴Proteína bruta; ⁵Extrato etéreo; ⁶Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e
 207 proteína; ⁷Fibra em detergente neutro indigestível; ⁸ Gérmen integral extra gordo de milho.

208

209 3.3 Dietas experimentais

210 As silagens de milho (IPA BRS 5026, São José) e sorgo (IPA SF 15) e o feno de
 211 Pangolão (*Digitaria pentzii* Stent.) foram confeccionados na própria estação
 212 experimental. A palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) foi proveniente da

213 estação experimental. O bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L) foi
 214 adquirido de usina comercial.

215

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

Ingredientes (g/kg)	Fontes de Fibra			
	Silagem de milho	Silagem de Sorgo	Feno de Pangolão	Bagaço de cana-de-açúcar
Palma Miúda	310,0	310,0	400,0	410,0
Silagem de Milho	340,0	0,0	0,0	0,0
Silagem de Sorgo	0,0	340,0	0,0	0,0
Feno de Pangolão	0,0	0,0	250,0	0,0
Bagaço de cana-de-açúcar	0,0	0,0	0,0	240,0
Fubá de milho	87,0	89,0	69,0	68,0
Farelo de soja	3,2	3,2	3,2	3,2
Farelo de trigo	7,8	6,3	5,8	6,8
GIMEX	72,0	72,0	86,0	86,0
Protenose	70,0	70,0	70,0	70,0
Refinazil	86,0	86,0	86,0	86,0
Mistura Mineral	15,0	15,0	15,0	15,0
Sal Comum	5,0	5,0	5,0	5,0
Ureia	4,0	3,5	10,0	10,0
Total	1000	1000	1000	1000
Composição química da dieta (g/kg)				
Matéria Seca	327,65	334,12	398,78	394,13
Matéria Orgânica	894,34	878,58	880,36	889,43
Proteína Bruta	137,76	136,72	138,48	136,87
Extrato etéreo	57,81	61,20	61,79	60,57
FDNcp	347,94	356,18	346,53	366,03
CNF	360,74	333,07	359,38	351,77
FDNi	100,21	110,42	134,88	149,04

218

219

220 **3.4 Consumo de nutrientes**

221 As dietas foram fornecidas *ad libitum* na forma de mistura completa, três vezes ao
222 dia (8h00; 12h00 e 16h00), permitindo-se sobras de 5 a 10% do total de matéria seca
223 fornecida. A Palma foi passada diariamente em máquina forrageira no momento do
224 fornecimento. O consumo voluntário dos nutrientes foi calculado através da diferença
225 entre a quantidade de alimento fornecido no dia anterior e a quantidade de sobras, durante
226 todo o período de coleta.

227 **3.5 Análises laboratoriais e avaliação de dados**

228 As amostras dos volumosos, sobras e fezes foram compostas por animal e período
229 experimental, ao final de cada período foram acondicionadas em sacos plásticos,
230 identificadas e armazenadas em freezer a -20°C. Os alimentos que faziam parte do
231 concentrado foram coletados durante a confecção. As amostras de fezes para estimativa
232 da produção de matéria seca fecal foram coletadas em diferentes dias e horários conforme
233 a semana da coleta (Dia 1 - 6h00; Dia 2 - 8h00; Dia 3 -10h00; Dia 4 - 12h00 e Dia 5 -
234 14h00) diretamente na ampola retal dos animais, durante cada período experimental.

235 Ao final do experimento, todas as amostras foram descongeladas, pré-secas em
236 estufa de ventilação forçada (55°C durante 72h) e processadas em moinho com peneira
237 de malha de 1 mm, para a análise de composição química e peneira de malha de 2 mm
238 para determinação do indicador interno, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi).
239 Foram determinados os teores de matéria seca (MS; método 934.01), matéria mineral
240 (MM; método 930.05), proteína bruta (PB; método 968.06), e extrato etéreo (EE; método
241 920,39) de acordo com AOAC (2000). Subsequente, a fibra em detergente neutro (FDN)
242 foi analisada usando alfa-amilase estável ao calor, segundo Mertens et al. (2002), a fibra
243 em detergente neutro corrigida para compostos nitrogenados foi realizada de acordo com
244 Licitra et al. (1996). O teor de FDNi nas amostras de alimentos, sobras, e fezes foi obtido

245 através do procedimento de incubação ruminal *in situ* em bovino durante 288 horas
246 (KRIZSAN; HUHTANEN, 2013). A produção de matéria seca fecal foi estimada pela
247 relação entre o consumo de FDNi e a proporção de FDNi nas fezes.

