



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

IVANILDO DOS ANJOS SANTOS

**PROPORÇÕES DE FORRAGEM EM DIETAS PARA CORDEIROS
CONFINADOS**

ILHÉUS – BAHIA

2021

IVANILDO DOS ANJOS SANTOS

**PROPORÇÕES DE FORRAGEM EM DIETAS PARA CORDEIROS
CONFINADOS**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, Área de Conhecimento em Nutrição de Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. José Augusto Gomes Azevêdo.

**ILHÉUS – BAHIA
2021**

S237 Santos, Ivanildo dos Anjos.
Proporções de forragem em dietas para cordeiros confinados / Ivanildo dos Anjos Santos. – Ilhéus : UESC, 2021.
42f. : il.

Orientador : José Augusto Gomes Azevedo.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Santa Cruz.
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.
Inclui referências.

1. Nutrição animal. 2. Ruminantes – Nutrição. 3. Cordeiros - Dieta (alimentação). 4. Forragem. I. Azevedo, José Augusto Gomes. II. Título.

CDD – 636.085

IVANILDO DOS ANJOS SANTOS

**PROPORÇÕES DE FORRAGEM EM DIETAS PARA CORDEIROS
CONFINADOS**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, Área de Conhecimento em Nutrição de Ruminantes.

ILHÉUS-BA, 28 /02 /2020.

José Augusto Gomes Azevêdo - DSc
UESC/DCAA
(Orientador)

Alana Batista dos Santos – DSc

Fabiana Lana de Araújo – DSc
UFRB

Daniele Rebouças Santana Loures – DSc
UFRB

Douglas dos Santos Pina– DSc
UFBA

LISTA DE TABELAS

		Pag.
Tabela 1.	Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.	17
Tabela 2.	Consumo e digestibilidade aparente de cordeiros, em função do nível de forragem na dieta	24
Tabela 3.	Parâmetros de comportamento alimentar de cordeiros, em função do nível de forragem na dieta	25
Tabela 4.	Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana de cordeiros, em função do nível de forragem na dieta	26
Tabela 5.	Desempenho e eficiência alimentar (EA) de cordeiros, em função do nível de forragem na dieta	26
Tabela 6.	Pesos e rendimentos de carcaça de cordeiros, em função do nível de forragem na dieta	27
Tabela 7.	Cortes comerciais em relação à meia-carcaça de cordeiros alimentados com níveis crescentes de forragem	27
Tabela 8.	Avaliação econômica das dietas experimentais, em função do nível de forragem na dieta de cordeiros	28

SUMÁRIO

	Pag.	
1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	
2.1	GERAL	
3	REVISÃO DE LITERATURA	
4	ARTIGO CIENTÍFICO	
4.1	INTRODUÇÃO	
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
4.3	MATERIAL E MÉTODOS.	16
4.4	RESULTADOS	23
4.5	DISCUSSÃO	29
4.6	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO GERAL

A base da alimentação dos ruminantes é composta por forragens, onde há predominância de carboidratos — a principal e mais barata fonte de energia (Berchielli et al., 2006; Van Soest, 1994).

Representando mais de 65% da MS das dietas, os carboidratos apresentam-se como fonte de nutrientes necessários para a manutenção da vida de ruminantes, havendo variação na extensão da fermentação de acordo com o alimento (Allen, 1997).

A microbiota ruminal é capaz de aproveitar a fração de carboidratos fibrosos, já que produz enzimas específicas para digestão de celulose e hemicelulose, em uma relação de simbiose com microrganismos localizados no pré-estômago (Karri et al., 2016).

No ambiente ruminal, o alimento ingerido é colonizado pela microbiota responsável pelo processo de fermentação, gerando, além de proteína microbiana de alto valor biológico para os ruminantes, produtos finais denominados ácidos graxos voláteis (AGV).

A principal fonte de energia para animais ruminantes são os AGV, que fazem parte dos produtos finais da fermentação ruminal e são absorvidos pela parede do rúmen, podendo ainda ser utilizados como precursores de gordura ou glicose (Schulze et al., 2017)

A associação de fontes de volumoso com alimentos concentrados tem sido comumente utilizada para melhorar o potencial produtivo dos ruminantes, buscando aliar proporções adequadas, qualidade de volumoso e suprimentos das exigências nutricionais dos ovinos, sem, no entanto, onerar os custos de produção (Bi et al., 2018; Nascimento et al., 2020).

29 **2. OBJETIVOS**

30 **2.1 GERAL**

31 Avaliar a proporção de forragem em dietas para cordeiros em confinamento
32 sobre o desempenho e a viabilidade econômica.

33

34 **3. REVISÃO DE LITERATURA**

35

36 O confinamento é uma alternativa de terminação de ovinos que garante
37 controle sobre a produtividade, padronização de carcaça e redução dos custos de
38 produção, tendo como importante aliada a formulação das dietas, que exerce
39 influência direta sobre os resultados a serem alcançados (Van Cleef et al., 2020).

40 Embora o uso de dietas com maiores proporções de forragem seja uma
41 alternativa para aumentar a margem de lucro, por meio da redução dos custos com
42 alimentação, a proporção de forragem interfere na concentração de carboidratos
43 rapidamente fermentáveis (energia), na produção de ácidos graxos de cadeia curta,
44 na produção de proteína microbiana, no desempenho e na eficiência alimentar
45 (Hart et al., 2009; Nascimento et al., 2020).

46 A fibra em detergente neutro (FDN) faz parte da parede celular das plantas,
47 a qual possui componentes e quantidades variáveis, tendo como principais frações
48 a celulose, hemicelulose, lignina, sílica, pectina e proteínas (Hatfield et al., 2017;
49 Chingala et al., 2018).

50 Com o aumento da parede celular, a proporção de conteúdo celular das
51 plantas (amido, proteína, extrato etéreo e carboidratos solúveis), assim como a
52 relação folha/colmo, é reduzida, afetando o fornecimento de energia e proteína
53 bruta para o crescimento da microbiota ruminal (Harper & McNeill, 2015; Moyo
54 et al., 2018; Terrett & Dupree, 2019).

55 A capacidade de aproveitamento da parede celular das plantas depende da
56 microbiota existente na câmara de fermentação desses animais, em uma relação de

57 simbiose, onde são encontrados bactérias, fungos, protozoários e arqueias
58 (Wanapat et al., 2009; Van Kuij et al., 2015; Pereira et al., 2018; Han et al., 2019).

59 Cerca de 400 a 800 g kg⁻¹ MS da dieta dos ruminantes são compostos por
60 forragem, o que a torna uma fonte de energia de baixo custo, sendo a base da
61 alimentação (Van Soest, 1994; Song et al., 2018; Li et al., 2018).

62 O perfil da microbiota ruminal é influenciado pela proporção de forragem
63 e qualidade da FDN, favorecendo o crescimento de bactérias celulolíticas com
64 dietas à base de volumoso e o crescimento de bactérias amilolíticas quando em
65 maiores proporções de alimentos concentrados (Wang et al., 2019).

66 As análises da diversidade bacteriana em ovinos mostram que o filo
67 bacteroidetes é predominante no conteúdo ruminal e entre as principais bactérias
68 fermentadoras de carboidratos fibrosos (*Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus*
69 *albus*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Butyrivibrio fibrisolvens*), sendo essas as mais
70 estudadas, com capacidade de degradação da celulose (Zhang et al., 2017).

71

72 **3.1. Regulação do consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro na** 73 **dieta de ovinos**

74

75 Os fatores físico e fisiológico são os principais reguladores do consumo de
76 ruminantes. O mecanismo físico possui relação com o aumento da forragem e a
77 concentração de fibra em detergente neutro (FDN), o que causa efeito de
78 enchimento e, por conseguinte, limita a capacidade ruminal (Mertens, 1994).

79 O efeito químico se dá pelo atendimento das exigências em energia quando
80 são utilizadas dietas com maiores inclusões de grãos e alimentos altamente
81 fermentáveis, gerando grandes quantidades de ácido propiônico no ambiente
82 ruminal (Rodríguez-Hernández et al., 2019).

83 A concentração de FDN nas dietas é um dos mecanismos de regulação do
84 consumo voluntário em ruminantes, principalmente quando a proporção de FDN

85 indigestível (FDNi) aumenta com o avanço da maturidade da forragem (Harper &
86 McNeill, 2015).

87 À medida que a concentração de FND na dieta aumenta, sua qualidade é
88 comprometida pela dificuldade de digestão pela microbiota ruminal, ocorrendo
89 redução da ingestão de alimentos, devido ao estímulo imposto pela capacidade
90 volumétrica do rúmen (Moyo et al., 2018).

91 Segundo Huhtanen et al. (2016), a FDNi da dieta tem maior relação com o
92 efeito de enchimento comparado à FDN, visto que a FDNi só pode ser removida
93 por passagem e a FDN potencialmente digestível (FDNpd), por passagem ou
94 digestão.

95 A digestão acontece em função do tamanho e da intensidade da população
96 microbiana no rúmen, o que depende do fornecimento de energia e proteína bruta,
97 suficientes para a multiplicação da microbiota no processo de digestão (Moyo et
98 al., 2018).

99 Com a redução no coeficiente de digestibilidade, o alimento passa maior
100 tempo no rúmen, haja vista a limitação na passagem das partículas pelo orifício
101 retículo-omasal. Esse comportamento foi relatado por Carvalho et al. (2007), que
102 avaliaram o desempenho de cordeiros confinados com dietas contendo diferentes
103 proporções de forragem (300, 400, 500, 600 e 700 g kg⁻¹ MS) e observaram
104 redução do CMS kg⁻¹ dia (0,910; 0,955; 0,841; 0,662 e 0,579).

105 O parâmetro mais utilizado como referência no limite máximo do consumo
106 de FDN é o valor de 12 g kg⁻¹ de PC para vacas de leite (Mertens, 1994), sendo
107 também extrapolado para ovinos. Geralmente, após esse valor, os animais reduzem
108 o CMS, devido ao enchimento. O limite mínimo preconizado pelo NRC (2007) é
109 de 200 g kg⁻¹ MS de FDN efetiva para que a saúde ruminal seja mantida.

110 No entanto, esses valores podem ser maiores, como observado por Euclides
111 et al. (2000), que, avaliando o consumo voluntário de novilhos sob pastejo,
112 observaram consumos médios de 14,6 a 18,2 g de FDN g kg⁻¹ de PC.

113 Cunha et al. (2008) também encontraram maiores valores em dietas com
114 níveis crescentes de caroço de algodão integral para ovinos confinados, relatando
115 consumo de 20 g de FDN kg⁻¹ de PC.

116 Kozloski et al. (2006), trabalhando com níveis crescentes de fibra (21, 26,
117 29 e 43 g de FDN kg⁻¹ MS) em dietas à base de silagem de sorgo para borregos,
118 essa recomendação é de 30 g kg⁻¹ FDN, para evitar a redução do consumo e da
119 digestibilidade de nutrientes.

