



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

Felipe Gusmão de Souza

**Substituição do concentrado convencional pelo farelo de glúten de milho (Refinazil®) na
dieta de vacas em lactação**

Recife – PE

2024

Felipe Gusmão de Souza

**Substituição do concentrado convencional pelo farelo de glúten de milho (Refinazil®) na
dieta de vacas 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: Dra. Michelle Christina Bernardo de Siqueira;
Dr. Sebastião Inocêncio Guido.

Recife – PE

2024

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)

S729s

Souza, Felipe

Substituição do concentrado convencional pelo farelo de glúten de milho (Refinazil®) na dieta de vacas em lactação /
Felipe Souza. - 2024.
36 f.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.

Coorientadora: Michelle Michelle Christina Bernardo de Siqueira.

Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
Recife, 2024.

1. Bovinocultura de leite. 2. Coproduto. 3. Energia. 4. Proteína. I. Ferreira, Marcelo de Andrade, orient. II. Siqueira,
Michelle Michelle Christina Bernardo de, coorient. III. Título

CDD 636



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

**Substituição do concentrado convencional pelo farelo de glúten de milho
(Refinazil®) na dieta de vacas em lactação**

Dissertação elaborada por:
FELIPE GUSMÃO DE SOUZA

APROVADO EM: 28/02/2024

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia
Orientador

Profa. Dra. Luciana Felizardo Pereira Soares
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

Profa. Dra. Maria Gabriela da Conceição
Universidade Federal do Cariri
Departamento de Ciências Agrárias e da Biodiversidade

1 **AGRADECIMENTOS**

2

3 Inicialmente agradeço a Deus por me proporcionar a saúde e a possibilidade de estar
4 desempenhando este trabalho, sem Ele, nada conseguiria.

5 Agradeço a minha família, em especial meu pai José Jeová de Souza e minha mãe Fabíola
6 Maria Gusmão de Souza, pelo apoio e carinho em toda minha trajetória, visto que não
7 conseguiria chegar até aqui se não fosse o incentivo e as oportunidades que meus pais e toda a
8 minha família me proporcionou, avós, tios, primos.

9 Também sou muito grato aos meus orientadores Marcelo de Andrade Ferreira, Michelle
10 Christina Bernardo de Siqueira e Sebastião Inocêncio Guido, que me guiaram e auxiliaram no
11 desenvolvimento, não só do projeto, mas também como profissional, com conhecimento, apoio
12 e amizade.

13 Agradeço aos meus amigos que estiveram comigo nessa trajetória, aos amigos de longa
14 data e aos novos amigos que fiz nessa etapa; agradeço imensamente a todos vocês pela ajuda,
15 de forma direta, auxiliando nos trabalhos de campo e análises, como de forma indireta, com o
16 apoio, amizade e incentivo; tornando mais leve esse período, possibilitando encarar toda essa
17 trajetória de cabeça erguida e não deixando desanimar.

18 Gostaria de agradecer ao IPA de São Bento do Una pelo apoio e a possibilidade de
19 desenvolver a pesquisa, uma experiência que me agregou muito como profissional e ser
20 humano, por toda ajuda recebida, sou extremamente grato a instituição e aos funcionários dos
21 quais tive o prazer de conviver nesse meio tempo.

22 Agradeço imensamente a instituição UFRPE, da qual se tornou minha casa de coração e
23 possibilitou que eu tivesse a oportunidade de viver momentos especiais, que me fizeram crescer
24 em todos os aspectos, e sou grato também a CAPES por possibilitar a realização desse projeto
25 do qual espero ter um retorno enorme a sociedade.

26 Por fim, agradeço aos animais que, por três meses, tive o prazer de conviver e lembro até
27 hoje a cara de cada uma delas: Oliva, Olímpia, Opala, Opera, Naomi, Neblina, Odisseia, Onélia.

28

29 Muito obrigado a todos!

30

31

32

33

34

35

36 **Substituição do concentrado convencional pelo farelo de glúten de milho (Refinazil®) na**
37 **dieta de vacas em lactação**

38 **RESUMO**

39
40 Objetivou-se avaliar a viabilidade nutricional e econômica da substituição de um concentrado
41 a base de farelo de soja, farelo de trigo e milho (concentrado convencional) por farelo de glúten
42 de milho-21 (Refinazil®) em dietas à base de palma forrageira para vacas em lactação. O
43 experimento foi realizado na estação experimental da Empresa Pernambucana de Pesquisa
44 Agropecuária (IPA), localizada na cidade de São Bento do Una - PE. Foram utilizadas oito
45 vacas da raça Holandesa com peso corporal médio de $503 \pm 31,4$ kg, com produção média de
46 $17,3 \pm 2,3$ kg de leite/dia e 90 dias em lactação. Os animais foram distribuídos em dois
47 quadrados latinos 4x4, compostos por quatro animais, quatro períodos e quatro tratamentos
48 cada. Cada período experimental com duração de 21 dias (14 dias para adaptação dos animais,
49 sete dias para coleta de dados e amostras). O consumo de matéria seca, matéria orgânica, CNF
50 e NDT diminuíram linearmente, já o consumo de FDNcp aumentou linearmente enquanto o
51 consumo de PB não foi influenciado pela substituição. Com relação a digestibilidade, a matéria
52 seca, matéria orgânica e proteína bruta diminuíram linearmente e da FDNcp e CNF não
53 diferiram entre os tratamentos. O balanço de nitrogênio não foi alterado pela substituição
54 ($114,25$ g/dia). A produção de proteína microbiana em g/dia sofreu um decréscimo linear
55 ($1083,64$ a $895,46$ g/dia), já a eficiência de síntese da proteína microbiana não foi influenciada
56 pela substituição ($104,59$ g/dia). A produção de leite e a produção de leite corrigida para 3,5%
57 de gordura, diminuíram linearmente com a substituição (PL e a PLCG reduziram linearmente
58 enquanto os teores de gordura, de proteína, lactose e sólidos totais não foram alterados pela
59 substituição ($19,11$ a $15,91$ kg/dia e $19,82$ a $16,8$ kg/dia, respectivamente). Os teores de gordura
60 (3,80%), proteína (3,19%) lactose (4,81%) e sólidos totais (12,54%) não foram alterados. Não
61 se recomenda a substituição do concentrado convencional, à base de milho, farelo de soja e
62 farelo de trigo pelo Refinazil® em dietas para vacas de produção média de 17 kg de leite/dia.

63
64 Palavras-chave: Bovinocultura de leite, Coproduto, Energia, Proteína.

65
66
67
68

69 **Replacing conventional concentrate with corn gluten meal (Refinazil®) in the diet of**
70 **lactating cows**

71 **ABSTRACT**

72
73 The objective was to evaluate the nutritional and economic predictions of replacing a
74 concentrate based on soybean bran, wheat bran and corn (conventional concentrate) with corn
75 gluten bran-21 (Refinazil®) in cactus-based diets for lactating cows. The experiment was carried
76 out at the experimental station of the Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA),
77 located in the city of São Bento do Una - PE. Eight Holstein cows with an average body weight
78 of 503 ± 31.4 kg were used, with an average production of 17.3 ± 2.3 kg of milk/day and 90
79 days in lactation. The animals were distributed in two 4x4 Latin squares, consisting of four
80 animals, four periods and four treatments each. Each experimental period lasted 21 days (14
81 days for animal adaptation, seven days for data and sample collection). The consumption of dry
82 matter, organic matter, CNF and TDN decreased linearly, while the consumption of NDFcp
83 increased linearly while the consumption of CP was not influenced by substitutions. Regarding
84 digestibility, dry matter, organic matter and crude protein decreased linearly and NDFcp and
85 CNF did not differ between treatments. Nitrogen balance was not altered by replacement
86 (114.25 g/day). The production of microbial protein in g/day suffered a linear decline (1083.64
87 to 895.46 g/day), whereas the efficiency of microbial protein description was not influenced by
88 substitutions (104.59 g/day). Milk production and milk production corrected for 3.5% fat
89 decreased linearly with substitution (PL and PLCG reduced linearly while fat, protein, lactose
90 and total solids contents were not changed by substitution (19.11 to 15.91 kg/day and 19.82 to
91 16.8 kg/day, respectively). Fat (3.80%), protein (3.19%), lactose (4.81%) and total solids
92 (12.54%) were not changed. It is not recommended to replace conventional concentrate, based
93 on corn, soybean bran and wheat bran, with Refinazil® in diets for cows with an average
94 production of 17 kg of milk/ day.

95
96 **Keywords:** Dairy cattle, Co-product, Energy, Protein.

97 **LISTA DE TABELAS**

98

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	15
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição das dietas experimentais.....	16
Tabela 3. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes de vacas alimentadas com níveis de substituição do concentrado convencional por Refinazil®	20
Tabela 4. Balanço de Nitrogênio (BN) nas dietas com níveis de substituição do concentrado convencional pelo Refinazil®	21
Tabela 5. Ureia na urina, no plasma e no leite e produção de proteína microbiana de vacas alimentadas com níveis de substituição do concentrado convencional pelo Refinazil®	23
Tabela 6. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com níveis de substituição do concentrado convencional por Refinazil®	25
Tabela 7. Receitas bruta, custos com alimentação e rentabilidade, em R\$.....	25

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108 **SUMÁRIO**

109

1. INTRODUÇÃO.....	09
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. <i>Cuidados com os Animais e local do experimento.....</i>	13
3.2. <i>Animais, delineamento experimental e dietas.....</i>	14
3.3. <i>Coleta de Dados e Amostras.....</i>	16
3.4. <i>Análises químicas.....</i>	17
3.5. <i>Cálculos.....</i>	18
3.6. <i>Análise estatística.....</i>	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÃO.....	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

1. INTRODUÇÃO

A produção de leite de bovino está presente em todo o território nacional e de forma significativa no Semiárido Brasileiro, desempenhando uma importante fonte de renda com a geração de empregos permanentes, contribuindo de forma significativa para a diminuição do êxodo rural. Na região Nordeste, a Bahia se destaca como maior estado produtor com produção média de 1,28 milhão de litros de leite; já o estado de Pernambuco produziu no mesmo período cerca de 1,18 milhão de litros (IBGE, 2023).

