



Avaliação do efeito da substituição de silagem de milho por ração extrusada de fibra de cana em ovinos. Evaluation of the effect of replacement of corn silage by extruded cane fiber ration in sheep.

[Marco Túlio Santos Siqueira](#)¹, [Karla Alves Oliveira](#)², [Érica Beatriz Schultz](#)³, [Luciano Fernandes Sousa](#)⁴, [Vitória Renata Souza Silva](#)⁵, [Gilberto de Lima Macedo Júnior](#)⁶

¹ Discente Pós-Graduação em Zootecnia - Departamento de Zootecnia - Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras/MG. E-mail: marcotulio.s.siqueira@gmail.com

² Discente Pós-Graduação em Zootecnia - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, Jaboticabal/SP

³ Docente do curso de Zootecnia - Departamento de Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa/MG

⁴ Docente do curso de Zootecnia - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Federal do Tocantins - UFT, Araguaína/TO

⁵ Discente do curso de Zootecnia - Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia/MG

⁶ Docente do curso de Zootecnia - Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia/MG

Resumo

Objetivou-se avaliar a digestibilidade dos alimentos, consumo de matéria seca, comportamento ingestivo e perfil metabólico de ovelhas alimentadas com volumoso extrusado em substituição à silagem. Utilizou-se vinte animais, com média de 54,5kg. Os tratamentos consistiram em: 80%F:20%S; 60%F:40%S; 40%F:60%S; 20%F:80%S; e 100%S. Avaliou-se alimentos, sobras, fezes, urina, comportamento ingestivo e metabólitos sanguíneos. As variáveis CMS%PC e CMS(PC^{0,75}) apresentaram resposta linear negativa. Houve resposta linear positiva para RUM e MAST, linear negativa para ÓCIO, ERUM, EING e EMAS e resposta quadrática para ING. Ácido úrico apresentou diferença estatística entre os tratamentos. Conclui-se que a substituição de silagem de milho por volumoso extrusado Foragge[®] pode ser feita em até 80%.

Palavras-chave: Digestibilidade. Extrusão. Foragge[®]. *Ovis aries*. Ruminação.

Abstract

The objective was to evaluate food digestibility, dry matter intake, ingestive behavior and metabolic profile of ewes fed with extruded roughage instead silage. Twenty animals were used, with an average 54.5kg. The treatments consisted: 80%F:20%S; 60%F:40%S; 40%F:60%S; 20%F:80%S; and 100%S. Food, leavings, feces, urine, ingestive behavior and blood metabolites were evaluated. The variables DMI%BW and DMI(BW^{0.75}) showed a negative linear response. There was positive linear response for RUM and CHEWING, negative linear response for IDLENESS, ERUM, EING and ECHEW and quadratic response for ING. Uric acid showed a statistical difference between treatments. It is concluded that the replacement corn silage by Foragge[®] extruded roughage can be done in up to 80%.

Keywords: Digestibility. Extrusion. Foragge[®]. *Ovis aries*. Ruminant.

Introdução

A fibra é o principal constituinte da dieta de ruminantes, pois é utilizada pelos microrganismos ruminais como principal fonte de energia (GESUALDI JR et al., 2000). A fibra utilizada nas dietas vai depender do sistema de produção, custo, tecnificação do sistema de produção, região e categoria ou espécie animal. Como a alimentação representa o maior custo dentro dos sistemas de produção animal (SANTOS e LOPES, 2014), estratégias nutricionais se fazem importantes para que seja possível equalizar o desempenho dos animais e os custos de produção da alimentação dos mesmos, o que irá representar a receita final do sistema de produção. Nesse âmbito, é indispensável ao nutricionista responsável o conhecimento de diferentes planejamentos nutricionais com objetivo de melhorar o desempenho produtivo dos animais. Uma dessas estratégias, é o processamento de alimentos de baixo teor nutricional devido seu menor custo de aquisição, como é o caso da cana de açúcar.

A cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma opção de volumoso bastante utilizada entre os produtores, no entanto apresenta certas limitações de uso devido baixo teor proteico e de minerais e fibra de baixa qualidade. Além disso, alguns entraves como escolha de variedades, manejo agrônomo, colheita, picagem e formas de utilização são negligenciados pelos produtores, o que leva ao insucesso do uso desta forrageira (SIQUEIRA et al. 2012). Neste sentido, tecnologias que possibilitem melhoras de manejo e nos teores nutricionais deste alimento estão sendo cada vez mais utilizados, como é o caso da extrusão.

Uma alternativa para melhorar a digestibilidade da fibra do alimento, é a utilização de volumosos extrusados (OLIVEIRA et al., 2019). A extrusão é um processo que consiste em submeter o alimento ao cozimento com alta pressão (30 a 60 atm), umidade (19 a 25%) e temperatura (130 a 140°C) em curto espaço de tempo (10 a 30 segundos), resultando num produto final uniforme, altamente palatável e que facilita o manejo alimentar. Durante o processo as proteínas são desnaturadas, o amido é gelatinizado e a parede celular fragmentada, melhorando a digestibilidade do alimento. Além disso, a ruptura das ligações entre carboidratos e proteínas associados à fibra a torna mais solúvel (RAMACHANDRA e THEJASWINI, 2015). O processo de extrusão pode ainda melhorar a palatabilidade do alimento, o que associado à facilidade de apreensão do mesmo pode aumentar a eficiência de ingestão pelos animais (VIEIRA et al., 2005).