248 Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) da
249 seguinte forma: $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os carboidratos não fibrosos
250 (CNF) foi estimado de acordo com Detmann e Valadares Filho (2010): $CNF = MO - [(\%$
251 $PB - \%PB \text{ da ureia} + \% \text{ ureia}) + \% FDN + \% EE + \% MM]$. O teor de nutrientes digestíveis
252 totais (NDT) das dietas foi determinado de acordo com Weiss et al. (1992) da seguinte
253 forma: $NDT (\%) = DPB\% + DFDN\% + DCNF\% + (2,25 \times DEE\%)$ e a energia
254 metabolizável foi estimada como descrito pelo NRC (2007).

255 As cabras foram ordenhadas manualmente, após higienização e desinfecção dos
256 tetos com água corrente, sabão neutro, além da solução pré e pós *dipping* (iodo
257 glicerinado a 2%). Após a ordenha, o leite foi pesado, computando-se as produções
258 individuais duas vezes ao dia (7:00 e 16:00), fazendo-se o registro da produção de leite
259 durante os 7 dias de cada período de coleta, sendo registrada individualmente por cada
260 animal.

261 Foram coletadas amostras de leite de cada animal, proporcionais à produção de
262 cada ordenha (5% do total), nos dois turnos, no 6º e 7º dia de cada período experimental.
263 Ao final de cada período de coleta, uma alíquota (50 ml) foi composta por período e
264 animal e armazenada em recipiente com conservante (Bronopol®) para análises de
265 proteína, gordura, lactose, sólidos totais e sólidos não gordurosos de acordo com os
266 métodos da ISO 9622/IDF 141C (2013), sendo realizados no Laboratório de Qualidade
267 de Leite (LABOLEITE) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. A produção
268 de leite (PL) foi corrigida (PLCG) para 3,5% de gordura foi estimada através da equação

269 sugerida por Sklan et al. (1992) e a produção de leite corrigida para energia (PLCE) foi
 270 calculada segundo Tyrrel e Reid (1965).

271 Para o comportamento ingestivo, todas as cabras foram observadas visualmente
 272 durante o período de 24 horas consecutivas, os dados coletados de tempo gasto das
 273 atividades ocorreu do 1º para o 2º dia de cada período de coleta experimental, as
 274 atividades de alimentação, ruminação e ócio foram registradas a cada 10 minutos
 275 conforme à adaptação da metodologia descrita por Martin e Batenson (2007).

276 **4. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

277 Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento PROC MIXED do SAS
 278 (2014) pacote estatístico (Statistical Analysis System, versão 9.4) segundo o modelo
 279 estatístico:

$$280 \quad Y_{ijkl} = \mu + T_i + Q_j + P_k + (A/Q)_{lj} + T^*Q_{ij} + \epsilon_{ijkl}$$

281 Onde: Y_{ijkl} = observação $ijkl$; μ = média geral; T_i = efeito fixo do tratamento i ;
 282 Q_j = efeito fixo do quadrado j ; P_k = efeito fixo do período k ; $(A/Q)_{lj}$ = efeito aleatório do
 283 animal l dentro do quadrado j ; T^*Q_{ij} = efeito fixo da interação tratamento i e quadrado
 284 j ; ϵ_{ijkl} = erro aleatório com a média 0 e variância σ^2 . Para comparação das médias foi
 285 utilizado teste de Tukey.

286 **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

287 A composição química dos volumosos testados (Tabela 1) estão condizentes com
 288 os dados compilados por Valadares Filho et al. (2018) (Tabelas Brasileiras de
 289 Composição de Alimentos para Ruminantes/CQBAL 4.0) mostram-se condizentes ao
 290 trabalho (Tabela 1), com 31,2% de MS; 7,18% de PB; 2,86 de EE; 54% de FDN e 28,5%
 291 de MS; 4,32% de PB; 3,39% de EE e 76,8% de FDN respectivamente para silagem de
 292 milho e silagem de sorgo. Para o bagaço de cana-de-açúcar, os autores apresentam os
 293 seguintes resultados: 94,8% de MO; de 2,14% de PB; 1,19% de EE; 85,22% de FDN;

294 77,71% de FDNcp. Para o capim pangolão (*in natura*) com 8,76% de PB e 64,73% de
295 FDN.