Estudo pioneiro realizado por Oliveira et al. (2016), avaliando indicadores de eficiência de sistemas de produção de leite na principal bacia leiteira de Pernambuco, a Região Agreste, mostrou a predominância de mão de obra familiar e pequenas propriedades, falta de gerenciamento, animais com boa capacidade produtiva em relação à média nacional, uso intensivo de alimentos concentrados, presença de palma em 89% das fazendas, dentre outros. Com relação ao uso de concentrado, o cenário foi considerado preocupante, pois seu custo representou 51% da renda bruta do leite, muito acima do valor de 30% considerado máximo para esse indicador.

O concentrado proteico mais utilizado por produtores de leite é o farelo de soja. Do ponto de vista nutricional, os alimentos proteicos apresentam grande impacto nos custos de produção (GUERRA et al., 2018; ALVES et al., 2010) e direcionam os esforços científicos para a busca de componentes dietéticos de similar resposta fisiológicas e produtiva às fontes cereais.

O milho se caracteriza como uma importante fonte energética para a alimentação dos animais, se destacando, no geral, como a principal fonte energética ao concentrado, todavia, assim como a utilização do farelo de soja, sua inclusão na dieta do gado leiteiro onera a atividade, visto os altos custos da aquisição do produto e a competição com a alimentação humana (SANTOS et al., 2019). Outra fonte energética de destaque é o farelo de trigo, originado como um subproduto da produção da farinha de trigo (GOES et al., 2013), é bastante utilizado para a alimentação animal, tendo uma proteína de melhor qualidade quando comparado ao milho e boa digestibilidade (GOES et al., 2013).

Atualmente, o kg de MS do farelo de soja está sendo comercializado a R\$ 3,16, do milho R\$ 1,48 e do farelo de trigo R\$ 1,62 (PINGOS LEITE, 2024), percebe-se que os custos dos alimentos tradicionalmente utilizados na confecção de concentrado são muito elevados, levando aos pesquisadores a testarem novos ingredientes principalmente coprodutos gerados regionalmente, como o caso do Refinazil®.

159 O farelo de glúten de milho-21 ou Refinazil®, se caracteriza como um coproduto obtido
160 através do processamento, separação e secagem das fibras que ocorre durante a moagem dos
161 grãos úmidos de milho (XIN et al., 2020; SANTOS et al., 2012). Este se caracteriza como uma
162 boa fonte proteica, com cerca de 24% de proteína bruta em sua composição (MARCONDES et
163 al., 2009) e boa degradabilidade no ambiente ruminal (ALVES, 2006); apresentando altos
164 teores de fibra digestível variando de 61 a 68% (MENEHETTI E DOMINGUES, 2008;
165 SANTOS et al., 2012). Seu uso em gado leiteiro, apresenta limitação por conta do baixo teor
166 de energia metabolizável quando comparado aos grãos de milho, apresentando um consumo
167 menor pelos animais, como apontado por Alves (2006).

168 Diversos trabalhos avaliando níveis de substituição de concentrado e volumoso pelo
169 Refinazil® já foram executados, em especial feito por Souza (2007), avaliando em até 100% de
170 substituição do concentrado convencional pelo Refinazil®. Um aspecto que chama a atenção é
171 que o volumoso utilizado, sendo a silagem de milho e vacas com produção de 20 kg de leite/dia.
172 A autora concluiu que em dietas à base de silagem de milho, até o nível de 33% de substituição
173 da mistura contendo milho e farelo de soja e trigo pelo farelo de glúten de milho, pode ser
174 utilizado para vacas produzindo 20-25 kg de leite/dia.

175 Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da substituição do concentrado à base de farelo de
176 soja, milho de trigo pelo Refinazil® sobre produção e composição do leite, consumo e
177 digestibilidade de nutrientes, balanço de nitrogênio, produção de proteína microbiana e a
178 relação Custo/Benefício. Hipotetizou-se que a substituição pelo Refinazil®, em dietas com alta
179 proporção de palma forrageira, alimento rico em CNF, não alteraria o desempenho de vacas
180 com produção de 20 kg de leite/dia.

181

182 **2. REVISÃO DE LITERATURA**

183 O Brasil tem bastante relevância em vários aspectos agroeconômicos, destacando-se
184 como um dos maiores produtores de milho e soja, além de ser o quarto maior produtor de leite,
185 ficando atrás apenas da Índia, Estados Unidos e China (FAO, 2022). No ano de 2022 produziu
186 uma média de 34,6 bilhões de litros, sendo a quantidade de leite cru adquirida por laticínios sob
187 inspeção sanitária de 23,9 bilhões de kg de leite (PPM, 2022). Ao analisar o perfil de
188 produtores, a maior parte é composta de pequenas e médias propriedades, tendo uma produção
189 média de 500 L/dia, respondendo por 70% da produção do país (CONAB, 2023). A atividade
190 leiteira tem grande impacto na sociedade como um todo, em muitos casos, como principal fonte
191 de renda familiar, todavia, crescentes custos de produção, principalmente referentes à

192 alimentação animal, apresentam um impacto negativo nos números de leite produzido em todo
193 o país (CONAB, 2023).

194 A região de Minas Gerais apresentou maior produtividade de leite no ano de 2022, tendo
195 uma produção média de 9,3 milhões de litros, seguido pelos estados do Paraná, Rio Grande do
196 Sul, Santa Catarina e São Paulo. Já no Nordeste brasileiro, destaca-se a Bahia como o estado
197 que mais produziu no ano, com a média de 1,28 milhão de litros, seguida por Sergipe, Ceará e
198 Pernambuco com 1,18 milhão de litros (IBGE, 2023).

199 O Nordeste brasileiro corresponde a 18,27% do território nacional (ARAÚJO, 2011),
200 sendo a terceira maior região em extensão territorial, em sua maior parte, composta pelo
201 semiárido, ocupando os 9 estados do Nordeste e o Norte de Minas Gerais, tendo
202 aproximadamente 27,8 milhões de habitantes, sendo 62% localizados em zonas urbanas e 38%
203 em zonas rurais e correspondendo a 12% do território nacional, com (INSA, 2023). A situação
204 edafoclimática do semiárido se caracteriza como um ambiente com constantes secas e
205 irregularidade de chuva (REBOITA et al., 2016), baixos índices de pluviosidade, inferior a 800
206 mm ao ano, períodos de chuva curtos, com duração de três a quatro meses e temperaturas
207 médias que variam dos 23 aos 27°C (TEXEIRA, 2016). Essas características acabam limitando
208 no cultivo de alimentos em quantidade de forma contínua para a criação animal.

209 Para que o gado leiteiro possa expressar sua capacidade produtiva, é necessário que
210 requisitos nutricionais para manutenção de suas atividades metabólicas e para produção sejam
211 atendidos, refletindo no crescimento, precocidade de idade reprodutiva e produção de leite
212 (MOLON E MOTA, 2015). É importante destacar que cada fase de lactação vai apresentar
213 exigências nutricionais diferentes, precisando fazer a adaptação da dieta a fase em que o animal
214 se encontra (GONÇALVES et al., 2009; LUZ et al., 2019).

215 De acordo com o NRC (2001), vacas que se encontram em período de lactação
216 apresentam exigências de energia e proteínas maiores para a síntese do leite nas glândulas
217 mamárias, exigências que precisam ser supridas via alimentação. Com base no Kg de MS
218 ingerida, para uma vaca de alta produtividade com 600 kg e uma produção média de 30 kg de
219 em média necessita de 30% de FDN, 71% de NDT e 16% de PB.

220 Como fontes proteicas para a alimentação, a soja tem grande destaque, considerada uma
221 fonte de proteína de alto valor biológico (AZEVEDO et al., 2015), apresentando teores de MS
222 de 88,87% e PB de 51,4% em sua composição na forma de farelo. Zambom et al. (2001),
223 comenta que a casca dos grãos soja pode ser classificada como fibras rapidamente fermentáveis
224 servindo, tanto como uma boa fonte de energia quanto de fibras na a dieta, sem interferir na

225 concentração do acetato ruminal e da gordura do leite. Por ser amplamente utilizado para
226 alimentação de ruminantes, não ruminantes e alimentação humana, além da concorrência para
227 exportação dessa *comodity*, o custo com sua utilização torna a atividade mais onerosa como
228 consequência (ZAMBOM et al., 2001; AZEVEDO et al., 2015).

229 O farelo de trigo é um subproduto do processamento da farinha, com cerca de 28% do
230 grão não aproveitado, servindo para a obtenção do farelo para a alimentação animal (SOARES
231 et al., 2004). Ele se destaca como uma boa fonte de fibra para a dieta de ruminantes e uma boa
232 alternativa energética para a dieta tendo de modo geral, cerca de 16,79% de proteína bruta e
233 72,74% de NDT, contudo, necessita ser fornecido associado com outras fontes alimentares afim
234 de evitar distúrbios (SOARES et al., 2004).

235 Tratando de energia, o grão mais utilizado é o milho, apresentando uma disponibilidade
236 energética maior que a proporcionada por carboidratos estruturais presentes nas dietas de
237 ruminantes (PEREIRA E ANTUNES, 2007), contendo de 70 e 80% de amido na sua
238 composição (ROSTAGNO et al., 2000) e apresentando teores de 9,4% de PB, 88,1 % de NDT
239 e 9,5% de FDN (NRC, 2001). Como afirma Lucci et al. (2008), é necessário cuidado com
240 relação a quantidade fornecida, visto que em quantidades excessivas de concentrados nas
241 rações, resulta na diminuição dos teores de fibra na dieta, diminuindo o pH ruminal e
242 acarretando problemas metabólicos. 50% da produção de milho voltada para o mercado interno
243 tem como destinatário a alimentação animal, fazendo o custo com da produção intimamente
244 ligada a variação no preço de mercado do milho (MOURÃO et al., 2012).