120 Recomendação semelhante foi relatada por Cardoso et al. (2006), avaliando
121 o desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de
122 FDN (25, 31, 37 e 43 g de FDN kg⁻¹ MS), apontando o nível de 31 g FDN kg⁻¹ MS
123 como o mais adequado na terminação de cordeiros.

124 Branco et al. (2010), por sua vez, avaliando o efeito dos níveis de fibra da
125 forragem (19, 27, 35, 42 e 48 g FDNe kg⁻¹ MS) sobre o consumo, a produção e a
126 eficiência de utilização de nutrientes em cabras lactantes, sugeriram 35 g kg⁻¹ MS
127 de FDN oriunda da forragem, o que permite melhor eficiência produtiva dos
128 animais.

129 Logo, é possível observar que o consumo de FDN pode variar de acordo
130 com o tipo de volumoso utilizado nas dietas, em razão da disposição e
131 concentração dos constituintes da planta (Rodrigues et al., 2004).

132

133 **3.2 Influência da proporção de forragem no desempenho de cordeiros**

134 Sistemas de produção intensiva buscam por dietas de custo mínimo que
135 atendam aos requisitos nutricionais para cordeiros, aproveitando a taxa de
136 crescimento dessa categoria, com vistas à redução dos custos com alimentação e
137 viabilidade econômica da atividade (Omar et al., 2019).

138 O desempenho animal está diretamente relacionado ao consumo de matéria
139 seca, devendo-se considerar o fornecimento de dietas formuladas conforme as
140 exigências nutricionais dos animais (Nascimento et al., 2020).

141 Dietas exclusivas ou com grandes proporções de forragem reduzem os
142 custos de produção, porém podem reduzir o consumo e a digestibilidade,
143 dependendo da qualidade da mesma, pelo efeito da FDN envolvida na regulação
144 do consumo (Hart et al., 2009).

145 Buscando definir a relação de forragem:concentrado para melhorar o
146 desempenho de cordeiros, Omar et al. (2019) utilizaram níveis de 200, 400 e
147 600 g de forragem kg^{-1} de MS na dieta de cordeiros e observaram redução no
148 desempenho com o aumento da proporção de forragem nas dietas.

149 Energia e conteúdo proteico são fatores essenciais na terminação de
150 cordeiros, promovendo o crescimento ideal e acabamento de carcaça, o uso
151 exclusivo de forragens mantém a saúde do ruminal, mas nem sempre consegue
152 fornecer além das exigências de manutenção (Flores-mar et al., 2017; Brand et al.,
153 2018).

154 A energia obtida através de dietas com maiores proporções de forragem não
155 é totalmente aproveitada, haja vista as perdas relacionadas à produção de H_2 e
156 metano pelas *Arqueas*, condicionado pela predominância de ácido acético no
157 ambiente ruminal, refletindo no menor ganho de peso dos animais (Dijkstra et al.,
158 2012; Silva et al., 2017).

159 Segundo Ferreira et al. (2019), a capacidade de ingestão de nutrientes pela
160 concentração de forragem e a limitação ingestão de energia são determinantes no
161 atraso do crescimento potencial em cordeiros. Dessa forma, é preciso avaliar a
162 melhor proporção de forragem em dietas para ovinos confinados.

163

164

165

4. ARTIGO CIENTÍFICO

PROPORÇÕES DE FORRAGEM EM DIETAS PARA CORDEIROS CONFINADOS

Resumo

Com o objetivo de avaliar proporções de forragem na dieta sobre o consumo, a digestibilidade, o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio, a síntese de proteína microbiana, o desempenho e rendimento de carcaça, foram confinados (70 dias) 32 cordeiros mestiços de Santa Inês, com peso corporal inicial de $26,07 \pm 1,2$ kg e aproximadamente 150 dias de idade. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro dietas (200, 400, 600 ou 800 g kg⁻¹ de MS de forragem) e oito repetições para cada dieta. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não-fibrosos reduziram linearmente com o aumento das proporções de forragem na dieta. A digestibilidade aparente dos nutrientes reduziu linearmente, exceto para FDN e EE. Os parâmetros de comportamento alimentar foram influenciados pelo aumento das proporções de forragem nas dietas, com aumento nas atividades de alimentação e ruminação. Não houve influência das proporções de forragem sobre a síntese de proteína microbiana, mas o nitrogênio ingerido, assim como o nitrogênio urinário retido e absorvido, reduziu linearmente ($P < 0,05$). Houve redução do peso ao abate, peso de carcaça quente e peso de carcaça verdadeiro com o aumento das proporções de forragem. Dessa forma, para obtenção de maior retorno econômico, recomenda-se usar 200 g de forragem kg⁻¹ de MS na dieta de cordeiros confinados.

Palavras-chave: desempenho, digestibilidade, fibra, pequenos ruminantes

ABSTRACT

197

198 Thirty-two Santa Inês lambs averaging initial body weight of 26.07 ± 1.2 kg and
199 150-d old were feedlot (70 days) aiming to evaluate the dietary forage levels on
200 consumption, digestibility, ingestive behavior, nitrogen balance, microbial protein
201 synthesis, performance and carcass yield. A completely randomized design
202 assigned as four diets (200, 400, 600 or 800 g kg⁻¹ of forage DM) and eight
203 replicates for each diet was adopted. The consumption of dry matter (DM), organic
204 matter (OM), crude protein (PB), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF)
205 and non-fibrous carbohydrates decreased linearly with the increase in the
206 proportion of forage in the diet. The apparent digestibility of nutrients decreased
207 linearly, except for NDF and EE. Feeding behavior parameters were influenced by
208 the increasing dietary forage proportions, with an increase on the time spent
209 feeding and ruminating. There was no influence of the forage proportions on the
210 microbial protein synthesis, however no linear decrease was observed either on the
211 ingested nitrogen or on the retained and absorbed urinary nitrogen. There was a
212 reduction on slaughter weight, hot carcass weight and true carcass weight with
213 increasing forage proportions. It is recommended to fed 200 g of forage kg⁻¹ of
214 DM in the diet for confined lambs to obtain greater economic return.

215 Keyword: digestibility, fiber, performance, small ruminants

216

217

218

219

220

221

222

4.1 INTRODUÇÃO

223

224

225 Os ruminantes são animais que desenvolveram a capacidade de digerir
226 carboidratos fibrosos, devido à simbiose com microrganismos no pré-estômago
227 (Mann et al., 2018); por isso, são capazes de transformar alimentos fibrosos, como
228 forrageiras, em proteína animal de alto valor biológico.

229

230 Embora a produção de forrageiras tenha avançado geneticamente para se
231 selecionarem as mais produtivas, resistentes a pragas e insetos e com melhor
232 qualidade nutricional (Singh et al., 2018; Harrelson et al., 2019), ainda é incerto o
233 limite desta para uso em dietas de confinamento (Gallo et al., 2019), porque estes
234 alimentos disponibilizam menos energia no trato digestório por unidade de peso,

235

236 As forrageiras, geralmente, têm mais de 500 g de FDNcp kg⁻¹ MS (Chiluwal
237 et al., 2019; Itavo et al., 2019) e, dependendo da qualidade da FDN, pode implicar
238 em maior tempo do alimento no ambiente ruminal, causando regulação do
consumo por redução da capacidade ruminal (Mauri et al., 2019).

239

240 Além disso, as variações nas condições ambientais, como clima tropical,
241 interferem no crescimento das forrageiras e na maturidade das plantas, reduzindo
242 a digestão pelo aumento de compostos indigestíveis associados à parede celular
(Elenin et al., 2016; Oliveira et al., 2017; Moyo et al., 2018).

243

244 Como o desempenho dos animais está diretamente relacionado ao consumo
245 de nutrientes digestíveis, dietas com maior nível de energia possibilitam maior
246 capacidade de ganho de peso (Nascimento et al., 2020). Logo, a disponibilidade
247 de energia da dieta está diretamente relacionada ao consumo de alimentos com
maior digestibilidade.

248

249 Dietas com maior proporção de grãos, além de concentrarem a energia da
250 dieta, reduzem a necessidade de área para produção de forragem, diminuem a linha
251 de cocho para alimentação dos animais, aumentam o ganho de peso, a eficiência
alimentar e o peso ao abate e melhoram a deposição de gordura de acabamento

252 (Cowlei et al., 2019). No entanto, os grãos são mais caros e, em excesso na dieta,
253 podem provocar distúrbios nutricionais — como acidose láctea — e acarretar
254 prejuízos irreparáveis (Diaz et al., 2018).

255 Portanto, formular dietas que atendam às exigências de crescimento para
256 cordeiros e com custo reduzido é um requisito para melhorar a produtividade e
257 rentabilidade, visto que o custo de dietas em confinamento é um fator que onera a
258 atividade (Omar et al., 2019).

259 Objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar a proporção de forragem na dieta
260 sobre o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, o desempenho, a eficiência
261 alimentar, a rentabilidade econômica e as características de carcaça de cordeiros
262 confinados.

263

264 **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

265 Avaliar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

266 Estudar o comportamento ingestivo dos cordeiros.

267 Analisar o balanço de compostos nitrogenados e a produção de proteína
268 microbiana.

269 Avaliar o rendimento de carcaça e cortes comerciais dos cordeiros.

270 Analisar a viabilidade econômica.

271

272 **4.3. MATERIAL E MÉTODOS**

273

274 Os procedimentos experimentais foram conduzidos após a aprovação do
275 Comitê de Ética em Animais da Universidade de Santa Cruz, localizado em Ilhéus,
276 Bahia, sob o protocolo número 014/2016.

277

278

279 **4.3.1 Localização**

280

281 O estudo foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e
282 Alimentação de Ruminantes - LaPNAR e no Laboratório de Nutrição Animal do
283 Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual de
284 Santa Cruz - UESC, no município de Ilhéus, Bahia, Brasil.

285

286 **4.3.2 Material e procedimentos experimentais**

287

288 O experimento foi conduzido com 32 cordeiros machos castrados, raça
289 Santa Inês, com peso corporal inicial (PCi) de $26,07 \pm 1,2$ kg e idade de 150 dias
290 aproximadamente. Os cordeiros permaneceram em confinamento por 70 dias
291 (14 para adaptação à dieta e 56 para coleta de dados – subdivididos em quatro
292 períodos de 14 dias).

293 Os animais foram identificados, pesados e desparasitados (cloridrato de
294 levamisol), adotando-se delineamento experimental inteiramente casualizado, em
295 que a variável independente foram as dietas, as quais foram formuladas para conter
296 200, 400, 600 ou 800 g kg⁻¹ de MS de forragem e oito repetições para cada dieta,
297 distribuídas aleatoriamente aos cordeiros.

298 Os cordeiros foram alojados em baias individuais (1,20 m de comprimento
299 x 0,80 m de largura), com piso ripado suspenso, cocho (50 cm de comprimento x
300 35 cm de largura x 15 cm de profundidade) e bebedouro (balde com capacidade de
301 5 litros), dentro de um galpão coberto e arejado (pé direito de 3,5 m).