296 Os consumos de MS, MO, PB, EE, FDN, CNF e EM não diferiram entre as fontes
297 de fibra utilizadas ($P>0,05$) (Tabela 3). Entretanto para FDNi houve diferença
298 significativa entre as fontes, sendo maior para o bagaço de cana-de-açúcar em relação a
299 silagem de milho e silagem de sorgo ($P<0,05$). Não houve efeito da fonte de fibra sobre
300 a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes ($P>0,05$) (Tabela 3).

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

Itens	Fontes de Fibra				EPM	<i>p</i> - valor
	SM ¹	SS ²	FP ³	BC ⁴		
<i>Consumo (kg/dia)</i>						
MS	2,50	2,53	2,59	2,72	0,20	0,62
MO	2,25	2,24	2,30	2,44	0,18	0,56
PB	0,38	0,37	0,39	0,40	0,02	0,56
EE	0,16	0,17	0,17	0,18	0,01	0,21
FDNcp	0,84	0,92	0,86	0,96	0,07	0,34
FDNi	0,23a	0,26ab	0,31bc	0,34c	0,03	0,002
CNF ⁵	0,87	0,79	0,87	0,90	0,07	0,22
EM (Mcal/dia)	5,70	5,36	5,48	6,11	0,38	0,28
<i>Digestibilidade (kg/dia)</i>						
MS	0,57	0,57	0,56	0,59	0,02	0,26
MO	0,63	0,60	0,60	0,62	0,02	0,31
PB	0,68	0,62	0,67	0,74	0,26	0,11
EE	0,80	0,80	0,77	0,81	0,02	0,39
FDNcp	0,44	0,41	0,39	0,39	0,03	0,28
CNF	0,78	0,84	0,81	0,82	0,02	0,06

302 Médias com letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

303 ¹ Silagem de milho; ² Silagem de Sorgo; ³ Feno de Pangolão; ⁴ Bagaço de cana-de-açúcar; ⁵ Carboidratos não fibrosos;

304 ⁶ Nutrientes digestíveis totais.

305 Segundo o NRC (2007) para cabras com as mesmas características das utilizadas
306 nesse estudo, as exigências de matéria seca, proteína bruta e energia metabolizável seriam
307 de 2,45 e 0,34kg/dia e 5,7Mcal/dia. Na tabela 3 verifica-se que os consumos médios de

308 MS (2,56kg/dia); PB (0,38kg/dia) e EM (5,7Mcal/dia) foram semelhantes àqueles
309 preconizados.

310 As diferentes fontes de fibra utilizadas apresentaram diferentes teores de FDNcp
311 (Tabela 1) e as dietas foram formuladas para apresentar os mesmos teores semelhantes
312 desse constituinte. Como a proporção de concentrado foi a mesma, os teores de palma
313 forrageira consequentemente variaram entre as fontes de fibra, da mesma forma que os
314 teores de proteína e de extrato etéreo também foram semelhante entre as fontes, nesse
315 caso, foi utilizada a ureia para equilibrar os teores de proteína entre os volumosos
316 estudados.

317 Os dados mostram que embora exista uma divergência entre a qualidade dos
318 volumosos testados, esse fato não foi suficiente para alterar o consumo, mostrando que
319 nem fatores físicos, fisiológicos e psicogênicos interferiram.

320 Como característica de um animal selecionador de alimentos concentrados e
321 pastejador, a cabra costuma selecionar naturalmente as partes que há maior concentração
322 de nutrientes na planta, em detrimento de outras partes mais fibrosas (CARVALHO et
323 al., 2004). Nesse caso, a palma desempenha um papel fundamental que é sua capacidade
324 de agregar os componentes da dieta não permitindo seleção, em função dos seus altos
325 teores de umidade e mucilagem.