245 O farelo de glúten de milho 21 (FGM-21), comercialmente conhecido como Refinazil®
246 ou Promill, é um coproduto oriundo do processamento industrial do milho. Para sua obtenção,
247 inicialmente, ocorre a limpeza dos grãos seguindo para a moagem úmida do milho, este com
248 aproximadamente 12,5% de umidade, recebe um banho de água sulfitada por 42 horas a 45-
249 50°C, o que auxilia no amolecimento dos grãos e assepsia do material, posteriormente, o
250 material é seco, atingindo de 45 a 50% de MS. Os grãos são moídos e separados da torta de
251 gérmen de milho, com o material resultante sofrendo um novo processo de moagem, ficando
252 na forma de pasta, sendo separado o amido e o glúten da casca. A casca é prensada com o intuito
253 de retirar a umidade e misturada com água de maceração concentrada, e a torta de gérmen,
254 originando o farelo de glúten de milho-21 (PEDROSO E CARVALHO, 2004).

255 Apresenta bons níveis de proteína e energia com aproximadamente 21% de PB, 83% de
256 NDT, 45% de FDN (NRC, 2001). É caracterizado tendo uma fibra de rápida degradabilidade
257 (PEREIRA et al., 2007; FIRKINS et al., 1985), mas apresenta altos teores de FDA quando

258 comparado com outros grãos, o que pode ser um fator limitante ao consumo, somado a baixa
259 aceitabilidade por fatores psicogênicos, como aponta Lassiter e Edwards (1982). Por apresentar
260 baixos teores de amido e gordura (DARABIGHANE et al., 2020), acaba propiciando um bom
261 ambiente para a microbiota do rúmen e com a adição em dietas de altos níveis de concentrado,
262 acaba compensando o menor teor em carboidratos, como apontado por Pereira et al. (2007).

263 Souza (2007) destaca que a substituição do concentrado convencional pelo Refinazil®
264 reduziu o consumo de matéria seca, fato explicado pelos teores crescentes de FDN à medida
265 que os níveis de substituição aumentavam, o que exercia uma barreira física ao consumo,
266 todavia, as dietas possuíam apenas como fonte de volumoso a silagem de milho, sendo essa
267 fonte de volumoso tendo teores de 46% de FDN e 43% de CNF.

268 A palma forrageira se destaca como uma boa fonte de alimentar, sobretudo para o
269 semiárido brasileiro em decorrência de boa produção de biomassa de forragem e adaptação a
270 região (SANTOS et al., 2008). Apresenta boa produtividade, variando de 40 toneladas de
271 MS/ha a produção máxima de 60 toneladas de MS/ha, alcançada a cada dois anos. Leite (2014)
272 complementa a alta eficiência no uso de água. De metabolismo ácido das crassuláceas (CAM),
273 a abertura dos estômatos durante o período noturno, evita a perda por evapotranspiração nos
274 horários mais quentes, sendo a troca gasosa realizada em horários de temperatura mais amena,
275 absorvendo CO₂ para a síntese de glicose sem que ocorra a perda de água para o ambiente
276 (JUNIOR et al., 2014).

277 É um alimento importante para o semiárido, se destacando como uma boa fonte energética
278 para a alimentação animal, apresentando índices elevados de CHOT ($81,12 \pm 5,9\%$) e MM
279 ($12,04 \pm 4,7\%$) segundo Ferreira et al., (2009) e teores de CNF variando de 42,3 a 65%, como
280 apontado por Oliveira et al. (2011). Contudo, segundo Frota et al. (2015), a palma forrageira
281 apresenta baixos teores de PB, variando entre 2,9 a 6%, e FDN com 20,1 a 32,8%, tornando
282 necessário a associação com outras fontes de proteína e fibra na dieta. Ferreira et al. (2009)
283 complementa a alta palatabilidade da palma forrageira para os animais, sendo grandes volumes
284 consumidos de forma voluntária, além um alimento altamente digestível.

285

286 **3. MATERIAL E MÉTODOS**

287 *3.1. Cuidados com os Animais e local do experimento*

288 Os procedimentos com os animais foram realizados de acordo com as orientações da
289 Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco
290 (Licença nº 4006050523) da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

291 O experimento foi conduzido entre os meses de março e maio de 2023 na estação
292 experimental da Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), localizada na cidade de São Bento
293 do Una-PE, clima é classificado como semiárido quente (BWh), segundo o sistema de
294 classificação de Köppen (1948), situado na latitude 08°31'22" S e longitude 36°06'40" W, com
295 precipitação média anual de 655 mm e temperatura média de 23,8°C (FARIAS et al., 2000).

296

297 3.2. Animais, delineamento experimental e dietas

298 Foram utilizadas oito vacas da raça Holandesa, com período de lactação de 90 dias, peso
299 corporal médio e de $503 \pm 31,4$ kg e produção média $17,3 \pm 2,3$ kg de leite/dia.

300 Antes do período experimental, todos os animais foram adaptados às instalações e
301 práticas de manejo por 21 dias, durante as quais uma dieta controle composta por silagem de
302 milho, palma forrageira (*Opuntia stricta* [Haw]. Haw) e concentrado comercial (composto por
303 milho, farelo de soja e farelo de trigo) foi fornecida *ad libitum* com o propósito de adaptar os
304 animais ao manejo experimental.

305 Posteriormente, todos as vacas foram distribuídas em dois quadrados latinos 4x4,
306 compostos por quatro animais, quatro períodos e quatro tratamentos cada. Cada período
307 experimental teve duração de 21 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação às
308 condições experimentais e 7 dias para coleta de dados e amostras.

309 Os animais foram alocados em baias individuais, medindo (24m²), com piso de concreto
310 (parte coberta com cocho individual) e terra batida com cama de areia, sendo separadas entre si
311 por cercas de madeira, providas de cochos e bebedouros, recebendo água *ad libitum*. Na área
312 de terra batida, para melhor conforto das vacas, foi utilizado sombrite de 80 “mesh”.

313 As dietas experimentais foram constituídas por quatro níveis de substituição (0, 33, 66 e
314 100%) do concentrado convencional por farelo de glúten de milho 21 (Refinazil®) com base na
315 matéria seca (MS). Todas as dietas continham proporções semelhantes de palma forrageira
316 (*Opuntia stricta* [Haw]. Haw), silagem de milho e concentrado (40:34:26, respectivamente). A
317 palma utilizada foi processada diariamente em máquina forrageira e foram fornecidas frescas.

318 As composições químicas dos volumosos e dos concentrados utilizados nas dietas estão
319 apresentadas na Tabela 1, enquanto as proporções dos ingredientes e composição química das
320 dietas são apresentadas na Tabela 2.

321 As dietas foram formuladas seguindo as recomendações do NRC (2001) para atender às
322 necessidades nutricionais de vacas leiteiras com produção de 20 kg de leite/dia, com 3,5% de
323 gordura, e foram fornecidas *ad libitum*, na forma de mistura completa, duas vezes ao dia após

324 a ordenha da manhã e da tarde, com ajuste diário que permitiu $7,50 \pm 2,89\%$ de sobras do total
 325 de MS fornecido.

326

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Item	¹ POEM	² SM	³ Milho moído	Farelo de Soja	Farelo de trigo	Refinazil [®]	⁴ Ureia+SA	⁵ SC	⁶ MM
⁷ MS	101,9	227,4	871	879,1	885,5	873,3	99	99	99
⁸ MO	901,4	911,4	989,1	938,5	949,2	941,7	99	0	0
⁹ PB	55,5	88,8	83,6	511,4	160	240	265	0	0
¹⁰ FDNcp	229,0	565,7	108,5	129,4	414,5	404,2	0	0	0
¹¹ FDA	149,4	366	21,9	123,8	85	115	0	0	0
¹² EE	11,2	18,5	40	21,1	35,6	18,8	0	0	0
¹³ CNF	605,7	238,4	757	276,6	339,1	278,8	0	0	0

327

¹Palma Orelha de Elefante Mexicana.

328

²Silagem de Milho

329

³Milho Moído (Variedade - BR 5026).

330

³Sal Comum.

331

⁴Uréia+Sulfato de Amônia.

332

⁵Suplemento mineral comercial (Bovimaster leite 60 R, Vaccinar) com os seguintes níveis de garantia (por kg):

333

Ca (mín.) 230 g (máx.) 260 g; Co (mín.) 15 mg; Cu (mín.) 680 mg; S (mín.) 18 g; F (máx.) 550 mg; P (mín.) 60

334

g; I (mín.) 35 mg; Mg (mín.) 20 g; Mn (mín.) 1300 mg; monensina 1000 mg; Se (mín.) 20 mg; Na (mín.) 68 g; vit.

335

A (mín.) 220000 UI; vit. D3 (mín.) 50000 UI; vit. E (mín.) 1650 UI e Zn (mín.) 2600 mg.

336

⁵Matéria Seca.

337

⁶Matéria Orgânica.

338

⁷Proteína Bruta.

339

⁸Fibra em Detergente Neutro corrigida para cinzas e proteína.

340

⁹Fibra em Detergente Ácido.

341

¹⁰Extrato Etéreo.

342

¹¹Carboidrato Não Fibroso.