302

303 **4.3.3 Dietas experimentais e ingestão de nutrientes**

304

305 A ração em mistura total (RMT), forragem (silagem de milho) +
306 concentrado, foi elaborada para obtenção de ganho de peso médio diário (GMD)
307 de 200 g animal⁻¹ dia⁻¹, segundo exigências recomendadas pelo NRC (2007).

308 As dietas foram ofertadas às 8h (cerca de 600 g kg⁻¹ MS do ofertado
309 diariamente) e às 15h (cerca de 400 g kg⁻¹ MS do ofertado diariamente), para

310 permitir sobras de aproximadamente 200 g kg⁻¹ MS . O consumo voluntário das
 311 dietas foi calculado pela diferença entre a quantidade ofertada e a sobra alimentar
 312 para cada animal.

313 Amostras das dietas oferecidas e das sobras diárias de cada cordeiro foram
 314 coletadas do 10^o ao 14^o dia de cada período experimental e pesadas. Em seguida,
 315 amostras com 100 g kg⁻¹ MS do seu peso original das compostas foram
 316 acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -10°C.

317

318

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item	Proporção de forragem (g kg ⁻¹ MS)				Silagem de milho
	200	400	600	800	
	Proporção de ingredientes (g kg ⁻¹ MS)				
Silagem de milho	200,0	400,0	600,0	800,0	
Farelo de soja	88,3	73,4	58,5	43,5	
Farelo de milho	674,7	489,6	304,5	119,5	
Mistura mineral ^a	10,0	10,0	10,0	10,0	
Calcário calcítico	15,0	15,0	15,0	15,0	
Ureia	12,0	12,0	12,0	12,0	
	Composição química da dieta total e silagem de milho (g kg ⁻¹ MS)				
Matéria seca	756,8	644,1	531,5	418,8	308,7
Matéria orgânica	951,7	944,8	937,8	930,8	950,1
Extrato etéreo	25,9	25,2	24,5	23,7	24,3
Proteína bruta	154,3	147,8	141,4	134,9	86,0
FDN	201,1	291,6	382,1	472,6	566,9
FDNi	73,6	124,2	174,8	225,4	276,9
Lignina	34,0	55,5	76,9	98,4	120,0
CNF	570,4	480,2	389,8	299,6	272,9
Carboidratos totais	771,5	771,8	771,9	772,2	839,9
Energia bruta (MJ kg ⁻¹)	18,2	18,0	17,8	17,7	17,7

a: Níveis de garantia (por elementos ativos): 170 g de cálcio, 19 g de enxofre, 85 g de fósforo, 13 g de magnésio, 113 g de sódio, 45 mg de cobalto, 600 mg de cobre, 20 mg de cromo, 1850 mg de ferro, 850 mg de flúor (máximo), 80 mg de iodo, 1350 mg de manganês, 16 mg de selênio, 4000 mg de zinco. FDN: fibra em detergente neutro; FDNi: fibra em detergente neutro indigestível, CNF: carboidratos não-fibrosos.

319

320

321 4.3.4 Análises laboratoriais

322

323 As amostras das dietas, sobras e fezes foram descongeladas à temperatura
324 ambiente e então desidratadas em estufa de ventilação forçada ($60 \pm 5^\circ\text{C}$), durante
325 72 horas, e processadas em um moinho tipo Willey (peneiras de 1 e 2 mm de
326 diâmetro, conforme a finalidade da análise).

327 As análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo
328 (EE), proteína bruta (PB) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas de
329 acordo com as metodologias da AOAC (1990).

330 Durante as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram
331 tratadas com alfa-amilase termoestável e solução de ureia 8M L^{-1} , para remoção
332 da contaminação de amido na FDN, sem o uso de sulfito de sódio, e corrigidas
333 para cinzas residuais (Mertens, 2002). A correção de FDN para compostos
334 nitrogenados e as estimativas de teores de nitrogênio insolúvel em detergente
335 neutro (NIDN) foram realizadas segundo Licitra et al. (1996).

336 Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com uma
337 adaptação da equação proposta por Hall (2000), considerando-se o uso de ureia
338 como fonte de nitrogênio não proteico:

$$339 \quad \text{CNF} = 100 - [(\text{PB} - \text{Pbu} + \text{U}) + \text{EE} + \text{MM} + \text{FDNcp}]$$

340 em que Pbu é teor de PB proveniente da ureia (%) e U, teor de ureia (%).

341 A lignina foi determinada usando a metodologia proposta por Van Soest &
342 Wine (1967). A energia digestível dos alimentos foi estimada conforme Detmann
343 et al. (2008) e convertida para MJ, em que $\text{ED (Mjoule / kg)} = ((\text{PB digestível} /$
344 $100 \times 5,6 + \text{EE digestível} / 100 \times 9,4 + \text{CNF digestível} / 100 \times 4,2 + \text{FDNcp}$
345 $\text{digestível} / 100 \times 4,2) \times 100) \times 4,184$.

346 Para obtenção da digestibilidade ($D = (\text{nutriente consumido} - \text{nutriente}$
347 $\text{excretado}) / \text{nutriente consumido} \times 100$), foi estimada a excreção fecal pela fibra em
348 detergente neutro indigestível (FDNi), por meio de amostras de fezes coletadas
349 diariamente (10^o ao 14^o dia) diretamente da ampola retal dos animais, a cada 26
350 horas, iniciando às 8 h no 10^o dia de cada período experimental. As amostras foram

351 acondicionadas e armazenadas a -10°C, sendo organizadas por período e dia de
352 coleta.

353 A concentração de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) na dieta
354 oferecida, nas sobras e amostras fecais foi determinada através de incubação *in situ*
355 (288 horas), conforme sugerido por Reis et al. (2017), para cada período
356 experimental.

357

358 **4.3.5 Comportamento ingestivo**

359

360 Foi realizado o registro do tempo despendido em alimentação, ruminação e
361 ócio, por observação visual dos animais, a cada dez minutos, durante 24 horas
362 (Johnson & Combs, 1991). Este registro ocorreu no 9º dia, durante três períodos,
363 por observadores treinados, posicionados estrategicamente.

364 As contagens do número de mastigações merícicas MMnb (nº bolo) e do
365 tempo despendido na ruminação para cada bolo MMtp (seg/bolo) foram realizadas
366 com cronômetros digitais.

367 Em três períodos do dia (10-12, 14-16 e 18-20 horas), de acordo com Burger
368 et al. (2000), foram feitas observações de três bolos ruminais por período, para
369 obtenção das médias de mastigações e tempo de cada animal.

370 A quantidade de MS e FDNcp bolo foi determinada pela divisão da
371 quantidade de MS e FDNcp consumida (g dia) em 24 horas pelo número de bolos
372 ruminados diariamente; o número de bolos diários, pela divisão entre tempo total
373 de ruminação (minutos) e tempo médio destinado à ruminação de um bolo; e a
374 eficiência de alimentação e ruminação em g de MS/hora e g de FDNcp/hora, pela
375 razão entre o consumo de MS ou FDNcp e o tempo despendido diariamente com
376 alimentação e ruminação, respectivamente.

377 Os tempos gastos em alimentação (TA), tempo de ruminação (TR) e outras
378 atividades (TO) foram calculados de acordo com o método descrito por Silva et al.
379 (2010). O número de bolos ruminados (NBR), tempo de mastigação por bolo
380 (TMB) e tempo de mastigação total (TMT), além das eficiências de alimentação

381 (EA) e ruminação (ER), foram determinados conforme descrito por Burguer et al.
382 (2000) e Polli et al. (1996).

383

384 **4.3.6 Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana**

385

386 Foram coletadas amostras *spot* de urina por micção espontânea dos
387 cordeiros, quatro horas após a alimentação, no 5º dia do primeiro, segundo, terceiro
388 e quarto períodos experimentais. Uma alíquota de 10 mL de urina da amostra foi
389 diluída em 40 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,036 N e imediatamente armazenada
390 a -10°C, para posteriores análises de creatinina, ureia e nitrogênio total.

391 O volume urinário dos cordeiros foi obtido pela razão da excreção diária de
392 creatinina (mg kg⁻¹ PC) e da concentração média de creatinina (mg dL⁻¹) da
393 amostra *spot* de urina, multiplicando-se o resultado pelo respectivo peso corporal
394 (PC) médio de cada cordeiro, em cada período experimental, para estimativa da
395 excreção diária dos metabólitos urinários. O valor médio de 23,2 (mg kg⁻¹ PC),
396 obtido por Kozloski et al. (2005), foi usado para obtenção da excreção diária total
397 de creatinina.

398 Kit comercial Bioclin[®] foi usado para obter a quantificação das
399 concentrações de creatinina e ácido úrico, sendo o teor de nitrogênio total obtido
400 pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1990).

401 A excreção de derivados de purinas totais (DP) foi obtida pela soma das
402 quantidades de alantoína, ácido úrico e xantina-hipoxantina excretadas na urina
403 (mmol L⁻¹).

404 A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol dia⁻¹) foi estimada
405 pela excreção de derivados de purinas totais (mmol dia⁻¹), por meio da equação
406 proposta por Chen & Gomes (1992), para ovinos:

$$407 \quad DP \text{ (mmol dia}^{-1}\text{)} = 0,84 PA + (0,150 PC^{0,75} e^{-0,25PA})$$

408 em que: PA são as purinas absorvidas (mmol dia⁻¹).

409 A produção microbiana (g.dia⁻¹) foi calculada em função das purinas
410 absorvidas (PA, mmol dia⁻¹), utilizando-se a equação descrita por Chen & Gomes
411 (1992):

412
$$NM = 70 PA / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$$

413 em que: 70 é o conteúdo de N de purinas (mg N mmol dia⁻¹); 0,83, a digestibilidade
414 das purinas microbianas absorvidas; e 0,116, a razão N-purina/N-total nas
415 bactérias.

416 O balanço dos compostos nitrogenados (N) foi obtido pela diferença entre
417 o total de N consumido e o total de N excretado nas fezes e na urina.

418

419 **4.3.7 Desempenho, características de carcaça**

420

421 O peso corporal inicial dos cordeiros (PCi) foi obtido no 1º dia do período
422 experimental. Foram realizadas quatro pesagens (após jejum sólido de 16 horas),
423 com intervalos de 14 dias, determinando-se o peso corporal final (PCf) na última
424 pesagem, para avaliação do desempenho dos cordeiros.

425 O ganho médio diário (GMD) foi determinado como
426 $GMD = [(PCf - PCi) / \text{dias de confinamento}]$ e a eficiência alimentar (EA), como o
427 quociente de ganho médio diário (GMD) pelo consumo de matéria seca (CMS),
428 durante os 56 dias de experimentação.