326 Um dos fatores relacionado ao consumo voluntário do animal é a participação da
327 fibra em detergente neutro indigestível (FDNi). O bagaço de cana-de-açúcar contém
328 aproximadamente 45-55% de celulose, 20-25% de hemicelulose e 18-24% de lignina
329 (IQBAL et al., 2015), a lignina é conhecida por ser um componente que limita a digestão
330 dos carboidratos fibrosos que ficam inacessíveis aos microrganismos ruminais devido à
331 presença desse composto. Todavia, a maior proporção de FDNi do bagaço de cana-de-
332 açúcar não interferiu na digestibilidade da FDN (Tabela 3).

333 Segundo o NRC (2007) para cabras com as mesmas características das utilizadas
 334 nesse estudo, as exigências de matéria seca, proteína bruta e energia metabolizável seriam
 335 de 2,45 e 0,34kg/dia e 5,7Mcal/dia. Na tabela 3 verifica-se que os consumos médios de
 336 MS (2,56kg/dia); PB (0,38kg/dia) e EM (5,7Mcal/dia) foram semelhantes àqueles
 337 preconizados.

338 Em um planejamento alimentar adequado, fornecer fontes de fibra associada a
 339 palma forrageira como nesse estudo, melhora o consumo por possibilitar uma relação
 340 adequada e balanceada de carboidratos na ração. Essa estratégia é fundamental para que
 341 haja o máximo aproveitamento da energia desse alimento já que ele apresenta restrições
 342 em relação a quantidade de proteína e fibra.

343 Os tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio não foram
 344 influenciados pelos diferentes tipos de volumosos ofertados ($P>0,05$) (Tabela 4).

345 O comportamento ingestivo possibilita o entendimento das variações que pode
 346 haver durante o consumo do alimento. A quantidade e estimulação física através da fibra
 347 é necessária para manter o bom funcionamento do rúmen, e o tempo gasto na ruminação
 348 é influenciado pela natureza da dieta principalmente pela participação dos volumosos.

349 **Tabela 4.** Comportamento ingestivo de cabras leiteiras

Itens	Fontes de Fibra					P-valor
	SM ¹	SS ²	FP ³	BC ⁴	EPM	
	Tempo despendido (min/d-¹)					
Alimentação	266,7	281,7	277,5	313,3	25,1	0,1
Ruminação	470,0	485,0	457,5	435,8	22,7	0,2
Ócio	703,3	673,3	705,0	690,8	26,8	0,5

350 ¹ Silagem de milho; ² Silagem de Sorgo; ³ Feno de Pangolão; ⁴ Bagaço de cana-de-açúcar;

351 A composição da ração efetivamente consumida, não ficou diferente da dieta
 352 ofertada. Esse comportamento pode ser comprovado pela relação entre a quantidade de
 353 nutriente consumido e o consumo de MS (152; 145; 151; e 147 g/kg para PB; 62; 65; 67;

354 e 65 g/kg para EE; 336; 362; 333; 353 g/kg para FDN respectivamente para a SM, SS, FP
355 e BC). Pode-se afirmar que não houve seleção por parte das cabras. Esses valores são
356 muito próximos dos valores apresentados na Tabela 2.

357 O tempo de ruminação não alterou possivelmente por influência da mesma
358 proporção e consumo de FDN para as diferentes fontes de fibra. O tempo em ócio, que
359 sofre influência direta do tempo de alimentação e ruminação, também não alterou, logo
360 todas as variáveis foram iguais independente da fonte de fibra (Tabela 4).

361 Os dados referentes à produção de leite (PL), produção de leite corrigida para
362 3,5% de gordura (PLCG), produção de leite corrigida para energia (PLCE), além dos
363 teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e sólidos não gordurosos não diferiram
364 entre as diferentes fontes de fibra estudadas ($P>0,05$) (Tabela 5).

365 A semelhança verificada no consumo dos nutrientes, como no comportamento
366 ingestivo justificam o comportamento verificado para o mesmo desempenho
367 independente da fonte de fibra (tabela 5).

368 Os resultados similares obtidos sobre a produção de leite corrigida para 3,5% de
369 gordura (tabela 5) foi em função da ausência de significância entre os tratamentos sobre
370 os teores e a produção de gordura do leite. A PLCE leva em consideração os teores de
371 proteína, gordura e lactose do leite, nenhum teor diferiu entre as dietas o que
372 conseqüentemente não afetou a produção corrigida para energia.