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364 **Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição das dietas experimentais

Alimento	Níveis de substituição (% na MS)			
	0	33	66	100
Silagem de Milho	340	340	340	340
Palma Orelha de Elefante	400	400	400	400
Milho Moído	93	62	31	00
Farelo de Soja	68	45	23	00
Farelo de Trigo	66	44	22	00
Refinazil®	00	75,3	151	226
¹ Ureia/AS	12	12	12	12
Sal Comum	05	05	05	05
² Mistura Mineral	17	17	17	17
Total	1000	1000	1000	1000
MS	175,1	175	175	175
MM	99,9	101,4	103	104,5
MO	900,1	898,6	897	895,5
PB	137,1	137,5	138	138,4
FDN _{cp}	329,9	345	360,3	375,3
FDA	200,2	203,5	206,9	203,4
EE	18,3	17,2	16,1	15
CNF	434,4	418,4	402,5	386,3
³ NDT	640,5	647,1	649,8	590,5

365 ¹Uréia + sulfato de amônio na proporção 9:1.366 ²Suplemento mineral comercial (Bovimaster leite 60 R, Vaccinar) com os seguintes níveis de garantia (por kg):
367 Ca (mín.) 230 g (máx.) 260 g; Co (mín.) 15 mg; Cu (mín.) 680 mg; S (mín.) 18 g; F (máx.) 550 mg; P (mín.) 60
368 g; I (mín.) 35 mg; Mg (mín.) 20 g; Mn (mín.) 1300 mg; monensina 1000 mg; Se (mín.) 20 mg; Na (mín.) 68 g; vit.
369 A (mín.) 220000 UI; vit. D3 (mín.) 50000 UI; vit. E (mín.) 1650 UI e Zn (mín.) 2600 mg.370 ³Nutrientes Digestíveis Totais.

371

372

373

373 *3.3. Coleta de Dados e Amostras*

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

Foram retiradas amostras individuais de alimentos do 15º ao 21º dia, já as sobras foram coletadas amostras individuais entre o 16º dia ao 1º dia do após o período de coleta, com o intuito de representar o consumo do alimento fornecido durante o período de coleta, ocorrendo durante todo o período experimental. Era feito amostras compostas individuais ao final de cada período.

Para a digestibilidade aparente da matéria seca e seus constituintes, amostras de fezes foram coletadas diretamente na ampola retal de todas as vacas, uma vez ao dia, entre o 16º e 20º dias de cada período de coleta experimental, aproximadamente às 06h:00, 08h:00, 10h:00, 12h:00 e 14h:00, respectivamente (TORRES et al., 2009). Ao final de cada período experimental, as amostras foram compostas e homogêneas por animal.

No 21º dia de cada período experimental, quatro horas após a alimentação matinal, amostras spot de urina foram coletadas, durante micção estimulada por massagem na vulva dos

385 animais. Uma alíquota de 10 mL foi filtrada em gaze, diluída em 40 mL de H₂SO₄ 0,036 N e
386 armazenada a -20 °C, posteriormente feitas análises para a determinação de derivados de
387 purinas (ácido úrico e alantoína), creatinina e ureia, como descrito por Valadares et al. (1997).
388 As amostras de urina foram centrifugadas para eliminar possíveis cromógenos ou
389 contaminantes.

390 As vacas foram ordenhadas mecanicamente tendo o volume de leite produzido em duas
391 ordenhas diárias (às 06:00 e 15:30 horas) registrado do 15° ao 21° dia de cada período
392 experimental. Por meio de dispositivo acoplado à ordenhadeira, amostras de leite proporcionais
393 à produção de cada ordenha, manhã e tarde, eram coletadas no 20° e 21° dias, fazendo-se
394 amostras compostas proporcionais em cada sessão de ordenha, conforme recomendação de
395 Broderick & Clayton (1997). Foram retiradas de cada amostra composta uma alíquota de 10
396 mL de leite, que foi desproteïnizada com 5 mL de ácido tricloroacético (25%), filtrada e
397 armazenada a -20°C para análise de alantoína, nitrogênio (N) total, ácido úrico e creatinina
398 (Valadares et al., 1999). Uma alíquota de 50 mL foi armazenada em recipiente com conservante
399 (Bronopol®), mantido entre 2 e 6 °C, para análise de proteína, gordura, lactose e sólidos totais,
400 segundo International Dairy Federation (1996).

401 A coleta de sangue foi realizada no 21° dia por punção da veia coccígea, com agulhas
402 21Gx1” (BD Vacuteiner®, EUA) quatro horas após a alimentação matinal, utilizando tubos de
403 ensaio com anticoagulante (EDTA). Imediatamente foram centrifugadas a 2,700 x g/min
404 durante 15 minutos, sendo então retiradas amostras de plasma, este sendo acondicionadas em
405 recipientes de vidro e congeladas a -15°C para análises de uréia.

406

407 3.4. Análises químicas

408 Ao final do experimento, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram descongeladas,
409 pré-secas (55°C por 72h) em estufa de ventilação forçada e processadas em moinho de facas
410 (Modelo Thomas Wiley Co, Swedesboro, NJ), utilizando peneiras com 1 mm de diâmetro para
411 análises químicas e 2 mm para incubação ruminal *in situ*.

412 As amostras de alimentos, sobras e fezes foram submetidas à análise de composição
413 química seguindo as metodologias descritas pelo AOAC (2005) para determinação dos teores
414 de matéria seca (MS; método 934,01), matéria mineral (MM; método 942,05), matéria orgânica
415 (MO; método 930,05), proteína bruta (PB; método 968,06), extrato de etéreo (EE; método
416 920,39).

417 As análises de ureia, ácido úrico e creatinina na urina foram realizadas no Laboratório de
 418 Patologia Clínica do Departamento de Medicina veterinária da UFRPE, por meio de kits
 419 comerciais (LABTEST®), sendo a leitura realizada em analisador bioquímico Labmax 240
 420 (Labtest, Prestige Model 24i, Tóquio, Japão). As análises de alantoína na urina e do leite foram
 421 realizadas utilizando-se o método colorimétrico de acordo com Chen e Gomes (1992).

422 As concentrações de gordura, proteína, lactose e sólidos totais no leite foram analisadas
 423 por espectrometria infravermelha média (Bentley Instruments, Bentley FTS, Chaska, MN,
 424 USA) de acordo com protocolos da Federação Internacional de Laticínios para amostras de leite
 425 integral (ISO 9622/IDF 141, 2013).

426 A fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada de acordo com Mertens (2002)
 427 utilizando alfa-amilase termoestável sem sulfito de sódio e corrigida para cinzas residuais. Os
 428 valores de FDN também foram corrigidos para compostos nitrogenados conforme descrito por
 429 Licitra et al. (1996).

430 A produção de matéria seca fecal foi estimada utilizando-se a FDN indigestível (FDNi)
 431 como marcador interno. As amostras de alimentos, sobras e fezes que foram processadas em
 432 peneira de 2 mm para avaliar o conteúdo de FDNi usando o procedimento de incubação *in situ*
 433 durante 288 horas (KRIZSAN E HUHTANEN, 2013).

434

435 3.5.Cálculos

436 O consumo voluntário dos nutrientes foi estimado pela diferença entre a quantidade de
 437 nutriente fornecidos e quantidade presente nas sobras. O peso corporal (PC) individual das
 438 vacas foi verificado no início e no final de cada período experimental, logo após a ordenha
 439 matinal.

440 O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes foi estimado utilizando-
 441 se a equação:

$$\text{CDA} = \frac{(\text{Quantidade de nutriente consumido} - \text{Quantidade excretada nas fezes})}{(\text{Quantidade de nutriente consumido})}$$

442 Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que:
 443 CHOT= 100 – (%PB + %EE + %MM). Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram
 444 calculados de acordo com Hall (2000): CNF = 100 - (PB - PBu + U) + %FDN + %EE +
 445 %Cinzas]; em que: PBu = teor de PB proveniente da ureia (%); e U = teor de ureia (%), enquanto

446 os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados conforme descrito por Weiss (1999),
447 sendo: $NDT (\%) = PB_{digestível\%} + FDN_{digestível\%} + CNF_{digestível\%} + (2,25 \times$
448 $EE_{digestível\%})$, sendo $FDND\%$ e $CNFD\%$ corrigidos para cinzas e compostos nitrogenados.

449 A avaliação de N na urina foi realizada pelo método de destilação de Kjeldahl de acordo
450 com o método INCT-CA no. N-001/1 (DETMANN et al., 2012). O N no leite foi obtido
451 calculando-se a proteína total do leite dividido por 6,38. A determinação do nitrogênio total nas
452 fezes e na urina foi feita segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). O balanço
453 de nitrogênio (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N-total) e o
454 total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes), na urina (N-urina) e no leite (N-leite).

455 Para a estimativa do volume urinário foi assumida uma excreção constante de creatinina
456 de 24,05 mg/kg de PC (CHIZZOTTI et al., 2008). Posteriormente, a excreção de creatinina de
457 cada animal foi dividida pela concentração de creatinina (mg/L) na amostra *spot*. A excreção
458 total de derivados de purina (EDP) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido
459 úrico excretados na urina e da quantidade de alantoína excretada no leite.

460 As purinas absorvidas (PA, mmol/dia) foram calculadas a partir da EDP (mmol/dia), por
461 meio da equação $PA = (EDP - 0,512 \times PC_{0,75}) / 0,85$; em que 0,85 é a recuperação de purinas
462 absorvidas como derivados de purinas (VERBIC et al., 1990) e $0,512 \times PC_{0,75}$ a contribuição
463 endógena para excreção de purinas obtida para vacas leiteiras (GONZALEZ-RONQUILLO et
464 al., 2003).

465 A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (N_{mic} , g/dia) foi calculada
466 em função das PA (mmol/dia), por meio da equação $N_{mic} = (70 \times PA) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$,
467 em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83 a digestibilidade das
468 purinas microbianas e 0,116 a relação N-purina: N total nas bactérias (CHEN E GOMES, 1992).

469 A produção de leite corrigida (PLCG) para 3,5% de gordura foi estimada através da
470 equação sugerida por Sklan et al. (1992): $PLCG (3,5\%) = [(0,432 + 0,1625 \times \% \text{ de gordura do}$
471 $\text{leite}) \times PL \text{ kg/dia}]$.