429 Os procedimentos de abate foram realizados de acordo com os métodos
430 recomendados pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2017). No momento do
431 abate, sob avaliação sanitária de um médico veterinário, os animais foram
432 insensibilizados por concussão cerebral, através de pistola de dardo cativo, e logo
433 após submetidos à sangria por secção das artérias carótidas e da veia jugular.

434 Em sequência, procedeu-se à retirada de pele, órgãos correspondentes ao
435 sistema respiratório, trato gastrointestinal (TGI), cabeça, patas e órgãos do aparelho
436 reprodutor, para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ). Os órgãos do trato
437 gastrointestinal (TGI), da vesícula biliar e bexiga foram pesados cheios e vazios,
438 para computação do peso de corpo vazio (PCVZ). O rendimento de carcaça
439 verdadeiro foi computado pela equação $RCV\% = PCQ / PCVZ \times 100$ (Hernández-
440 Cruz et al., 2009).

441 A obtenção dos cortes foi iniciada com a retirada do pescoço e da cauda,
442 seguida de secção longitudinal na coluna vertebral, dividindo as carcaças em duas

443 partes de proporções semelhantes. A meia-carcaça esquerda de cada animal teve
444 seu peso aferido e, em seguida, foi dividida em cinco regiões anatômicas: paleta
445 (desarticulação da escápula e desprendimento do corte da carcaça), lombo (situado
446 entre a 1^a e 6^a vértebra lombar), perna (entre última vértebra lombar e a primeira
447 vértebra sacra), costeleta (localizado entre a 1^a e 13^a vértebra torácica mais um
448 terço do corpo das costelas correspondentes) e costela-fralda (equivalente a região
449 do esterno e os dois terços restantes da área torácica). O rendimento percentual de
450 cada corte em relação à meia-carcaça foi calculado com o peso dos cortes.

451

452 **4.3.8 Análise econômica**

453 Somente os custos com ingredientes da dieta dos animais foram
454 contabilizados na avaliação econômica, ignorando-se os demais: instalações, mão
455 de obra, água, energia etc. Foram adotados preços de mercado da região onde foi
456 realizada a pesquisa, fazendo relação com o peso vivo dos cordeiros (Rodrigues et
457 al., 2013).

458

459 **4.3.9 Análise estatística**

460 Foi realizado um estudo para verificar se as pressuposições de distribuição
461 normal e de homocedasticidade dos dados foram atendidas.

462 Os dados foram analisados pelo modelo matemático:

463

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon,$$

464 em que Y_{ijk} = valores observados para as variáveis no nível i de dietas
465 experimentais (grupos de manejo alimentar) na repetição k .; μ = média comum a
466 todas as observações; α_i = efeito de i de grupos de manejo alimentar com diferentes
467 níveis de forragem na dieta; e ε = erro aleatório.

468

469 Os dados foram submetidos à análise de variância, com média dos quatro
470 níveis de forragem na dieta comparada por contrastes polinomiais, utilizando-se o
471 procedimento GLM e regressão pelo procedimento REG, pertencente ao pacote de
ferramentas do Software SAS® (Statistical Analysis System, versão 9.1).

472 O peso corporal inicial (PCi) foi utilizado como covariável, para os dados
473 de desempenho. Os modelos de regressão foram selecionados com base nos
474 coeficientes de determinação e na significância dos coeficientes de regressão.

475 Para todos os procedimentos estatísticos, adotou-se 0,05 como nível crítico
476 de probabilidade para erro tipo I.

477

478 **5. RESULTADOS**

479

480 **5.1 Consumo e digestibilidade**

481

482 À medida que se aumentou a proporção de forragem na dieta, houve
483 redução linear ($P < 0,05$) nos consumos de MS (g dia^{-1} ; g kg^{-1} PC e g kg^{-1} $\text{PC}^{0,75}$),
484 MO, EE, PB, CNF e ED e aumento ($P < 0,05$) nos consumos de MSi, FDNi e
485 FDNcp (Tabela 2). Logo, a cada 200 g kg^{-1} MS de aumento na proporção de
486 forragem na dieta, o consumo de FDNi aumentou $33,2 \text{ g dia}^{-1}$ e os consumos de
487 MS e ED reduziram, respectivamente, em $124,2 \text{ g dia}^{-1}$ e $2,72 \text{ MJ dia}^{-1}$.

488 O aumento da proporção de forragem na dieta diminuiu linearmente
489 ($P < 0,05$) as digestibilidades aparentes de MS, MO, PB e CNF, de forma que, a
490 cada 200 g kg^{-1} de aumento na proporção de forragem na dieta, a digestibilidade
491 aparente da MO reduziu em $11,36 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de MS. O coeficiente de digestibilidade
492 de FDNcp e EE apresentou efeito quadrático.

493

494

495

496

497

498

499

Tabela 2. Consumo e digestibilidade aparente de cordeiros, em função do nível de forragem na dieta

Item	Nível de forragem (g kg ⁻¹ MS)				EPM	Valor P	
	200	400	600	800		L	Q
Consumo (g kg ⁻¹ MS)							
MS							
(g/d)	1171,2	1108,9	941,2	804,0	18,65	<0,001 ¹	0,137
(g kg PC)	39,7	37,1	32,0	26,8	0,57	<0,001 ²	0,121
(g kg C ^{0,75})	92,2	86,5	74,2	62,5	1,26	<0,001 ³	0,122
MSi	157,2	196,7	220,0	227,3	3,85	<0,001 ⁴	<0,009
FDNi	81,6	133,7	170,6	179,2	4,22	<0,001 ⁵	<0,001
MO	1099,1	1041,7	883,6	761,7	17,31	<0,001 ⁶	0,178
EE	33,1	33,8	30,8	21,0	0,62	<0,001 ⁷	<0,001
PB	165,8	152,7	133,6	103,5	2,79	<0,001 ⁸	<0,011
FDNcp							
(g/d ⁻¹)	248,9	328,8	372,7	384,5	6,83	<0,001 ⁹	<0,001
(g kg ⁻¹ PC)	8,5	11,1	12,7	13,1	0,25	<0,001 ¹⁸	<0,007
CNF	676,6	550,3	366,8	270,0	16,03	<0,001 ¹⁰	0,249
EDMJ	16,54	13,03	9,56	8,26	0,34	<0,001 ¹¹	<0,001
Digestibilidade (g 100g ⁻¹ MS)							
MS	75,3	61,4	51,0	51,3	1,38	<0,001 ¹²	0,891
MO	76,1	63,0	53,2	54,2	1,31	<0,001 ¹³	<0,001
PB	73,5	61,8	57,8	58,2	0,97	<0,001 ¹⁴	<0,001
FDNcp	49,7	43,3	43,4	50,1	1,36	<0,886	<0,004 ¹⁵
EE	91,3	82,1	83,0	86,2	0,69	<0,024	<0,001 ¹⁶
CNF	87,2	75,8	63,1	59,3	0,90	<0,001 ¹⁷	<0,017

Equações: ¹ $\hat{Y} = 1333,2 - 0,6221x$; ² $\hat{Y} = 42,004 - 0,0167x$; ³ $\hat{Y} = 99,407 + 0,0412x$; ⁴ $\hat{Y} = 144,62 + 0,1177x$; ⁵ $\hat{Y} = 60,601 + 0,166x$; ⁶ $\hat{Y} = 1246,3 - 0,5686x$; ⁷ $\hat{Y} = 39,517 - 0,0187x$; ⁸ $\hat{Y} = 191,56 - 0,1012x$; ⁹ $\hat{Y} = 225,58 + 0,2258x$; ¹⁰ $\hat{Y} = 818,42 - 0,688x$; ¹¹ $\hat{Y} = 18,89 - 0,0136x$ ¹² $\hat{Y} = 80,03361 - 0,03982x$; ¹³ $\hat{Y} = 80,28676 - 0,03650x$; ¹⁴ $\hat{Y} = 74,02668 - 0,02172x$; ¹⁵ $\hat{Y} = 60,04495 - 0,07023x + 0,00007119x^2$; ¹⁶ $\hat{Y} = 102,73989 - 0,07395x + 0,00006700x^2$; ¹⁷ $\hat{Y} = 94,70595 - 0,04649x$; ¹⁸ $\hat{Y} = 6,79684 + 0,00901x$; MS: matéria seca, MO: matéria orgânica, EE: extrato etéreo, PB: proteína bruta, FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF: carboidratos não-fibrosos, MSi: matéria seca indigestível, FDNi: fibra em detergente neutro indigestível, EDMJ: energia digestível mega joules; EPM: erro-padrão da média; L: linear; Q: quadrática.

503 **5.2 Comportamento ingestivo**

504

505 Conforme a proporção de forragem na dieta elevou-se, houve aumento
 506 linear no tempo de alimentação ($P = 0,002$) e no tempo gasto em ruminação
 507 ($P < 0,001$), mas o tempo de ócio reduziu-se ($P < 0,001$) (Tabela 3).

508 A eficiência (MS g h^{-1}) de alimentação ($P < 0,001$) e ruminação ($P < 0,001$)
 509 diminuiu linearmente com decréscimo de 7,78 e 0,9 g MS h^{-1} , respectivamente, a
 510 cada 200 g kg^{-1} MS de forragem adicionado às dietas, enquanto a eficiência de
 511 ruminação FDNcp teve aumento de 0,36 g MS h^{-1} .

512

513 Tabela 3. Parâmetros de comportamento alimentar de cordeiros, em função do
 514 nível de forragem na dieta

Item	Nível de forragem (g kg^{-1} MS)				EPM	Valor P	
	200	400	600	800		L	Q
TA (min/dia)	243,7	262,8	303,9	294,2	6,57	<0,002 ¹	0,269
TR (min/dia)	435,1	488,3	517,7	533,7	8,37	<0,001 ²	0,235
TO (min/dia)	761,2	688,9	618,5	612,1	13,59	<0,000 ³	0,097
NBR (dia)	680,0	697,1	793,6	786,5	680,0	<0,007 ⁴	0,702
TMB (s/bolo)	39,8	43,2	40,1	41,8	39,8	0,578	0,421
TMT (h)	11,2	12,4	13,6	13,6	11,2	<0,000 ⁵	0,082
EA (MS)	316,6	290,9	226,7	195,7	9,73	<0,001 ⁶	0,841
EA (FDNcp)	68,2	94,2	96,5	103,1	2,87	<0,001 ⁷	<0,047
ER (MS)	163,8	142,7	121,5	98,2	4,14	<0,001 ⁸	0,860
ER (FDNcp)	35,9	46,6	51,9	51,6	1,15	<0,001 ⁹	<0,009

515 EPM: erro-padrão da média, TA: tempo de alimentação, TR: tempo de ruminação, TO: tempo em ócio,
 516 NBR: número de bolos ruminados por dia, TMB: tempo de mastigação por bolo, TMT: tempo de
 517 mastigação total, EA (MS): eficiência de alimentação da matéria seca; ER (MS): eficiência de ruminação
 518 da matéria seca; EA (FDNcp): eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas
 519 e proteínas; ER (FDNcp): eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e
 520 proteínas.