373

374

375

376

377

378

379 **Tabela 5.** Produção e composição química do leite de cabra alimentadas com diferentes
 380 tipos de volumosos

Fontes de Fibra						
Item	SM	SS	FP	BC	EPM	P-valor
<i>Produção (kg/dia)</i>						
PL ¹	2,9	2,8	2,7	2,7	0,2	0,2
PLCG ²	2,6	2,6	2,5	2,4	0,2	0,3
PLCE ³	2,7	2,6	2,5	2,4	0,2	0,3
<i>Composição (g/100g)</i>						
Gordura (g/100g)	3,0	3,0	3,1	3,0	0,1	0,5
Proteína (g/100g)	2,8	2,8	2,8	2,8	0,0	0,2
Lactose (g/100g)	4,2	4,2	4,2	4,2	0,6	0,5
ST ⁴ (g/100g)	10,6	10,6	10,8	10,7	0,2	0,4
SNG ⁵ (g/100g)	7,6	7,5	7,7	7,7	0,1	0,2

381 ¹ Produção de leite; ² Produção de leite corrigido para gordura; ³ Produção de leite corrigida para energia; ⁴ Sólidos totais; ⁵
 382 Sólidos não gordurosos.
 383

384 A associação da palma forrageira com fontes de fibra em dietas de vacas leiteiras
 385 já foi bastante explorada, e a proporção desses dois ingredientes vai depender do nível de
 386 produção dos animais, a relação volumoso:concentrado, e da composição da fonte de fibra
 387 associada (FERREIRA et al., 2010). Recentemente, foi verificado que a fonte de fibra
 388 associada a palma forrageira em dietas com adição de lipídeos (gérmen integral de milho
 389 extra gordo) tem fundamental importância na produção e composição do leite. Galeano
 390 et al. (2022), que ao substituir o total do fubá de milho pelo gérmen em dietas a base de
 391 palma forrageira e capim elefante concluíram que a maior produção de leite foi verificada
 392 quando houve a combinação entre palma, capim elefante e o germen, sem alteração na
 393 composição de leite. Por outro lado, Netto et al. (2022) verificaram redução no teor de
 394 gordura de leite de vacas alimentadas com o gérmen integral de milho extra gordo e
 395 justificaram essa depressão em função da dieta basal composta por cana de açúcar e palma

396 forrageira. Essa redução não foi verificada neste trabalho, Shingfiel et al. (2010) afirmam
397 que cabras sejam menos suscetíveis à queda da gordura do leite em relação a dieta.

398 Do ponto de vista prático e econômico a utilização de alimentos mais fibrosos
399 resultará na maior participação de palma na dieta e sendo essa forrageira mais barata que
400 as outras comumente utilizadas, o produtor de leite de cabra poderá ser beneficiado.

401 Ângulo et al. (2020) utilizaram o valor de comercialização da palma forrageira
402 para cálculo de custos de produção de US\$ 0,26/kg de MS. As silagens de milho e sorgo
403 são comercializadas por US\$ 0,25/kg de MS, enquanto o feno de pangolão é
404 comercializado por US\$ 0,17 kg de MS, e o bagaço de cana-de-açúcar está no mercado
405 ao preço de US\$ 0,13/kg de MS. Na Tabela 2 observa-se que tanto a proporção como a
406 composição do concentrado é basicamente a mesma, então o que faria diferença seria o
407 preço do volumoso.

408 Em relação as silagens (milho e sorgo) + palma, o kg de MS dessas associações
409 separadamente seria de US\$0,26; a associação com o feno de pangolão seria de US\$
410 0,23; enquanto da associação a palma + bagaço seria de US\$ 0,2.

411 Considerando a palma como o alimento com maior facilidade de produção em
412 regiões semiáridas em função de sua adaptação morfofisiológica, o presente trabalho
413 mostra que produtores de leite de cabra podem ficar menos dependentes de insumos
414 externos com a maior utilização dessa forrageira a ingredientes com maiores teores de
415 fibra e de menor custo. Na prática, a associação da palma forrageira com o bagaço de
416 cana-de-açúcar mostra-se uma alternativa mais viável em relação ao valor e
417 disponibilidade, cabendo ao produtor a decisão final.