472 A rentabilidade econômica foi estimada pelo preço das dietas e o consumo menos a
473 receita bruta da produção de leite. O custo da dieta foi calculado com base a cotação dos
474 ingredientes referente a cidade de Garanhuns, PE.

475

476 3.6. Análise estatística

477 Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do programa Statistical
478 Analsys System (SAS, 2009). As análises foram procedidas segundo o modelo estatístico:

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

Onde: Y_{ijkl} = observação $ijkl$; μ = média geral; T_i = efeito fixo do tratamento i ; Q_j = efeito fixo do quadrado j ; P_k = efeito fixo do período k ; $(A/Q)_{lj}$ = efeito aleatório do animal dentro do quadrado j ; T^*Q_{ij} = efeito fixo da interação tratamento i e quadrado j ; ϵ_{ijkl} = erro aleatório com a média 0 e variância σ^2 .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de MS e MO diminuíram linearmente com a substituição, assim como o consumo de CNF e NDT. Referente ao consumo de FDNcp, houve um aumento linear enquanto o consumo de PB não foi influenciado pela inclusão do Refinazil[®] (Tabela 3). Com relação a digestibilidade, a MS, MO e PB diminuíram linearmente, já da FDNcp e CNF não apresentaram variação entre os tratamentos.

Tabela 3. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes de vacas alimentadas com níveis de substituição do concentrado convencional por Refinazil[®]

Item	Tratamentos (%)				¹ EPM	² P-Valor	
	0	33	66	100		L	Q
Consumo (Kg/dia)							
MS	14,84	14,18	14,07	14,19	0,5273	0,04376	0,3980
MO	13,09	12,50	12,38	12,47	0,4693	0,03386	0,4200
PB	2,14	2,07	2,04	2,03	0,0774	0,4855	0,1587
FDNcp	4,77	4,76	4,91	5,45	0,185	<.0001	0,0855
CNF	6,64	5,99	5,86	5,74	0,222	0,0126	0,2501
NDT	9,83	9,11	9,09	8,96	0,3479	0,0436	0,8768
Digestibilidade (g/Kg de MS)							
MS	653,5	616,7	653,5	595,2	3,6928	0,0255	0,6871
MO	667,5	625,0	668,4	602,4	2,6673	0,0420	0,5358
PB	687,9	673,5	655,9	602,4	3,1893	0,0223	0,1555
FDNcp	477,9	506,1	479,2	469,3	2,4807	0,7471	0,250
CNF	850,8	830,1	867,7	855,6	0,8514	0,1899	0,6174

¹Erro padrão da média.

²Valor de P (nível de significância $P < 5\%$) em contrastes polinomiais ortogonais testando as respostas linear (L) e quadrática (Q) ao aumento dos níveis de Refinazil[®] nas dietas.

494

Mertens (1994) menciona que o consumo é modulado por fatores fisiológicos, físicos e psicogênicos, nesse sentido, dietas com maiores teores de Refinazil[®] propiciariam um efeito psicogênico diminuindo a aceitabilidade pelos animais (FIRKINS, 1997).

Os grãos de milho no processo de limpeza e maceração, recebem um banho de água sulfitada (SO₄) para realizar a assepsia e auxiliando no amolecimento do grão, como efeito, recebendo um acréscimo maior de enxofre no produto (MACHADO et al., 2023), o que ajudaria explicar a menor aceitabilidade. A FDN_{cp} aumentou e o CNF diminuíram em função do maior e menor teor desses componentes nas dietas (Tabela 2), o que ajudaria a explicar, também, a diminuição no consumo da MS e MO, acarretando em uma limitação física do alimento mesmo sendo rico em fibras altamente digestivas.

O consumo de NDT diminuiu linearmente em função da queda da digestibilidade da MO e PB, além do maior consumo de FDN_{cp}, limitando a disponibilidade de energia rapidamente metabolizável. Por consequência, um menor aporte energético para atividade microbológica resulta em uma diminuição da digestibilidade e no consumo.

Tabela 4. Balanço de Nitrogênio (BN) nas dietas com níveis de substituição do concentrado convencional pelo Refinazil[®]

Item	Tratamentos (%)				¹ EPM	² P-Valor	
	0	33	66	100		L	Q
³ V-Urinário (L/dia)	25,68	25,77	25,42	25,55	0,3964	0,0933	0,848
⁴ NT (g/dia)	342,4	331,2	326,4	324,8	12,391	0,4731	0,057
⁵ N-Fecal (g/dia)	107,11	94,90	111,96	133,88	11,650	0,0495	0,1146
⁶ N-Leite (g/dia)	97,95	90,17	88,26	80,91	4,493	0,0012	0,9449
⁷ N-Urina (g/dia)	19,26	19,33	19,06	19,16	0,2973	0,0931	0,8471
⁸ BN (g/dia)	118,08	126,8	107,12	90,35	14,83	0,1676	0,6019
⁹ N-Fecal (% NT)	31,28	28,65	34,3	41,2	3,1895	0,0223	0,1553
¹⁰ N-Urina (% NT)	5,63	5,84	5,84	5,90	0,2347	0,8894	0,2099
¹¹ N-Leite (% NT)	28,61	27,23	27,04	24,91	1,5039	0,2000	0,268
¹² BN (%NT)	34,49	38,29	32,82	27,97	3,9084	0,1996	0,3015

¹Erro padrão da média.

²Valor de P (nível de significância P < 5%) em contrastes polinomiais ortogonais testando as respostas linear (L) e quadrática (Q) ao aumento dos níveis de Refinazil[®] nas dietas.

³Volume urinário.

⁴Nitrogênio total.

⁵Nitrogênio fecal.

⁶Nitrogênio no leite.

⁷Nitrogênio urinário.

⁸Balanço de nitrogênio.

⁹% de N-Fecal no nitrogênio total.

¹⁰% de N-Urina no nitrogênio total.

¹¹% de N-Leite no nitrogênio total.

¹²% do BN no nitrogênio total.

522

A partir da excreção média diária de creatinina (mg/kg de PV/dia) e da concentração de creatinina (mg/L) na amostra *spot* de urina, foi estimado o volume diário de urina, não sendo

525 alterado em função da substituição (25,61 L/dia; Tabela 4). A creatinina é um produto do
526 metabolismo muscular e sua produção e excreção é diretamente relacionada ao metabolismo
527 deste tecido. Deste modo, animais com diferentes condições corporais e diferentes proporções
528 de músculo e gordura podem excretar diferentes quantidades de creatinina por unidade de peso
529 vivo. A condição corporal dos animais não foi avaliada, no entanto o delineamento utilizado foi
530 o Quadrado Latino, onde todos os animais receberam todas as dietas testadas. Desse modo, é
531 pouco provável que as dietas tenham determinado variações na condição corporal das vacas
532 (KOSLOSKY et al., 2005).

533 O consumo do NT não foi alterado em função do consumo da PB, que também não foi
534 alterado (Tabela 3), as excreções de N-Fezes aumentaram linearmente em função do
535 comportamento observado para a digestibilidade da PB (Tabela 3).

536 A excreção do N-Leite diminuiu linearmente em função do menor consumo de MO e
537 NDT resultando em menos energia e proteína disponíveis para a síntese de leite, resultando no
538 comportamento linear do N-Leite (Tabela 3; Tabela 7). Embora 50 a 90% do N total na urina
539 esteja na forma de N ureico (BOUGOUIN et al., 2016), a composição da dieta afeta os níveis
540 de vários compostos de N urinário (DIJKSTRA et al., 2013a). Também foi demonstrado que a
541 redução da oferta de N na dieta é acompanhada por um declínio na proporção de ureia no N da
542 urina (DIJKSTRA et al., 2013a). A excreção de N nas fezes e urina foi positivamente
543 relacionada tanto com o consumo de MS quanto com o consumo de N.

544 O N-fecal está mais relacionado ao consumo de MS, enquanto N-urina está mais
545 relacionado com o consumo de N. Faz sentido que o N urinário seja mais afetado pela ingestão
546 de N, já que qualquer excedente de N absorvido que não possa ser usado para o acúmulo de N
547 no leite ou nos tecidos terá que ser eliminado via urina (BOUGOUIN et al., 2022). Reed et al.
548 (2015) desenvolveram equações de predição da excreção de N nas fezes e na urina de vacas
549 leiteiras a partir de dados coletados ao longo de 30 anos durante estudos de metabolismo
550 energético do USDA (Estados Unidos). Eles também concluíram que o consumo de N apresenta
551 melhor capacidade para estimar a excreção urinária de N. Nesse sentido, excreção de N
552 observada para esse experimento não foi influenciada, pois não houve diferença no consumo
553 de nitrogênio.

554 Os resultados são contraditórios à literatura com relação ao N-Fecal, pois a síntese
555 endógena de N e proteínas de microrganismos ruminais e subsequente N microbiano não
556 digerido são fontes importantes de N-Fecal. Maior ingestão de matéria seca aumenta o
557 crescimento microbiano ruminal e a absorção de N através do trato digestivo, porém, o aumento

558 no consumo de MS, também aumenta a taxa de passagem da digesta, resultando em aumento
 559 da excreção fecal de MS e N e diminuição da digestibilidade da PB (DIJKSTRA et al., 2013b).
 560 No presente trabalho houve diminuição no consumo de MS e da P_{mic} (Tabela 5) e aumento
 561 no N-Fecal, fato que pode ser explicado justamente pela diminuição da digestibilidade da MO.

562 O único aspecto que está de acordo Dijkstra et al. (2013b), foi a queda na digestibilidade,
 563 no entanto, a digestibilidade da PB pode ter uma contribuição menor em comparação com o
 564 consumo de MS, que está diretamente ligada ao N metabólico e endógeno e às subsequentes
 565 perdas de N nas fezes (HUHTANEN et al., 2008).