521 $^1\hat{Y} = 215,3753 + 0,11629x$, $^2\hat{Y} = 400,8316 + 0,19149x$, $^3\hat{Y} = 823,79297 - 0,30777x$, $^4\hat{Y} = 1698,591 +$
 522 $0,70075x$, $^5\hat{Y} = 10,17053 + 0,00506x$, $^6\hat{Y} = -0,25041x + 389,50266$, $^7\hat{Y} = 0,03887x + 73,4117$,
 523 $^8\hat{Y} = -0,12131x + 195,2178$, $^9\hat{Y} = 0,02167x + 36,5938$.

524 EPM: erro-padrão da média; L: linear; Q: quadrática.

525

526

527 5.3 Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana

528

529 O aumento na proporção de forragem causou redução linear ($P < 0,05$) do
 530 nitrogênio ingerido $P = (0,001)$, absorvido $P = (0,001)$ e retido $P = (0,001)$ (Tabela
 531 4). A produção de proteína microbiana não apresentou efeito significativo
 532 ($P > 0,05$).

533 Com a redução do concentrado e o aumento da forragem na dieta, houve
 534 redução no consumo e na digestibilidade de PB de 37,6 e 20,8%, respectivamente,
 535 entre 200 e 800 g kg^{-1} MS de forragem, com diminuição de 51,2 e 56,0% do
 536 nitrogênio absorvido e retido. Em razão de as dietas não serem isoproteicas, as
 537 maiores proporções de forragem e o menor consumo de PB reduziram o balanço
 538 de nitrogênio.

539

540

541

542 Tabela 4. Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em cordeiros,
 543 em função do nível de forragem na dieta

544

Item	Nível de forragem (g kg^{-1} MS)				EPM	Valor P	
	200	400	600	800		L	Q
	Nitrogênio (g kg^{-1} MS/dia)						
Ingerido	26,5	24,4	21,4	16,6	0,45	<0,001 ¹	0,012
Fecal	4,91	5,38	6,68	5,89	0,35	0,221	0,396
Urinarío	10,85	12,87	11,36	12,09	0,44	0,640	0,520
Absorvido	21,62	19,06	14,71	10,67	0,54	<0,001 ²	0,446
Retido	11,76	7,29	4,88	4,37	0,52	<0,001 ³	0,093
	Produção microbiana g dia^{-1}						
Pmic	104,4	107,9	110,1	69,1	7,22	0,289	0,318

545 ¹ $\hat{Y} = 30,11571 - 0,01445x$, ² $\hat{Y} = 24,30625 - 0,01288x$, ³ $\hat{Y} = 12,39681 - 0,01142x$, EPM: erro-padrão da média,
 546 L: linear, Q: quadrática, Significância de $P < 0,05$, Pmic: proteína bruta microbiana.

547

548

549

550

551 5.4 Desempenho dos cordeiros

552

553 O aumento da proporção de forragem na dieta reduziu linearmente o peso
 554 final ($P = 0,001$), ganho total ($P = 0,001$), ganho médio diário ($P = 0,001$) e a
 555 eficiência alimentar ($P = 0,001$), logo, a inclusão de maiores proporções de
 556 forragem diminuiu o desempenho dos cordeiros. Estimou-se redução de 36,12 g
 557 no GMD para cada 200 g kg^{-1} MS de forragem adicionado às dietas (Tabela 5).

558

559

560 Tabela 5 - Desempenho e eficiência alimentar (EA) de cordeiros, em função do
 561 nível de forragem na dieta

Item	Nível de forragem (g kg^{-1} MS)				EPM	Valor P	
	200	400	600	800		L	Q
Peso inicial (kg)	26,8	26,3	26,4	25,3	0,58	-	-
Peso final (kg)	38,0	33,8	33,2	32,1	0,82	<0,001 ¹	0,072
Ganho total (kg)	10,8	6,4	5,9	4,8	0,66	<0,001 ²	0,072
GMD (g.dia^{-1})	191,9	114,9	104,4	85,8	11,82	<0,001 ³	0,071
EA (g GMD kg^{-1} CMS)	160,4	102,4	105,4	98,2	8,34	<0,001 ⁴	0,648

562 ¹ $\hat{Y} = 40,75 - 0,0119x$, ² $\hat{Y} = 12,1667 - 0,0101x$, ³ $\hat{Y} = 217,333 - 0,1806x$, ⁴ $\hat{Y} = 172,12500 -$
 563 $0,10635x$. EPM: erro-padrão da média, L: linear, Q: quadrática, Significância de $P < 0,05$.

564

565

566 5.5 Rendimento de carcaça

567

568 Maiores proporções de forragem na dieta resultaram em menores pesos de
 569 abate ($P = 0,001$), carcaça quente ($P = 0,001$) e corpo vazio ($P = 0,009$), em que se
 570 estimou redução, respectivamente, de 2,38; 1,62 e 2,24 kg para cada 200 g kg^{-1} de
 571 forragem adicionado à dieta. Não houve efeito ($P > 0,05$) da adição de forragem à
 572 dieta para rendimento de carcaça verdadeiro (RCV, $\hat{Y} = 55,4$). A área de olho-de-
 573 lombo (AOL) apresentou redução nos valores médios com o aumento das
 574 proporções de forragem nas dietas (Tabela 6).

575

576 Tabela 6. Rendimento de carcaça de cordeiros, em função do nível de forragem
577 na dieta

Item	Níveis de forragem (g kg ⁻¹ MS)				EPM	Valor P	
	200	400	600	800		L	Q
PA(kg)	36,4	31,9	30,9	30,4	0,81	<0,001 ¹	<0,034
PCQ(kg)	17,6	15,4	14,6	14,1	0,53	<0,001 ²	0,105
PCV(kg)	30,8	27,8	26,4	26,6	0,83	<0,009 ⁴	0,119
RCV(%)	57,2	55,52	55,2	53,0	0,65	0,131	0,885
AOL(cm ²)	13,3	13,3	13,9	11,3	0,46	<0,028	0,794

578 Equações: ¹ $\hat{Y} = 38,9167 - 0,0119x$, ² $\hat{Y} = 19,7158 - 0,0081x$, ³ $\hat{Y} = 19,7675 - 0,0082x$, ⁴ $\hat{Y} = 33,9142$
579 $- 0,0112x$, ⁵ $\hat{Y} = 3,14414 - 0,00240x$

580 PA: peso de abate, PCQ: peso de carcaça quente, PCV: peso de carcaça verdadeiro (PCV),
581 RCV: rendimento de carcaça verdadeiro, AOL: área de olho-de-lombo, EPM: erro-padrão da
582 média,

583 L: linear, Q: quadrática, significância de $P < 0.05$.

584

585

586

587

588

589 5.6 Cortes comerciais

590

591 Foi constatada diferença significativa ($P < 0,05$) para peso de meia-carcaça
592 (PMC) e pescoço. Para paleta ($\hat{Y} = 20,3$), perna ($\hat{Y} = 32,3$), lombo ($\hat{Y} = 6,3$) e
593 costeleta ($\hat{Y} = 15,4$) não houve diferenças significativas entres as proporções de
594 forragem na dieta (Tabela 7).

595

596

597

598 Tabela 7. Cortes comerciais, em relação à meia-carcaça de cordeiros, em função
599 do nível de forragem na dieta

600

Item	Nível de forragem (g kg ⁻¹ MS)				EPM	Valor P	
	200	400	600	800		L	Q
PMC (kg)	8,6	7,5	6,9	6,7	0,26	<0,001 ¹	0,210
Pescoço (%)	4,6	6,4	5,7	7,3	0,22	<0,001 ²	0,721
Paleta (%)	20,4	18,1	19,9	21,4	0,39	0,301	0,093
Fralda (%)	20,3	19,3	19,9	18,2	0,52	0,264	0,730
Perna (%)	31,5	31,9	32,9	33,6	0,35	0,054	0,851
Lombo (%)	6,6	6,9	6,0	6,1	0,23	0,372	0,822
Costeleta (%)	16,6	17,3	15,6	13,4	0,47	<0,046	0,225

601 ¹ $\hat{Y} = 9,56217 - 0,00402x$, ² $\hat{Y} = 4,3858 - 0,00306x$, PMC; peso de meia-carcaça, EPM: erro-padrão
602 da média; L: linear; Q: quadrática; Significância de $P < 0.05$.

603

604 **5.7 Avaliação econômica da dieta**

605

606 Embora o aumento dos níveis da forragem tenha reduzido o custo por
 607 tonelada de matéria seca das dietas (R\$ por kg de matéria seca) e o custo diário
 608 por animal, a receita total também reduziu (R\$ 0,09 animal⁻¹ dia⁻¹), com maior
 609 conversão alimentar e menor ganho de peso (redução de 55,16%). O custo por
 610 quilo de ganho de peso aumentou com os níveis crescentes de forragem na dieta,
 611 além do custo total com alimentação (86,44% da receita). Portanto, nem sempre é
 612 obtido melhor custo-benefício com dietas mais baratas (Tabela 8).

613

614

615

616 Tabela 8. Avaliação econômica das dietas experimentais, em função do nível de
 617 forragem nas dietas

Indicadores	Nível de forragem (g kg ⁻¹ MS)			
	200	400	600	800
Custo da dieta (R\$ por kg)(1)	0,90	0,84	0,77	0,71
Custo diário da dieta (R\$ por animal)	1,05	0,95	0,74	0,59
Tempo de confinamento (dias)	56,00	56,00	56,00	56,00
Custo do ganho de peso (R\$ por kg)(2)	5,44	5,75	5,69	6,48
Custo total com ração (R\$)(3)	58,45	37,06	33,33	31,25
Custo total (% da receita total)	72,49	76,73	75,84	86,44
Diferença de custo total (%)(4)	0,00	44,28	57,15	75,24
Total da receita (R\$)(5)	80,63	48,30	43,95	36,15
Margem bruta (R\$)(6)	22,18	11,24	10,62	4,90
Margem bruta (R\$ por dia)	0,40	0,20	0,19	0,09

618 Valores médios (R\$) por tonelada de matéria seca dos alimentos.

619 (1): R\$ 191,05 (silagem de milho); R\$ 334,33 (milho grão); R\$ 511,75 (farelo de soja); R\$ 280,00 (torta
 620 de girassol); R\$ 1.150,00 (ureia) e R\$ 1.200,00 (sal mineral).

621 (2) Conversão alimentar multiplicada pelo custo da dieta.

622 (3) Custo do ganho de peso multiplicado pelo ganho de peso total.

623 (4) Diferença entre o custo total da dieta com forragem menos o custo total da dieta sem forragem, em
 624 porcentagem do custo total da dieta sem forragem.

625 (5) Ganho de peso total multiplicado pelo preço recebido.

626 (6) Receita menos o custo total com ração.