418 6. CONCLUSÃO

419 Recomenda-se qualquer uma das fontes de fibra avaliadas, visto que a utilização
420 dos diferentes alimentos fibrosos não influenciou as respostas produtivas de cabras
421 leiteiras em lactação.

422 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

423 ALMEIDA, R. F. Palma Forrageira na Alimentação de Ovinos e Caprinos no Semiárido
424 Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, p. 8-
425 14. 2012.

426 ALVES, A. R. et al. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e
427 funcional. **PUBVET**. v.10, p. 568-579. 2016.

428 ANGULO, A.M. H.; FERREIRA, M.A.; MELLO, A.C.L. Viabilidade Econômica do
429 Cultivo da Palma Forrageira Orelha de Elefante Mexicana em Pernambuco. In: **Palma**
430 **forrageira: Potencial e perspectivas**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora LTDA, v. 1,
431 p. 351-378. 2020.

432 AOAC, 2000. Official Methods of Analysis, 15th ed. AOAC, Arlington.

433 AQUINO, R. S. et al. A realidade da caprinocultura e ovinocultura no semiárido
434 brasileiro: um retrato do sertão do Araripe, Pernambuco. **PubVet**, v. 10, p. 271-281,
435 2016.

436 BANAKAR, P.S. et al. Physically effective fibre in ruminant nutrition: A review.
437 **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. v. 7, p. 303-308. 2018.

438 BEZERRA, R.C.A. et al. Leaf blade area estimate of *Digitaria pentzii* under different
439 cutting Heights. **Ciênc. anim. bras.**, v. 21, 2020.

440 CAMPOS, F. S., et al. Alternativa de forragem para caprinos e ovinos criados no
441 semiárido. **Nutri Time**, v. 14, p. 5004-5013, 2017.

442 CARVALHO, G.G. P. et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas
443 com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 39, p. 919-
444 925. 2004.

- 445 CARVALHO, G.G. P. et al. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com
446 quatro doses de ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, p. 125-132. 2006.
- 447 CARVALHO, S. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação
448 alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro
449 proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35. 2006.
- 450 DAMASCENO, M. H. V. **Estudo de Características Morfogênicas e Estruturais do**
451 **Capim Pangolão (*Digitaria pentzii* Stent.) Submetido a Diferentes Doses de**
452 **Nitrogênio e Idades**. 2010. Monografia (Engenharia Agrônômica) – Universidade
453 Federal de Alagoas - UFAL, Rio Largo/AL.
- 454 DANTAS, S. F. A., LIMA, G. F. C., MOTA, E. P. Viabilidade econômica da produção
455 de palma forrageira irrigada e adensada no semiárido Potiguar. **Revista IPecege**, v. 3, p.
456 59–74. 2017.
- 457 DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous
458 carbohydrates in feeds and diets. **Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec**. v. 62, p. 980–
459 984. 2010.
- 460 DIAS JÚNIOR, G. S. **Processamento de silagem de milho e suplementação de vacas**
461 **leiteiras com enzimas fibrolíticas**. 2016. Tese (Doutor em Ciências Veterinárias) –
462 Universidade Federal de Lavras. Lavras.
- 463 FARIAS, J. L. de S. et al. Análise socioeconômica de produtores familiares de caprinos
464 e ovinos no semiárido cearense, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 63, n. 241,
465 p. 13-24, 2014.
- 466 FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.; BISPO, S.V. Otimização de dietas a base de palma
467 forrageira e outras alternativas de suplementação para regiões semiáridas. In: **Simpósio**
468 **de produção de gado de corte**. 7., 2010, Viçosa. Anais. Viçosa: [UFV], 2010. p.242.
- 469 FONSECA, J. F. da; BRUSCHI, J. H. A caprinocultura leiteira no Brasil: uma visão
470 histórica. In: FONSECA, J. F. da; BRUSCHI, J. H. (Ed.). Produção de caprinos na região
471 da Mata Atlântica. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Sobral: Embrapa Caprinos e
472 Ovinos, 2009. p. 15-24.