566 Por fim, a substituição do concentrado convencional pelo Refinazil[®] não alterou o BN,
 567 sendo este positivo (em torno de 33,4% do N-ingerido), ocasionado muito em função do
 568 consumo similar de N, maior excreção via fecal e menor excreção via leite, à medida que se
 569 incluía o Refinazil[®]. A relação entre o N-excretado no leite e N-ingerido não houve diferença,
 570 de acordo com a substituição e situou-se em torno de 27% que está em consonância com a
 571 literatura (NETO et al., 2023; MARSHAL et al., 2021 e REHMAN et al., 2020).

572

573 **Tabela 5.** Ureia na urina, no plasma e no leite e produção de proteína microbiana de vacas
 574 alimentadas com níveis de substituição do concentrado convencional pelo Refinazil[®]

Item	Tratamentos (%)				¹ EPM	² P-Valor	
	0	33	66	100		L	Q
³ EU-urina (mg/dL)	203,9	196,05	171,16	162,75	4,1568	<.0001	0,7937
⁴ NUP (mg/dL)	19,27	17,14	15,58	18,18	0,803	0,0883	0,0012
⁵ NUL (mg/dL)	18,18	15,71	16,13	16,7	0,3786	<.0001	<.0001
⁶ NUL/NUP	0,9573	0,9471	1,047	0,9346	0,0566	0,8175	0,1141
⁷ N _{mic} (g/dia)	173,38	156,28	148,48	143,27	4,9809	<.0001	0,0629
⁸ P _{mic} (g/dia)	1083,64	976,73	927,97	895,46	31,1306	<.0001	0,0629
⁹ EFICPM (gPM/kgNDT)	110,23	107,22	100,97	99,93	67,7100	0,0548	0,4901

575 ¹Erro padrão da média.

576 ²Valor de P (nível de significância P < 5%) em contrastes polinomiais ortogonais testando as respostas linear (L)
 577 e quadrática (Q) ao aumento dos níveis de Refinazil[®] nas dietas.

578 ³Excreção de ureia na urina.

579 ⁴Nitrogênio ureico no plasma.

580 ⁵Nitrogênio ureico no leite.

581 ⁶Relação NUL/NUP.

582 ⁷Nitrogênio microbiano.

583 ⁸Proteína microbiana.

584 ⁹Eficiência de consumo de proteína microbiana.

585 A EU-urina diminuiu linearmente com a substituição enquanto a concentração de NUL
586 (15,74 mg/dL com 57,36% de substituição) e NUP (concentração mínima de 16,11 mg/dL com
587 55,9% de substituição) apresentaram comportamento quadrático.

588 Valores de degradabilidade da PB do Refinazil® (81,10%) foram maiores do que aqueles
589 verificados para o do milho (49,40%), do farelo de soja (49,4%) e farelo de trigo (75,99%)
590 (Souza, 2007). Dessa forma os teores de proteína degradada no rúmen (PDR), provavelmente
591 aumentaram com a substituição do concentrado pelo Refinazil®. Assim era esperado um
592 aumento na excreção de ureia na urina. Aliado a esse fato, ainda foi verificada uma queda linear
593 no consumo de MO digestível (Tabela 3) o que poderia diminuir a atividade microbiana no
594 rúmen aumentando a absorção de ureia pela parede ruminal.

595 A avaliação da concentração de ureia no leite, soro e na urina permite a obtenção de
596 informações a respeito da nutrição proteica dos ruminantes, o que pode ser importante para
597 evitar prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais, decorrentes do fornecimento de
598 quantidades excessivas de proteína ou da inadequada sincronia energia/proteína no rúmen.

599 Os níveis de NUL recomendados segundo a literatura se encontram entre 10 a 16 mg/dL,
600 valores acima ou abaixo podem denotar um manejo inadequado (AQUINO et al., 2023). No
601 presente trabalho pode-se verificar que essas concentrações ficaram próximas ao recomendado
602 (mínimo de 15,71 e máximo de 18,18 mg/dL). A relação NUL/NUP não foi alterada (Tabela
603 5). A relação média entre as variáveis NUL/NUP de 0,95 reflete sua alta correlação entre
604 ambas, como observado na literatura (CHIZZOTTI, 2004; OLIVEIRA et al., 2007).
605 Reafirmando esse comportamento verifica-se que as concentrações mínimas de ureia no leite e
606 no plasma foram verificadas em níveis de substituição muito próximos (57,36 vs 55,9%).

607 A produção de P_{bmic} no rúmen diminuiu linearmente com a substituição enquanto a
608 EFICPM manteve-se inalterada (média de 104,59 gPM/kgNDT ingerido; Tabela 5). O BR-
609 CORTE, na sua 2ª edição recomendou, para condições tropicais o valor de 120 gPM/kgNDT
610 ingerido (VALADARES et al., 2010). O fornecimento de energia é o primeiro fator limitando
611 o crescimento microbiano ruminal. Como visto anteriormente o de NDT diminuiram
612 linearmente com a substituição (Tabela 3), justificando a queda linear na produção de P_{bmic}.

613

614

615

616

Tabela 6. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com níveis de substituição do concentrado convencional por Refinazil®

Item	Níveis de substituição (% na MS)				¹ EPM	² P-Valor	
	0	33	66	100		L	Q
³ PL (kg/dia)	19,11	17,07	17,15	15,91	0,7855	0,0021	0,4973
⁴ PLCG _{3,5%}	19,82	17,86	17,94	16,8	0,8459	0,0037	0,4931
Composição do leite (%)							
Gordura	3,75	3,81	3,8	3,83	0,1333	0,5356	0,8624
Proteína	3,17	3,27	3,18	3,14	0,0485	0,1721	0,2480
Lactose	4,78	4,92	4,8	4,73	0,0745	0,2097	0,2800
⁵ ST	12,43	12,71	12,54	12,46	0,2345	0,8858	0,2117

¹Erro padrão da média.

²Valor de P (nível de significância $P < 5\%$) em contrastes polinomiais ortogonais testando as respostas linear (L) e quadrática (Q) ao aumento dos níveis de Refinazil® nas dietas.

³Produção de leite.

⁴Produção de leite corrigidos para gordura

⁵Sólidos Totais.

617 A PL e a PLCG reduziram linearmente enquanto os teores de gordura, de proteína, lactose
618 e sólidos totais não foram alterados pela substituição (Tabela 6). O teor de gordura do leite é o
619 componente mais afetado pela dieta e pode variar com o volume de leite produzido, pH ruminal,
620 relação volumoso: concentrado, teor de fibra da dieta e processamento dos alimentos,
621 principalmente. No presente estudo esses fatores praticamente não foram alterados (Tabela 2),
622 o que tornou estável os teores de gordura no leite.

623 A redução na produção de leite pode ser facilmente entendida em função do menor
624 consumo de energia e apesar de não ter havido diminuição no consumo de PB, houve queda na
625 produção de P_{bmic} o que levou a um menor aporte de proteína metabolizável para produção de
626 leite.

Tabela 7. Receitas bruta, custos com alimentação e rentabilidade, em R\$

Item	Níveis de Substituição (% na MS)			
	0	33	66	100
R\$/kg MS da Dieta	1,52	1,518	1,517	1,516
Consumo MS	14,84	14,18	14,07	14,73
Gasto com ração	22,56	21,53	21,34	22,33
PL	19,11	17,07	17,15	15,91
Receita	44,53	39,77	39,95	37,07
Receita bruta-Custo	21,97	18,24	18,61	14,74

628 De acordo com os preços atuais dos constituintes das dietas e do leite (PINGOS LEITE,
629 2024), calculou-se o gasto com ração em função do consumo e receita bruta com a venda do
630 leite. Percebe-se claramente que a substituição compromete sensivelmente a relação
631 custo/benefício, em função da queda drástica na PL e da pequena variação no custo de 01 kg de
632 MS das dietas.

633

634 5. CONCLUSÃO

635 Não se recomenda a substituição do concentrado convencional, à base de milho, farelo de
636 soja e farelo de trigo (24%PB) pelo Refinazil® em dietas para vacas de produção média de 20
637 kg de leite/dia.

638

639 6. REFERÊNCIAS

640 ALVES, A. C. N. **Substituição parcial de silagem de milho por farelo de glúten de**
641 **milho desidratado na ração de vacas holandesas em lactação.** Dissertação (Mestrado),
642 Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba- SP, p. 66, 2006.

643

644 ALVES, A. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ZERVOUDAKIS, L. K. H.; CABRAL, L. S.;
645 LEONEL, F. P.; PAULA, N. F. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de
646 alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos
647 nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.
648 39, n. 3, p. 532-540, 2010.

649

650 AOAC. **Official methods of analysis (18th edn).** AOAC International, 2005.

651 AQUINO, A. A.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; GANDRA, J. R.; PEREIRA, A. S. C.;
652 RENNÓ, F. P.; SANTOS, M. V. Utilização de nitrogênio não proteico na alimentação de
653 vacas leiteiras: metabolismo, desempenho produtivo e composição do leite. **Veterinária**
654 **e Zootecnia**, v. 16, n. 4, p. 575-591, 2023.

655

656 ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões Ambientais e
657 Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. Rios Eletrônica. **Rios Eletrônica-Revista**
658 **Científica da FASETE**, v. 5, n. 5, p. 89-98, 2011.