627

628

629

630 6. DISCUSSÃO

631

632 A redução do CMS com o aumento dos níveis de forragem tem relação
633 direta com o aumento da concentração de FDN na dieta, pois, com a diminuição
634 de concentrado nas dietas, o tempo de retenção do alimento aumenta, limitando a
635 capacidade ruminal, o que causa regulação física do consumo por enchimento
636 ruminal (Akbar, 2018; Grant & Ferraretto, 2018).

637 O aumento no consumo de FDN pode não somente limitar o consumo, mas
638 também aumentar a frequência com que os animais visitam o cocho para
639 alimentação, causada pela redução na densidade energética da dieta. Isso explica
640 o aumento no tempo gasto com alimentação e ruminação e redução do tempo em
641 ócio (Moyo et al., 2018; Sari et al., 2018; Gallo et al., 2019).

642 A digestão ruminal é influenciada por fatores como tamanho de partículas,
643 concentração de FDN, tempo de exposição do alimento à microbiota ruminal, pH
644 ruminal e taxa de passagem.

645 O fator que mais impactou na digestibilidade MO foi a proporção de
646 FDN_{cp}, que aumentou com a proporção de forragem na dieta — para cada
647 200 g kg⁻¹ de aumento na proporção de forragem na dieta, houve aumento de
648 90,5 g kg⁻¹ MS da proporção de FDN_{cp} e redução de 3,86 g 100 g⁻¹ MS da
649 digestibilidade da FDN_{cp}.

650 Cordeiros alimentados com 800 g kg⁻¹ MS de forragem mostraram maiores
651 valores médios de digestibilidade para a maioria dos nutrientes, exceto para o CNF,
652 o que tem relação com a maior permanência do alimento no ambiente ruminal
653 (Bidgoli et al., 2018).

654 O tempo de mastigação total (TMT) e o número de bolos ruminados (NBR)
655 elevaram-se com o aumento da concentração de FDN da dieta e a redução da
656 digestibilidade, sendo necessário dispender mais tempo na redução das partículas
657 para a saída do rúmen.

658 O efeito quadrático para o coeficiente de digestibilidade de EE e FDN
659 provavelmente se deu pelo menor consumo e maior tempo de permanência no
660 ambiente ruminal, com proporções de 800 g kg⁻¹ MS de forragem.

661 A forma física da dieta e o conteúdo de FDN acarretou maior tempo de
662 ruminação e menor CMS pelo efeito físico de enchimento ruminal dos cordeiros,
663 assim, a redução do aporte de energia reduz os valores de GMD e prejudica o
664 desempenho de cordeiros (Moreno et al., 2010; Carvalho et al., 2017; Estrada-
665 Angulo et al., 2019).

666 A participação da FDN oriunda da forragem no presente experimento variou
667 de 124 a 496 g kg⁻¹ de MS de FDN, o que ultrapassou o valor de 60 g kg⁻¹ de MS
668 de FDN recomendado por Flores-Mar et al. (2017), para que não prejudique o
669 desenvolvimento dos animais.

670 Com a redução no consumo de energia entre as dietas com 200 e 800 g kg⁻¹
671 MS de forragem, o desempenho dos animais foi comprometido, visto que nesta
672 pesquisa o consumo de energia pelos cordeiros foi no máximo de 16,54 MJ dia⁻¹
673 de ED — valor inferior à recomendação do NRC (2007) para essa categoria
674 (17,45 MJ dia⁻¹ de ED).

675 Devido ao aumento nas proporções de forragem nas dietas dos cordeiros,
676 possivelmente, houve alteração da relação de ácidos graxos voláteis produzidos no
677 processo de fermentação pela microbiota ruminal, predominando o ácido acético,
678 o que reflete em maior produção de CH₄ (Silva et al., 2017) e perda energética, o
679 que reflete em menor ganho de peso.

680 Ao reduzir as proporções de concentrado na dieta, a maior participação de
681 PB foi da forragem, passando de 22,1 para 53,2% da PB total das dietas,
682 influenciando a digestibilidade e o crescimento da microbiota ruminal (Valente et
683 al., 2016; Holman et al., 2018), o que acabou interferindo no balanço de nitrogênio
684 entre as dietas avaliadas.

685 O principal fator da diminuição dos valores médios observados para a
686 absorção e retenção de nitrogênio reside no menor consumo de PB, causado pela

687 redução do CMS, e na desigualdade da concentração de proteína entre as dietas.
688 Além disso, o aumento na proporção de forragem implica na redução da
689 disponibilidade de PB potencialmente digestível, o que reflete no aumento de N
690 excretado pelas fezes (Zhao et al., 2016).

691 A recomendação de PB para a categoria estudada pelo NRC (2007) é de
692 119 g dia⁻¹, o que foi alcançado pela maioria das dietas, exceto para o grupo de
693 cordeiros recebendo 800 g kg⁻¹ de MS de forragem — de 103,52 g dia⁻¹ de PB.

694 O aumento na proporção de forragem nas dietas foi responsável pelos
695 maiores tempos de alimentação e ruminação e consequente redução do tempo em
696 ócio, sendo o incremento de FDN responsável pela redução do CMS e consequente
697 diminuição da taxa de passagem do alimento no rúmen (Moyo et al., 2018; Sari et
698 al., 2018; Gallo et al., 2019).

699 A concentração de FDN da dieta e redução da digestibilidade respondem
700 pelos maiores valores médios das eficiências de alimentação (EA) e ruminação
701 (ER) da FDN, com o aumento das proporções de forragem, assim como promovem
702 maior tempo de processamento do alimento, elevando o tempo de mastigação total
703 (TMT) e o número de bolos ruminados (NBR).

704 Os valores médios para NBR dia⁻¹ encontrados no presente estudo
705 apresentaram comportamento similar aos obtidos por Azevedo et al. (2013), de
706 566,65; 761,88; 795,78; e 781,82, trabalhando com níveis de torta de macaúba (0,
707 100, 200 e 300 g kg⁻¹ na MS) para cordeiros.

708 A diferença no consumo de FDN e energia entre as dietas impactou no PCQ
709 e PCV. Esse comportamento também foi observado por Gallo et al. (2019), quando
710 avaliaram três níveis de FDN (150, 200 e 250 g kg⁻¹ de MS) e perceberam que
711 menores níveis de FDN favorecem maiores pesos de carcaça, em função da maior
712 relação de energia.

713 Os valores de AOL dos cordeiros seguem a tendência dos pesos das
714 carcaças, sendo influenciados pelo aumento da proporção de forragem nas dietas.
715 Dietas com maior concentração de energia e conteúdo proteico adequado para

716 categoria promovem o crescimento dos tecidos musculares (Brand et al., 2018),
717 fato corroborado por Nascimento et al. (2020), em um estudo com cordeiros
718 confinados. Esses autores trabalharam com proporções de forragem e concentrado
719 na dieta e constataram que a densidade energética promoveu maiores ganhos
720 musculares, o que culminou no aumento da AOL.

721 A margem bruta indica o retorno gerado com a venda dos cordeiros menos
722 os custos de produção no sistema de confinamento. Com a redução do ganho de
723 peso e da margem de lucro, fica claro não ser uma opção confinar animais com
724 proporções da forragem utilizada acima de 200 g kg⁻¹ de MS, visto que o
725 desempenho produtivo poderá ser afetado negativamente (Rodríguez-Hernández
726 et al., 2019).

727 O aumento da proporção de forragem nas dietas foi uma alternativa para
728 reduzir os custos com alimentação, que correspondem a aproximadamente 70%
729 dos custos de produção (Romão et al., 2017).

730 No entanto, houve redução da margem de lucro, atribuída principalmente
731 ao maior custo da ração e menor ganho de peso dos cordeiros.

732 Apesar da diminuição do custo por tonelada de matéria seca das dietas e do
733 custo diário por animal, a receita total também diminuiu, o que demonstra
734 desaceleração no ganho de peso condicionado pela densidade energética da dieta
735 (Yerradoddi et al., 2015), que reduziu com o aumento dos níveis de forragem.

736 O resultado da lucratividade do sistema de produção é influenciado pela
737 receita, que nesta pesquisa foi vantajosa em dietas com proporções de 200 g kg⁻¹
738 de MS de forragem.

739

740

741 7. CONCLUSÕES

742

743 Nas condições avaliadas, o aumento na proporção de forragem em dietas
744 para cordeiros confinados reduz o consumo e a digestibilidade dos nutrientes,
745 além de diminuir o desempenho e a eficiência alimentar.

746 Para obtenção de maior retorno econômico, devem-se usar 200 g kg⁻¹ MS
747 da forragem na dieta para confinamento de cordeiros.

748

749

750

751

752

753

754 **REFERÊNCIAS**

755

756 ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen
757 and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80,
758 n.7 p.1447-1462, 1997.

759 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official**
760 **methods of analysis**. v.1, 15.ed., Arlington, Virginia. 1117, 1990p.

761 AKBAR, N. Physical and metabolic constraints on feed intake in ruminants: a
762 systematic model. **Journal Advances in Dairy Research**, v.6, n.2, 2018.

763 AZEVEDO, R.A.; RUFINO, L.M.A.; SANTOS, A.C.R.; JÚNIOR, R.;
764 RODRIGUEZ, N.M.; GERASEEV, L.C. Comportamento ingestivo de cordeiros
765 alimentados com torta de macaúba. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**
766 **e Zootecnia**, p.490-496, 2013.

767 BRASIL. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem
768 Animal (RIISPOA), 108f. Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta
769 a Lei n. 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a lei nº 7.889, de 23 de novembro de
770 1989, que dispõem sobre a Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem
771 Animal. **Diário Oficial da União**, Seção 1, p. 3-27. Brasília, 30 mar. 2017.

772 BRANCO, R.H.; RODRIGUES, M.T.; SILVA, M.D.; RODRIGUES, C.A.F.;
773 QUEIROZ, A.D.; ARAÚJO, F.D. Efeito dos níveis de fibra da forragem sobre o
774 consumo, a produção e a eficiência de utilização de nutrientes em cabras
775 lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2477-2485, 2010.

776 BURGUER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.D.; COELHO DA SILVA,
777 J.F., VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; CASALI, A.D.P.
778 Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas
779 contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29,
780 p.236-242, 2000.

781 BRAND, T.S.; VAN DER MERWE, D.A.; HOFFMAN, L.C.; GELDENHUYS,
782 G. The effect of dietary energy content on quality characteristics of Boer goat
783 meat. **Meat Science**, v.139, p.74-81, 2018.

784 BIDGOLI, R.D. Forage quality of *Calligonum comosum* in three phenological
785 growth stages (Case study: Kashan Rangelands, Iran). **Journal of Rangeland**
786 **Science**, v.8, n.3, p.309-314, 2018.

787 BI, Y.; ZENG, S.; ZHANG, R.; DIAO, Q.; TU, Y. Effects of dietary energy levels
788 on rumen bacterial community composition in Holstein heifers under the same
789 forage to concentrate ratio condition. **BMC Microbiology**, v.18, n.1, p.69, 2018.