- 473 GALEANO, V. J. L. et al. Productive responses of dairy goats fed on diets containing
474 elephant grass (*Pennisetum purpureum*) associated or not with cactus (*Opuntia stricta*)
475 cladodes, and extra-fat whole corn germ as a substitute for corn. **Small Ruminant**
476 **Research**. v. 207, p. 1627-1634. 2022.
- 477 GALVÃO JÚNIOR, J. G. B. et al. Cactus in ruminant feeding: culture and use. **Acta**
478 **Veterinária Brasília**. v.8, p. 78-85. 2014.
- 479 GONÇALVES, A. L. et al. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na
480 Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, p. 366-376. 2008.
- 481 HOLANDA JUNIOR, E. V. **Sistemas de produção de pequenos ruminantes no**
482 **semiárido do Nordeste Brasileiro**. Sobral: Embrapa Caprinos. 53 p. 2006.
- 483 IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Prod. Pec.
484 munic., Rio de Janeiro, v. 48, p.1-12, 2020
- 485 IQBAL, M.A. et al. Integration of forage sorghum and by-products of sugarcane and
486 sugar beet industries for ruminant nutrition: A Review. **Global Vet**. v. 14, p. 752-760.
487 2015.
- 488 KOLUMAN DARCAN, N.; SILANIKOVE, N. The advantages of goats for future
489 adaptation to Climate Change: A conceptual overview. **Small Ruminant Research**. v.
490 163, p. 34–38. 2018.
- 491 KRIZSAN, S.J.; HUHTANEN, P. Effect of diet composition and incubation time on feed
492 indigestible neutral detergent fiber concentration in dairy cows. **J. Dairy Sci**. v. 96, p.
493 1715–1726. 2003.
- 494 LEITE, L. O. et al. Avaliação do bem-estar em fazendas de cabras de corte criadas em
495 sistemas semi-intensivo e extensivo em regiões semiáridas do Ceará, Nordeste, Brasil.
496 **Ciência Rural**. v. 50. 2020
- 497 LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. Feedbunk management
498 evaluation techniques. **Anim. Feed Sci. Technol**. v.57, p. 347–358. 1996.

- 499 LIMA JÚNIOR, A.C. **Análise bioeconômica de um modelo de produção de leite**
500 **caprino no semiárido**. 2018. Tese (Doutor em Zootecnia) - Universidade Federal da
501 Paraíba. Areia.
- 502 LU, C. D.; MILLER, B. A. Current status, challenges and prospects for dairy goat
503 production in the Americas. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. v. 32, p.
504 1244-1255. 2019.
- 505 MACEDO JUNIOR, G.L. et al. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência**
506 **Animal**. v. 7, p. 7-17. 2007.
- 507 MAIA, M. da S. Considerações sobre a caprinocultura no Brasil. Rio Branco, AC:
508 EMBRAPACPAF-Acre, 1994. 28 p. (EMBRAPA-CPAF-Acre. Documentos, 17).
- 509 MARTIN, P.; BATESON, P. Measuring behaviour: an introductory guide., Third
510 Cambridge University Press (ed), Reino Unido. 2007.
- 511 MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (ed.). **Nutrição de bovinos**
512 **de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 176.
- 513 MENDONÇA, S. S. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do
514 leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-
515 açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, p. 481-492. 2004.
- 516 MERTENS D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in
517 feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC**
518 **International**. v. 85, p. 1217–1240. 2002.
- 519 MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **J.**
520 **Anim. Sci.** v.80, p.1463-1481, 1997.
- 521 Mertens, D.R., 1995. Comparing forage sources in dairy rations containing similar neutral
522 detergent fiber concentrations. [s.l.]: **U.S. Dairy Forage Research Center**, 87-90.
- 523 NAMPANZIRA, D. K. et al. Characterization of the goat feeding system among rural
524 small holder farmers in the semi-arid regions of Uganda. **SpringerPlus**. v. 4. 2015.