- 659 AZEVEDO, H. O.; BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S.; PAULINO, P. V. R.; SOUZA, R.
660 C.; LAVALL, T. J. P.; BICALHO, F. L. Ureia de liberação lenta em substituição ao farelo
661 de soja na terminação de bovinos confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 11, n.
662 50, p. 1079–1086, 2015.
- 663
- 664 BOUGOUIN, A.; HRISTOV, A.; DIJKSTRA, J.; AGUERRE, M. J.; AHVENJÄRVI, S.;
665 ARNDT, C.; BANNINK, A.; BAYAT, A. R.; BENCHAAAR, C.; BOLAND, T.; BROWN,
666 W. E.; CROMPTON, L. A.; DEHARENG, F.; DUFRASNE, I.; EUGÈNE, M.;
667 FROIDMONT, E.; VAN GASTELEN, S.; GARNSWORTHY, P. C.; HALMEMIES-
668 BEAUCHET-FILLEAU, A.; HERREMANS, S.; HUHTANEN, P.; JOHANSEN, M.;
669 KIDANE, A.; KREUZER, M.; KUHLA, B.; LESSIRE, F.; LUND, P.; MINNÉE, E. M. K.;
670 MUÑOZ, C.; NIU, M.; NOZIÈRE, P.; PACHECO, D.; PRESTLØKKEN, E.; REYNOLDS,
671 C. K.; SCHWARM, A.; SPEK, J. W.; TERRANOVA, M.; VANHATALO, A.;
672 WATTIAUX, M. A.; WEISBJERG, M. R.; YÁÑEZ-RUIZ, D. R.; YU, Z. KEBREAB, E.
673 Prediction of nitrogen excretion from data on dairy cows fed a wide range of diets compiled
674 in an intercontinental database: A meta-analysis, **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 9, p.
675 7462-7481, 2022.
- 676
- 677 BRODERICK, G.A., CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional
678 factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v. 80,
679 n. 11, p. 2964-2971, 1997.
- 680
- 681 CHEN, X.B., GOMES, M.J. **Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and**
682 **Cattle Based on Urinary Excretion of Purine derivatives- an overview of Technical**
683 **Details**. International Feed Research Unit. Rowett Research Institute, Aberdeen, UK, 1992.
684
- 685 CHIZZOTTI, M. L. Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e
686 determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e
687 vacas leiteiras. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, **Dissertação (Mestrado em**
688 **Zootecnia)** - Universidade Federal de Viçosa, p. 132, 2004.

689 CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S.; VALADARES, R.; CHIZZOTTI, F.;
690 TEDESCHI, L. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling
691 in Holstein cattle. **Livestock Science**, v. 113, n. 2, p. 218-225, 2008.

692
693 Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Análise Mensal, Leite e Derivados**. p.
694 1-8, 2023. Disponível em: < [https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-](https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-leite/item/21255-analise-mensal-do-leite-julho-de-2023)
695 [agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-leite/item/21255-](https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado/historico-mensal-de-leite/item/21255-analise-mensal-do-leite-julho-de-2023)
696 [analise-mensal-do-leite-julho-de-2023](https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado/historico-mensal-de-leite/item/21255-analise-mensal-do-leite-julho-de-2023) >. Acesso em: 27/01/2024.

697
698 DARABIGHANE, B.; AGHJEHGESHLAGH, F. M.; MAHDAVI, A.; NAVIDSHAD,
699 B.; BERNARD, J. K. Replacing alfalfa hay with dry corn gluten feed alters eating
700 behavior, nutrient digestibility, and performance of lactating dairy cows. **Journal of**
701 **Animal Science**, v. 19, n. 1, p. 1264–1274, 2020.

702
703 DETMANN, E. S. M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLE,
704 T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J.
705 A. G. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: 2ª ed., Universidade
706 Federal de Viçosa, p. 214, 2012.

707
708 DIJKSTRA, J.; OENEMA, O.; VAN GROENIGEN, J.W.; SPEK, J.W.; VAN VUUREN,
709 A.M. BANNINK, A. Diet effects on urine composition of cattle and N₂O emissions.
710 **Animal**, v. 7, n. 2, p. 292-302, 2013a.

711
712 DIJKSTRA, J.; REYNOLDS, C.K. E.; KEBREAB, A.; BANNINK, ELLIS, J. L.;
713 FRANCE, J.; VAN VUUREN, A. M. **Challenges in ruminant nutrition: Towards**
714 **minimal nitrogen losses in cattle**. In: (eds) Energy and protein metabolism and nutrition
715 in sustainable animal production. Energy and protein metabolism and nutrition in
716 sustainable animal production, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, v. 134, p.
717 47-58, 2013b.

718
719

- 720 FARIAS, I.; LIRA, M. D. A.; SANTOS, D. C. D.; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS,
721 M. V. F. D.; FERNANDES, A. D. P. M.; SANTOS, V. F. D. Manejo de colheita e
722 espaçamento da palma-forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no Agreste de
723 Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 341–347, 2000.
724
- 725 FERREIRA, M. A.; SILVA, F. M.; BISPO, S. V.; AZEVEDO, M. Estratégias na
726 suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira De Zootecnia**,
727 v. 38, (supl. especial), p. 322–329, 2009.
728
- 729 FIRKINS, J. L. Effects of nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of**
730 **Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1426-1437, 1997.
731
- 732 FIRKINS, J. L.; BERGER, L. L.; FAHEY JUNIOR, G.C. Evaluantion of wet and dry
733 distilers grains and dry corn gluten feeds for ruminants. **Journal of Animal Science**,
734 Champaign, v. 60, n. 3, p. 847-860, 1985.
735
- 736 Food and Agriculture Statistics (FAO). **Agricultural production statistics 2000-2021**,
737 2022. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/cc3751en/cc3751en.pdf>>. Acesso em:
738 27/01/2024.
739
- 740 FROTA, M. N. L.; CARNEIRO, M. S. S.; CARVALHO, G. M. C.; NETO, R. B. A. **Palma**
741 **Forrageira na Alimentação animal**. Embrapa, Folheto, 1ª Edição, 2015. Disponível em:
742 < <https://core.ac.uk/download/pdf/33890538.pdf>. >. Acesso em: 27/01/2024.
743
- 744 GOES, R. H. T. B.; SILVA, L. H. X.; SOUZA, K. A. **Alimentos e alimentação animal**. 1ª
745 Edição, Dourados: UFGD, v. 79, p. 2013.
746
- 747 GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentação de gado de leite**.
748 Belo Horizonte, Editora: FEPMVZ, p. 179-212, 2009.
749
- 750 GONZÁLEZ-RONQUILLO, M.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A.; VICENTE MAINAR, F.
751 Purine derivative excretion in dairy cows: endogenous excretion and the effect of exogenous
752 nucleic acid supply. **Journal Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1282-1291, 2003.

- 753 GUERRA, M. G.; VERAS, A. S. C.; SANTOS, V. L. F.; FERREIRA, M. A.; NOVAES,
754 L. P.; BARRETO, L. M. G.; CÂMARA, P. L. C. O.; SILVA, L. R. Perfil metabólico
755 proteico de vacas em lactação alimentadas com milho e ureia a pasto. **Arquivo Brasileiro**
756 **de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 4, p. 1266–1974, 2018.
- 757 HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and**
758 **analysis**: University of Florida, v. 339, p. 1-77 2000.
- 759
- 760 HUHTANEN, P.; NOUSIAINEN, J. I.; RINNE, M.; KYTÖLÄ, K.; KHALILI, H.
761 Utilization and Partition of Dietary Nitrogen in Dairy Cows Fed Grass Silage-Based Diets.
762 **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 9, p. 3589-3599, 2008.
- 763
- 764 IBGE, 2022. **Indicadores IBGE – Estatística da Produção pecuária**. Disponível em: <
765 https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2022.pdf >. Acesso em
766 27/01/2024.
- 767 IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Whole milk. Determination of milk**
768 **fat, protein and lactose content Guide for the operation of mid-infra-red instruments**.
769 Bruxelas, p.12, 1996. (IDF Standard 141 B).
- 770
- 771 INSA – **Instituto Nacional do Semiárido. O semiárido brasileiro**. Disponível em: <
772 <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiario-brasileiro> >. Acesso em 27/01/2024.
- 773
- 774 ISO 9622/IDF 141. **Milk and liquid milk products - Guidelines for the 706 application**
775 **of mid-infrared spectrometry**, 2013.
- 776
- 777 JÚNIOR, J. G. B. G.; SILVA, J. B. A.; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R. N. Palma forrageira
778 na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 2,
779 p.78-85, 2014.
- 780
- 781 KÖPPEN, W. **Climatology: Earth climate studies**. México: **Fondo de Cultura**
782 **Economica**, p. 478, 1948.

- 783 KOZLOSKI, G. V.; FIORENTINI, G.; HÄRTER, C. J. SANCHEZ, L. M. B. Uso da
784 creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p.
785 98-102, 2005.
- 786
- 787 KRIZSAN, S. J.; HUHTANEN, P. Effect of diet composition and incubation time on feed
788 indigestible neutral detergent fiber concentration in dairy cows. **Journal of Dairy**
789 **Science**, v. 96, n. 3, p. 1715-1726, 2013.
- 790
- 791 LASSITER, J. W.; EDWARDS Jr, H. M. **Animal nutrition**. Reston, VA:Virginia: Reston
792 Publishing, p. 339-340, 1982.
- 793
- 794 LEITE, M. L. M. V.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; RAMOS, J. P.
795 F. Caracterização da produção de palma forrageira no cariri paraibano. **Revista Caatinga**,
796 v. 27, n. 2, p. 192-200, 2014.
- 797
- 798 LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. Standardisation of procedures for
799 nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p.
800 347-358, 1996.
- 801
- 802 LUCCI, C. S.; FONTOLAN, V.; HAMILTON, T. R.; KLU, R.; WICKBOLD, V. Corn
803 grain: Corn grain processing for ruminants: Apparent and "in situ" digestibility. **Brazilian**
804 **Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 45, n. 1, p. 35-40, 2008.
- 805
- 806 LUZ, G. B.; MATOS, R. F.; CARDOSO, J. B.; BRAUNER, C. C. Exigências nutricionais,
807 cálculos de dieta e mensuração de sobras no manejo nutricional de vacas leiteiras. **Pesquisa**
808 **Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1-2, p. 16-31, 2019.
- 809
- 810 MACHADO, I. C. S.; LAMAS, P. S.; OLIVEIRA, G. M. J.; COUTO E SILVA, G. O.;
811 REZENDE, M. J. F.; RHADDOUR, T. M. D.; OLIVEIRA, A. F.; JUNIOR, E. M. S.
812 Relato de caso: introdução do subproduto de milho na dieta de vacas leiteiras. **Revista**
813 **Sinapse Múltipla**, v. 12, n. 1, p. 178-181, 2023.