790 CARDOSO, A.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B.; JOCHIMS,
791 F.; HASTENPFLUG, M.; WOMMER, T.P. Consumo de nutrientes e desempenho
792 de cordeiros alimentados com dietas que contem diferentes níveis de fibra em
793 detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.215-221, 2006.

- 794 CARVALHO, S.; BROCHIER, M.A.; PIVATO, J.; VERGUEIRO, A.;
795 TEIXEIRA, R.C.; KIELING, R. Desempenho e avaliação econômica da
796 alimentação de cordeiros confinados com dietas contendo diferentes relações
797 volumoso:concentrado. **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1411-1417, 2007.
- 798 CARVALHO, G.G.P.; REBOUÇAS, R.A.; CAMPOS, F.S.; SANTOS, E.M.;
799 ARAÚJO, G.G.L.; GOIS, G.C.; CIRNE, L.G.A. Intake, digestibility, performance,
800 and feeding behavior of lambs fed diets containing silages of different tropical
801 forage species. **Animal Feed Science and Technology**, v.228, p.140-148, 2017.
- 802 COWLEY, F.; JENNINGS, J.; COLE, A.; BEAUCHEMIN, K. Recent advances
803 to improve nitrogen efficiency of grain-finishing cattle in North American and
804 Australian feedlots. **Animal Production Science**, v.59, n.11, p.2082-2092, 2019.
- 805 CUNHA, M.D.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M.F.
806 Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados
807 alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão
808 integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n. 6, p.1112-1120, 2008.
- 809 CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and
810 cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical
811 details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. **Rowett Research**
812 **Institute**. Aberdeen, UK. (Occasional publication). 21p, 1992.
- 813 CHINGALA, G.; RAFFRENATO, E.; DZAMA, K.; HOFFMAN, L.C.; MAPIYE,
814 C. Intake, digestibility, rumen protein synthesis, and growth performance of
815 Malawi Zebu steers fed diets containing rangeland-based protein
816 sources. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 1, p. 199-204, 2019.
- 817 CHILUWAL, A.; SINGH, H.P.; SAHOO, K.; PAUDEL, R.; WHITHEAD, W.F.;
818 SINGH, B.P. Napiergrass has dual use as biofuel feedstock and animal
819 fodder. **Agronomy Journal**, v.111, n.4, p.1752-1759, 2019.
- 820 DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; HENRIQUES, L.T.;
821 PAULINO, M.F.; MAGALHÃES, K.A.; CHIZZOTTI, M.L. Prediction of the
822 energy value of cattle diets based on the chemical composition of the feeds under
823 tropical conditions. **Animal Feed Science and Technology**, v.143, p.127-147,
824 2008.
- 825 DIJKSTRA, J.; ELLIS, J.L.; KEBREAB, E.; STRATHE, A.B.; LÓPEZ, S.;
826 FRANCE, J.; BANNINK, A. Ruminant pH regulation and nutritional consequences
827 of low pH. **Animal Feed Science and Technology**, v.172, n.1-2, p. 22-33, 2012.
- 828 DIAZ, T.G.; BRANCO, A.F.; JACOVACI, F.A.; JOBIM, C.C.; BOLSON, D.C.;
829 DANIEL, J.L.P. Inclusion of live yeast and mannan-oligosaccharides in high
830 grain-based diets for sheep: ruminal parameters, inflammatory response and rumen
831 morphology. **Plos One**, v.13, n.2, 2018.
- 832
833 ESTRADA-ANGULO, A.; LÓPEZ-SOTO, M.A.; RIVERA-MÉNDEZ, C.R.;
834 CASTRO, B.I.; RÍOS, F.G.; DÁVILA-RAMOS, H.; PLASCENCIA, A. Effects of
835 combining feed grade urea and a slow-release urea product on performance,

- 836 dietary energetics and carcass characteristics of feedlot lambs fed finishing diets
837 with different starch to acid detergent fiber ratios. **Asian-Australasian Journal of**
838 **Animal Sciences**, v.29, n.12, p.1725, 2016.
- 839
840 EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.D.
841 Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha*
842 cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n 6, p.2200-2208
843 2000.
- 844 ELENIN, E.I.A.; EL-GALIL, E.R.A.; ETMAN, K.E.I.; EL-SHABRAWY, H.M.
845 Improvement of rumen fermentation and performance of growing lambs by adding
846 natural microbial resources. **Asian Journal of Animal Sciences**, v.10, p.202-212,
847 2016.
- 848 FERREIRA, E.M.; CASTRO FERRAZ, M.V.; BIAVA, J.S.; ASSIS, R.G.;
849 BARROSO, J.P.R.; POLIZEL, D.M.; PIRES, A.V. Implications of carbohydrate
850 sources and rate of body weight gain on puberty in ewe lambs in tropical climate
851 conditions. **Tropical Animal Health and Production**, p.1-6, 2019.
- 852
853 FLORES-MAR, J.; ZINN, R.A.; SALINAS-CHAVIRA, J. Influence of forage
854 NDF level and source in growing–finishing diets on growth performance of feedlot
855 lambs. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science**, v.67,
856 n.3-4, p.134-138, 2017.
- 857 GALLO, S.B.; BROCHADO, T.; BRANDI, R.A.; BUENO, I.C.B.; PASSARELI,
858 D.; BIRGEL, D.B.; JUNIOR, E.H.B. Implications of low fiber levels in finishing
859 lambs on performance, health, rumen, and carcass parameters. **Tropical Animal**
860 **Health and Production**, v.51, n.4, p.767-773, 2019.
- 861 GRANT, R.J.; FERRARETTO, L.F. Silage review: Silage feeding management:
862 Silage characteristics and dairy cow feeding behavior. **Journal of Dairy Science**,
863 v.10, n.5, p.4111-4121, 2018.
- 864 HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates**. Nutritional relevance
865 and analysis. Gainesville: University of Florida, 2000. 76p.
- 866 HART, K.J.; MARTIN, P.G.; FOLEY, P.A.; KENNY, D.A.; BOLAND, T.M.
867 Effect of sward dry matter digestibility on methane production, ruminal
868 fermentation, and microbial populations of zero-grazed beef cattle. **Journal of**
869 **Animal Science**, v.87, n.10, p.3342-3350, 2009.
- 870 HARRELSON, F.W.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; JACKSON,
871 D.S.; CLARK, P.M.; FITHIAN, W.A. Influence of corn hybrid, kernel traits,
872 location, and dry rolling or steam flaking on ruminal digestibility in beef
873 cattle. **Applied Animal Science**, v.35, n.1, p.8-19, 2019.
- 874 HARPER, K.J.; MCNEILL, D.M. The role iNDF in the regulation of feed intake
875 and the importance of its assessment in subtropical ruminant systems (the role of
876 iNDF in the regulation of forage intake). **Agriculture**, v.5, p.778-790, 2015.

- 877 HATFIELD, R.D.; RANCOUR, D.M.; MARITA, J.M. Grass cell walls: a story of
878 cross-linking. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p.2056, 2017.
- 879 HAN, X.; LI, B.; WANG, X.; CHEN, Y.; YANG, Y. Effect of dietary concentrate
880 to forage ratios on ruminal bacterial and anaerobic fungal populations of cashmere
881 goats. **Anaerobe**, v.59, p.118-125, 2019.
- 882 HERNÁNDEZ-CRUZ, L.; RAMÍREZ-BRIBIESCA, J.E.; GUERRERO-
883 LEGARRETA, M.I.; HERNÁNDEZ-MENDO, O.; CROSBY-GALVAN, M.M.
884 HERNÁNDEZ-CALVA, L.M.; Effects of crossbreeding on carcass and meat
885 quality of Mexican lambs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**
886 **Zootecnia**, v.61, p.475-483, 2009.
- 887 HOLMAN, J.D.; OBOUR, A.; ROBERTS, T.; MAXWELL, S. Forage type and
888 maturity effects on yield and nutritive value. **Kansas Agricultural Experiment**
889 **Station Research Reports**, v.4, n.8, p.16, 2018.
- 890 HUHTANEN, P.; DETMANN, E.; KRIZSAN, S.J. Prediction of rumen fiber pool
891 in cattle from dietary, fecal, and animal variables. **Journal of Dairy Science**, v.99,
892 n.7, p.5345-5357, 2016.
- 893 ITAVO, C.C.B.F.; ITAVO, L.C.V.; VALLE, C.B.; GURGEL, L.C.; SOARES,
894 C.M.; SILVA, P.C.G.; SOUZA ARCO, T.F.F. The residue of seed harvest from
895 tropical grasses as a roughage source in the feedlot lambs diet. **Journal of**
896 **Agricultural Studies**, v.7, n.4, p.212-224, 2019.
- 897
898 JOHNSON, T.R.; COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and
899 dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal**
900 **of Dairy Science**, v.74, p.933-944, 1991.
- 901
902 KARRI, S.; VADELA, M.B.; GUTTA, M.; ONTERU, S.K.; GUNDI, V.A.K.B.
903 Role of fiber and non fibrolytic bacteria in feed digestion in bovine rumen — an
904 overview. **International Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v.6,
905 p.207-211, 2016.
- 906
907 KOZLOSKI, G.V.; FIORENTINI, G.; HÄRTER, C.J.; SANCHEZ, L.M.B. Uso
908 da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. **Ciência Rural**,
909 v.35, n.1, p.98-102, 2005
- 910 LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of
911 procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science**
912 **Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- 913

- 914 MANN, E.; WETZELS, S.U.; WAGNER, M.; ZEBELI, Q.; SCHMITZ-ESSER,
915 S. Metatranscriptome sequencing reveals insights into the gene expression and
916 functional potential of rumen wall bacteria. **Frontiers in Microbiology**, v.9, p.43,
917 2018.
- 918 MAURI, J.; PEREIRA, D.L.; SILVA, G.A.; DAVIDE, L.C.; TECHIO, V.H.;
919 SOUZA SOBRINHO, F.; PEREIRA, F.J. Forage potential of Urochloa genotypes
920 by using leaf anatomy. **Ciência Rural**, v.49, n.4, 2019.
- 921 MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent
922 fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal**
923 **of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- 924 MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR.; G.C. (Ed.) **Forage**
925 **quality, evaluation and utilization**. Winsconsin: American Society of
926 Agronomy, 1994. p.450-493.
- 927 MORENO, G.M.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; LEÃO, A.G.; LOUREIRO,
928 C.M.B.; PEREZ, H.L.; ROSSI, R.C. Desempenho, digestibilidade e balanço de
929 nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e
930 dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.853-860, 2010.
- 931 MOYO, M.; BHIYA, S.T.; KATAMZI, M.; NSAHLAI, I.V. **Evaluation and**
932 **prediction of the nutritive value of underutilised forages as potential feeds for**
933 **ruminants**. Forage Groups, Paraíba: Intech Open, 2019. Disponível em:
934 <https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.83643>
- 935 MOYO, M.; ADEBAYO, R.A.; NSAHLAI, I.V. Effects of roughage quality,
936 period of day and time lapse after meal termination on rumen digesta load in goats
937 and sheep. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.31, n.8, p.1183,
938 2018.
- 939 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy**
940 **cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
941
- 942 NATIONAL RESEARCH COUCIL - NRC. **Nutrient requirements of small**
943 **ruminants**. 7.ed. Washington: National Academic Press, 2007. 408p.
- 944 NASCIMENTO, C.D.O.; SANTOS, S.A.; PINA, D.D.S.; TOSTO, M.S.L.;
945 PINTO, L.F.B.; EIRAS, D.N.; MOURÃO, G.B. Effect of roughage-to-concentrate
946 ratios combined with different preserved tropical forages on the productive
947 performance of feedlot lambs. **Small Ruminant Research**, v.182, p.15-21, 2020.
948
- 949 NICORY, I.M.C.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, O.L.; SILVA, R.R.; TOSTO,
950 M.S.L.; COSTA-LOPES, L.S.; OLIVEIRA, C.N. Ingestive behavior of lambs fed
951 diets containing castor seed meal. **Tropical Animal Health and Production**,
952 v.47, n.5, p.939-944, 2015.
- 953 OMAR, A.; GHARIB, H.; SAID, E. Effect of feeding different concentrate
954 roughage ratio on growth, reproductive performance and behavior of
955 sheep. **Slovenian Veterinary Research**, v.56, n.22, 2019.