- 525 NERES, M. A.; AMES, J. P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no
526 Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**. v. 14, p. 10–17, 2015.
- 527 NETTO, A. J. et al. Replacing corn with full-fat corn germ in a basal diet containing
528 cactus (*Opuntia stricta*) cladodes and sugarcane as forage sources induces milk fat
529 depression associated with the trans-10 shift in dairy cows. **Animal Feed Science and**
530 **Technology**. v. 288, 2022.
- 531 NRC, 2007. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. National Academy Press,
532 Washington.
- 533 OLIVEIRA, L. S. **Características e sustentabilidade de sistemas de produção de**
534 **caprinos leiteiros no nordeste do Brasil**. 2020. Tese (Doutor em Zootecnia) - Faculdade
535 de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus Jaboticabal.
- 536 OLIVEIRA, S. C. et al. PALMA FORRAGEIRA: ALTERNATIVA PARA O SEMI-
537 ÁRIDO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p.
538 49 - 58, 2011.
- 539 PERDIGÃO, N. R. DE O.; OLIVEIRA, L. S.; CORDEIRO, A. G. P. C. Sistemas de
540 produção de caprinos leiteiros. In: **Workshop sobre produção de caprinos na região**
541 **da mata atlântica**. Coronel Pacheco. Anais. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos;
542 Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite. p. 11-35. 2016.
- 543 PULINA, G. et al. Invited review: Current production trends, farm structures, and
544 economics of the dairy sheep and goat sectors. **Journal of Dairy Science**. v. 101, p.
545 6715–6729. 2018.
- 546 RAMOS, J. P. F. et al. Forage sources in diets for dairy goats. **Acta Sci. Anim. Sci.** v.
547 42, 2020.
- 548 REZENDE, J. C. **Como calcular o custo de produção de uma silagem**. Juiz de Fora:
549 Embrapa Gado de Leite. 4 p. 2003.
- 550 SANTOS, E.; ZANINE, A. M.; OLIVEIRA, J. S. Produção de silagem de gramíneas
551 tropicais. **Revista Eletrônica de Veterinária**. V. 7. 2006

- 552 SANTOS, G.; MORAES, J. M. M.; NUSSIO, L. G. Custo e análise de sensibilidade na
553 produção de silagem. **Revista IPecege**. v. 3, p. 39–48, 2017.
- 554 SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System user's guide**. Cary: SAS Institute USA,
555 2014.
- 556 SHINGFIELD, K. J. et al. Role of *trans* fatty acids in the nutritional regulation of
557 mammary lipogenesis in ruminants. **Animal**. v.4, p. 1140–1166. 2010.
- 558 SILVA, G. L. S. et al. Consumo, digestibilidade e produção de cabras leiteiras
559 alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Acta Scientiarum Animal**
560 **Sciences**. v. 32, p. 47-53. 2009.
- 561 SKLAN, D. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high
562 yielding cows. **Journal of dairy Science**. v. 75, p. 2463–2472. 1992.
- 563 SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets:
564 II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of dairy Science**. v.70, p. 3562–3577.
565 1992.
- 566 SOUSA, N.M. et al. Levels of neutral detergent fiber in diets with forage palm for dairy
567 goats. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 70, pp. 1595-1604.
568 2018.
- 569 SOUZA, M. F. et al. Characterization of goat product consumers and goat farming
570 systems in the Brazilian Northeast region. **Small Ruminant Research**. v. 179. 2019
- 571 STONE, T.F.; FRANCIS, C. A.; EIK, L.O. A survey of dairy-goat keeping in Zanzibar.
572 **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**. v.20, p. 16220-
573 16235. 2020
- 574 TORAL, P. G. et al. Interaction between fish oil and plant oils or starchy concentrates in
575 the diet: Effects on dairy performance and milk fatty acid composition in goats. **Anim.**
576 **Feed Sci. Technol**. v. 198, p. 67–82. 2014.
- 577 TYRRELL, H. F.; REID, J. T. Prediction of the energy value of cow's milk. **Journal of**
578 **dairy science**. V. 48, p.1215-1223. 1965.

- 579 VALADARES FILHO, S.C. et al. CQBAL 4.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de**
580 **Alimentos para Ruminantes**. 2018. Disponível em: www.cqbal.com.br
- 581 VON PINHO, R.G. ET AL. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em
582 função da época de semeadura. **Bragantia**. v. 66, pp. 235-245. 2007.
- 583 WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. Cornell Nutrition
584 Conference for Feed Manufactorers. Cornell University, Ithaca, p. 176–185. 1999.
- 585 ZOPOLLATO, M. **Conservação de forragens**. 1 ed. Curitiba: Senar AR-PR., 2020.
586 Disponível em: www.sistemaefaep.org.br