- 814 MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.
815 F. D.; SILVA, L. F. C. E.; FONSECA, M. A. Degradação ruminal e digestibilidade
816 intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
817 v. 38, n. 1, p. 2247–2257, 2009.
- 818
- 819 MARSHALL, C. J.; BECK, M. R.; GARRETT, K.; BARRELL, G. K.; AL-MARASHDEH,
820 O.; GREGORINI, P. Nitrogen Balance of Dairy Cows Divergent for Milk Urea Nitrogen
821 Breeding Values Consuming Either Plantain or Perennial Ryegrass. **Animals**. v. 11, n. 8, p.
822 2464, 2021.
- 823
- 824 MENEGHETTI, C. C.; DOMINGUES, J. L. Características nutricionais e uso de
825 subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**,
826 v. 5, n. 2, p. 512-536, 2008.
- 827
- 828 **Mercado do Agro no Nordeste no Agreste de Pernambuco**. Pingos Leite, 2024. Posta
829 em: 09/02/2024, disponível em: <
830 https://www.instagram.com/p/C3IYtK5Oegl/?img_index=1 >. Acesso em: 10/02/2024.
- 831
- 832 MERTENS, D. R. **Forage quality evaluation and utilization**. (Ed) Madson: American
833 Society of Agronomy, p. 450 – 493, 1994.
- 834
- 835 MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in
836 feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC**
837 **International**. v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- 838
- 839 MOLON, N. M.; MOTA, M. F. **Manejo e práticas de nutrição de gado de leite utilizados**
840 **em propriedades no município de Ampére, Paraná**. Repositório digital UFFS, 2015.
841 Disponível em: < <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/434> >. Acesso em: 27/01/2024.
- 842
- 843 MOURÃO, R.C.; PANCOTI, C. G.; MOURA, A. M.; FERREIRA, A. L.; BORGES, A. L.
844 C. C.; SILVA, R. R. Processamento do milho na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, v.
845 6, n. 5, p. 1292, 2012.

846 NETTO, A. J.; GAMA, M. A. S.; GUIDO, S. I.; INÁCIO, J. G.; CHAGAS, J. C. C.;
847 RAMIN, M.; RABELO, M. N.; FÉLIX, S. B.; SILVA, C. S.; FERREIRA, M. A. Full-fat
848 corn germ in diets for dairy cows as an alternative to ground corn. **Journal of Dairy**
849 **Research**, v. 90, n. 2, p. 111-117, 2023.

850

851 **NRC-National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle.** 7 ed.
852 Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.

853

854 OLIVEIRA A. S. C.; FILHO F. N. C.; RANGEL, A. H. N.; LOPES, K. B. P. A palma
855 forrageira: alternativa para o semi-árido. **Revista Verde**, v. 6, n. 3, p. 49–58, 2011.

856

857 OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ASSIS, A. J.;
858 TEIXEIRA, R. M. A.; RENNÓ, L. N.; PINA, D. S.; OLIVEIRA, G. S. Substituição do
859 milho pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo,
860 concentração de nitrogênio ureico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados
861 e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 205–
862 215, 2007.

863

864 OLIVEIRA, M. C.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, A. S.; FERREIRA, M. A.; MELO,
865 A. A. S. Benchmarks for milk production systems in the Pernambuco Agreste region,
866 northeastern brazil. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 725-734, 2016.

867

868 PEDROSO, A. M.; CARVALHO, M. P. **Utilização de subprodutos na alimentação de**
869 **ruminantes com eficiência técnica e econômica** –Agripoint [Curso online], 2004.

870

871 PEREIRA, E. M.; SANTOS, F. A. P.; BITTAR, C. M. M.; RAMALHO, T. R.; COSTA, D.
872 F. A.; MARTINEZ J. C. Substituição do milho por farelo de trigo ou farelo de glúten de
873 milho na ração de bovinos de corte em terminação. **Acta Scientiarum**, v. 29, n. 1, p. 49-55,
874 2007.

875

876 PEREIRA, L. G. R.; ANTUNES, R. C. O milho na alimentação de gado de leite. **IV**
877 **Simpósio mineiro de nutrição de gado de leite, Anais**, Uberlândia-MG, p. 49-70, 2007.

- 878 **Produção da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, v. 50, p.1-12, 2022. Disponível em: <
879 ppm_2022_v50_br_informativo.pdf (ibge.gov.br) >. Acesso em 27/01/2024.
- 880
- 881 REBOITA, M.S.; RODRIGUES, M.; ARMANDO, R.P.; FREITAS, C.; MARTINS, D.;
882 MILLER, G. Causas da semi-aridez do Sertão nordestino. **Revista Brasileira de**
883 **Climatologia**, v. 19, n. 12, p. 254-277, 2016.
- 884
- 885 REED, K. F.; MORAES, L. E.; CASPER, D. P.; KEBREAB, E. Predicting nitrogen
886 excretion from cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 5, p. 3025–3035, 2015.
- 887
- 888 REHMAN, A.; ARIF, M.; SAEED, M.; MANAN, A.; AL-SAGHEER, A.; EL-HACK, M.
889 E. A.; SWELUM, A. A.; ALOWAIMER, A. N. Nutrient digestibility, nitrogen excretion,
890 and milk production of mid-lactation Jersey × Friesian cows fed diets containing different
891 proportions of rumen-undegradable protein. **Anais Da Academia Brasileira de Ciências**,
892 v. 92, n. 1, p. 1-13, 2020.
- 893
- 894 ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., **Composição de alimentos e**
895 **exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas Brasileiras**. Viçosa, MG. UFV, 141p.
896 2000.
- 897
- 898 SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; SILVA, M. C.; CUNHA, M. V.; FARIAS, I.; COSTA, A.F.;
899 PEREIRA, V.L.A.; DUBEUX JÚNIOR., J. C. B. Características agronômicas de clones
900 palma resistentes a cochonilha do carmim em Pernambuco, **In: Congresso Nordestino de**
901 **Produção Animal, Anais**. Aracajú- SE, n. 5, p.1-4, 2008.
- 902
- 903 SANTOS, S. F.; GONÇALVES, M. F.; RIOS, M. P.; NOGUEIRA, A. P. C.;
904 TAKASSUGUI, C. G.; SOUZA, R. R.; FERREIRA, I. C. Coprodutos na alimentação de
905 ruminantes: com destaque ao farelo úmido de glúten de milho. **Veterinária Notícias**, v.
906 18, n. 2, p. 74-86, 2012.
- 907
- 908 **SAS Institute Inc.**, 2012. SAS/STAT® 9.4 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

- 909 SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos.**
910 **3. ed. Viçosa, MG: UFV, p. 235, 2002.**
911
- 912 SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids,
913 cadium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal Dairy**
914 **Science**, v. 75, n. 9, p. 2463-2472, 1992.
915
- 916 SNIFFEN, C.J., ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary
917 manipulations. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 2, p. 425-441, 1987.
918
- 919 SOARES, C. A.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F.
920 D.; MENDONÇA, S. S.; QUEIROZ, A. C.; LANA, R. P. Consumo, digestibilidade
921 aparente, produção e composição do leite de vacas leiteiras alimentadas com farelo de trigo.
922 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2161–2169, 2004.
923
- 924 SOUZA, S. M. **Farelo de glúten de milho na alimentação de vacas em lactação.**
925 Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte- MG, 2007.
926
- 927 TEIXEIRA, M. N. O sertão semiárido. Uma relação de sociedade e natureza numa dinâmica
928 de organização social do espaço. **Revista Sociedade e Estado**, v. 31, n. 3, p. 769–797, 2016.
929
- 930 TORRES, L. C. L.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A.; VILELA, M. S.; GUIMARÃES, A. V.;
931 SILVA, E. C. Substituição da palma-gigante por palma-miúda em dietas para bovinos em
932 crescimento e avaliação de indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38,
933 n. 11, p. 2264–2269, 2009.
934
- 935 VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências**
936 **nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos - BR CORTE.** 2.ed.
937 Viçosa, MG:Suprema Grafica Ltda, 2010.
938
939

- 940 VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON,
941 M. K. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis
942 estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12,
943 p.2686-2696, 1999.
- 944
- 945 VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SAMPAIO, I. B. N.
946 Níveis de proteína em dietas de bovinos. Concentrações de amônia ruminal e uréia
947 plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6,
948 p.1270-1278, 1997.
- 949
- 950 VERBIC J.; CHEN, X. B.; MACLEOD, N. A.; ØRSKOV, E. R. Excretion of purine
951 derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative
952 excretion by steers. **Journal of Agriculture Science**, v. 114, n. 3, p. 243-248, 1990.
- 953
- 954 XIN, H.; KHAN, N. A.; SUN, K.; SUN, F.; RAHMAN, S. UR.; FU, Q.; YANG, L.;
955 ZHANG, Y.; HU, G. Batch-to-batch variation in protein molecular structures, nutritive
956 value and ruminal metabolism in corn coproducts. **Animal Feed Science and
957 Technology**, v. 263, p. 114428, 2020.
- 958
- 959 WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. Proceedings of the 61th
960 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers; Ithaca, NY, USA: Cornell
961 University; p. 176-85, 1999.
- 962
- 963 ZAMBOM, M. A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; ALCALDE, C. R.; GONÇALVES,
964 G. D.; SILVA, D. C.; SILVA, K. T.; FAUSTINO, J. O. Valor nutricional da casca do grão
965 de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, v.
966 23, n. 4, p. 937-943, 2001.