- 956 OLIVEIRA, L.B.T.; SANTOS, A.C.; ANDRÉ, T.B.; SANTOS, J.G.D.;
957 OLIVEIRA, H.M.R. Influence of a silvopastoral system on anatomical aspects and
958 dry matter quality of mombasa and marandu grasses. **Journal of Agriculture and**
959 **Ecology Research International**, p.1-11, 2017.
- 960 PEREIRA, P.F.; FTNAM, R.; PENZETI, E.M.; SANCHES, J.F.; CURTI, J.M.;
961 FLAIBAN, K.K.M.C.; LISBÔA, J. A. Importância da transfaunação no tratamento
962 da acidose láctica ruminal aguda induzida em cabras e ovelhas. **Pesquisa**
963 **Veterinária Brasileira**, v.38, n.4, p.670-678, 2018.
- 964 POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B.; ALMEIDA, S.D. Aspectos relativos à
965 ruminacão de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira**
966 **de Zootecnia**, v.25, p.987-993, 1996.
- 967 RAFFRENATO, E.; NICHOLSON, C.F.; VAN AMBURGH, M.E. Development
968 of a mathematical model to predict pool sizes and rates of digestion of 2 pools of
969 digestible neutral detergent fiber and an undigested neutral detergent fiber fraction
970 within various forages. **Journal of Dairy Science**, v.102, n.1, p.351-364, 2019.
- 971 REIS, M.J.; SANTOS, S.A.; PRATES, L.L.; DETMANN, E.; CARVALHO,
972 G.G.P.; SANTOS, A.C.; RUFINO, L.M.; MARIZ, L.D.; NERI, F.; COSTA, E.
973 Comparing sheep and cattle to quantify internal markers in tropical feeds using in
974 situ ruminal incubation. **Animal Feed Science and Technology**, v.232 p.139-147,
975 2017.
- 976 RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIRO, J.C.; TOMICH, T.R.;
977 MARTINS, R.G.R. Degradabilidade in situ da matéria seca de forrageiras tropicais
978 obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina**
979 **Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.658-664, 2004.
- 980 RODRIGUES, D.N.; CABRAL, L.D.S.; LIMA, L.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.;
981 GALATI, R.L.; OLIVEIRA, A.S.D.; GERON, L.J.V. Desempenho de cordeiros
982 confinados, alimentados com dietas à base de torta de girassol. **Pesquisa**
983 **Agropecuária Brasileira**, v.48, n.4, p.426-432, 2013.
- 984 RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, K.; MALDONADO-JÁQUEZ, J.A.;
985 GRANADOS-RIVERA, L.D.; SÁNCHEZ-DUARTE, J.I.; DOMÍNGUEZ-
986 MARTÍNEZ, P.A.; TORRES-HERNÁNDEZ, G.; ARGÜELLES-VERDUGO,
987 E.A. Finishing lambs using an integral feed under a restricted-feeding program in
988 an intensive production system in Northern Mexico. **Austral Journal of**
989 **Veterinary Sciences**, v.51, n.3, p.105-111, 2019.
- 990 ROMÃO, M.M.V.; RIBEIRO, J.S.; COSTA, J.F.M.; LIMA, L.O.G.R.; JÚNIOR,
991 D.L.; MARIZ, T.M.A.; SILVA, M.J.M.S. Viabilidade econômica do uso de fontes
992 volumosas na dieta de ovinos confinados. **Boletim de Indústria Animal**, v.74,
993 n.3, p.300-307, 2017.
- 994 SANTOS, A.B.; KOZLOSKI, G.Y.; OLIVEIRA, L.; SOUZA CASTAGNINO,
995 D.; FLUCK, A.C.; CARVALHO, L.M.; STEFANELLO, C.M.S. Digestão em
996 ovinos alimentados com azevém verde a diferentes níveis de consumo. Síntese de

- 997 proteína microbiana e balanço de nitrogênio. **Revista Brasileira de Nutrição**
998 **Animal**, v.12, n.1, p.35-37, 2018.
- 999 SINGH, S.; BHAT, B.V.; SHUKLA, G. P.; SINGH, K.; GEHRANA, D. Variation
1000 in carbohydrate and protein fractions, energy, digestibility and mineral
1001 concentrations in stover of sorghum cultivars. **Tropical Grasslands-Forages**
1002 **Tropicales**, v.6, n.1, p.42-52, 2018.
1003
- 1004 SILVA, F.A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; SANTOS, S.A.;
1005 GODOI, L.A.; SILVA, B.C.; ROTTA, P.P. Effect of different forage types and
1006 concentrate levels on energy conversion, enteric methane production, and animal
1007 performance of Holstein × Zebu heifers. **Animal Production Science**, v.57, n.10,
1008 p.2042, 2017.
- 1009 SARI, M.; MONJEZI, Y.; ANOOSHEH, S.F. Dietary concentrate level affects the
1010 feed sorting behaviour of lambs. **Journal of Animal Physiology and Animal**
1011 **Nutrition**, v.102, n.4, p.892-900, 2018.
- 1012 SAWATDEENARUNAT, C.; SURENDRA, K.C.; TAKARA, D.; OECHSNER,
1013 H.; KHANAL, S.K. Anaerobic digestion of lignocellulosic biomass: challenges
1014 and opportunities. **Bioresource Technology**, v.178, p.178-186, 2015.
- 1015 SCHULZE, A.K.S.; STORM, A.C.; WEISBJERG, M.R.; NØRGAARD, P.
1016 Effects of forage neutral detergent fibre and time after feeding on medial and
1017 ventral rumen pH and volatile fatty acids concentration in heifers fed highly
1018 digestible grass/clover silages. **Animal Production Science**, v.57, n.1, p.129-132,
1019 2017.
- 1020 TERRETT, O.M.; DUPREE, P. Covalent interactions between lignin and
1021 hemicelluloses in plant secondary cell walls. **Current Opinion in Biotechnology**,
1022 v.56, p.97-104, 2019.
- 1023 VALENTE, T.N.P.; SILVA LIMA, E.; GOMES, D.I.; SANTOS, W.B.R.;
1024 CESARIO, A.E.S.; SANTOS, S.C. Anatomical differences among forage with
1025 respect to nutrient availability for ruminants in the tropics: a review. **African**
1026 **Journal of Agricultural Research**, v.11, n.18, p.1585-1592, 2016.
- 1027 VAN KUIJK, S.J.; SONNENBERG, A.S.; BAARS, J.J.; HENDRIKS, W.H.;
1028 CONE, J.W. Fungal treatment of lignocellulosic biomass: importance of fungal
1029 species, colonization and time on chemical composition and in vitro rumen
1030 degradability. **Animal Feed Science and Technology**, v.209, p.40-50, 2015.
1031
- 1032 VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell
1033 University Press, 1994. 476p.
- 1034 VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. Uso de detergentes na análise de alimentos
1035 fibrosos. IV. Determinação dos constituintes da parede celular da planta. **Journal**
1036 **da Associação de Químicos Analíticos Oficiais**, v.50, p.50-55, 1967.
1037

- 1038 VAN CLEEF, F.O.S.; VAN CLEEF, E.H.C.B.; LONGHINI, V.Z.;
1039 NASCIMENTO, T.S.; EZEQUIEL, J.M.B.; RUGGIERI, A.C. Feedlot
1040 performance, carcass and meat characteristics of lambs grown under silvopastoral
1041 systems. **Canadian Journal of Animal Science**, v.100, n.2, p.385-388, 2020.
1042
- 1043 WANAPAT, M.; PILAJUN, R.; KONGMUN, P. Ruminant ecology of swamp
1044 buffalo as influenced by dietary sources. **Animal Feed Science and
1045 Technology**, v.151, n.3-4, p.205-214, 2009.
- 1046 WATABE, Y.; SUZUKI, Y.; KOIKE, S.; SHIMAMOTO, S.; KOBAYASHI, Y.
1047 Cellulose acetate, a new candidate feed supplement for ruminant animals: *in vitro*
1048 evaluations. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.12, p.10929-10938, 2018.
- 1049 WANG, H.; LI, H.; WU, F.; QIU, X.; YU, Z.; NIU, W.; CAO, B. Effects of dietary
1050 energy on growth performance, rumen fermentation and bacterial community, and
1051 meat quality of Holstein-friesians bulls slaughtered at different ages. **Animals**, v.9,
1052 n.12, p.1123, 2019.
- 1053 YERRADODDI, R.R.; KHAN, A.A.; MALLAMPALLI, S.R.; DEVULAPALLI,
1054 R.; KODUKULA, P.; BLÜMMEL, M. Effect of protein and energy levels in sweet
1055 sorghum bagasse leaf residue-based diets on the performance of growing Deccani
1056 lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v.47, n.4, p.743-749, 2015.
- 1057 ZHANG, L.; CHUNG, J.; JIANG, Q.; SUN, R.; ZHANG, J.; ZHONG, Y.; REN,
1058 N. Characteristics of rumen microorganisms involved in anaerobic degradation of
1059 cellulose at various pH values. **Royal Society of Chemistry Advances**, v.7, n.64,
1060 p.40303-40310, 2017
- 1061 ZHAO, Y.G.; GORDON, A.W.; O'CONNELL, N.E.; YAN, T. Nitrogen
1062 utilization efficiency and prediction of nitrogen excretion in sheep offered fresh
1063 perennial ryegrass (*Lolium perenne*). **Journal of Animal Science**, v.94, n.12,
1064 p.5321-5331, 2016.