A avaliação do perfil metabólico dos animais surgiu como uma ferramenta para avaliar se a nutrição é adequada e atende as exigências de determinada espécie. De acordo com Varanis et al. (2021) esta técnica pode diagnosticar mudanças bioquímicas que diminuem a produção, reduzem a fertilidade, são responsáveis por doenças ou levar a morte desses animais. Vale a pena mencionar que além de considerar o perfil metabólico na avaliação nutricional do animal, aspectos de gestão, estado de saúde e fisiológico também devem ser levados em consideração. Dessa forma, outra ferramenta que auxilia na avaliação nutricional dos ruminantes é o estudo do comportamento ingestivo. De acordo com Carvalho et al. (2015), o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta, logo, o processo de extrusão pode ser uma alternativa para reduzir o tempo em ruminação.

Sendo assim, acredita-se que o alimento extrusado Forage[®] possa ser utilizado como alimento substituto da silagem, melhorando a digestibilidade de alimentos de baixa qualidade. Portanto, objetivou-se avaliar os parâmetros nutricionais, comportamento ingestivo e metabolismo energético

e proteico de ovelhas alimentadas com volumoso extrusado de cana de cana de açúcar em diferentes níveis de substituição à silagem de milho.

Material e métodos

O experimento foi realizado no setor de caprinos e ovinos na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), situada no município de Uberlândia. Os dados experimentais encontrados durante a execução do referido projeto de pesquisa, foram obtidos após liberação do protocolo experimental aprovado pela Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA) da UFU sob o número 092/16.

O ensaio teve duração de 21 dias, durante o mês de abril de 2017. Esse foi dividido em duas fases, sendo 15 dias de adaptação à ração e iluminação e seis dias de coleta de dados e amostragens. Foram utilizadas 20 ovelhas adultas, Santa Inês, com média inicial de 54,5kg de peso corporal (PC). Os animais foram mantidos em gaiolas de metabolismo, providas de bebedouro, cocho, saleiro, piso ripado e artefato de separação de fezes e urina, em galpão de alvenaria coberto e com iluminação artificial durante a noite. Passaram por procedimento padrão de pesagem, identificação, vermifugação e sorteio nos tratamentos.

A ração experimental foi composta por volumoso extrusado Forrage[®] 52,5% fibra de cana (F) em substituição à silagem de milho (S) (forma convencional) em diferentes proporções, sendo estas 80%F:20%S, 60%F:40%S, 40%F:60%S, 20%F:80%S e 100%S, onde cada proporção corresponde a um tratamento utilizado. Por se tratar de um produto comercial protegido por lei de patente segue apenas a informação dos constituintes do produto Forrage[®] ((Nutratta, Itumbiara, Goiás, Brasil) (composição: folhas da parte aérea da planta da cana de açúcar, amido, ureia e minerais).

Os tratamentos foram ofertados como único alimento suprimindo 3,5% do peso corporal inicialmente, de forma que houvesse sobras entre 5-10% do total fornecido. Na tabela 1 vemos a composição dos alimentos e dietas utilizados. As alimentações ocorreram às 8 horas e 16 horas, sendo ofertados 50% do total em cada alimentação, tendo água e sal mineral *ad libitum*.

Tabela 1 - Composição bromatológica do Forrage[®] e dietas experimentais

Nutriente	MS	PB	EE	FDN	FDA	CNF	NDT
Forrage [®] (%) ¹	92,62	9,81	1,50	32,27	20,98	49,87	66,26*
20S:80F	80,27	9,43	1,69	33,82	23,52	XXX	62,95*
40S:60F	67,92	9,04	1,88	35,36	26,06	XXX	59,65*
60S:40F	55,56	8,66	2,08	36,91	28,61	XXX	56,34*
80S:20F	43,21	8,27	2,27	38,45	31,15	XXX	53,04*
Silagem de milho (%) ²	30,86	7,89	2,46 ³	40,00	33,69	XXX	64,26**

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidrato não fibroso; NDT: nutrientes digestíveis totais. ¹Valores fornecidos pelo fabricante; ²Dados obtidos através de análise das amostras coletadas no experimento no laboratório de bromatologia e nutrição animal da UFU; ³Valor obtido através das Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes (CQBAL 4.0); *NDT = 93,53 – (1,3 x %FDA) (Rodrigues, 2010); **NDT = 87,84 – (0,7 x %FDA) (RODRIGUES, 2010).

Durante a coleta foram pesados e amostrados diariamente o alimento oferecido, as sobras e as fezes na matéria natural em balança com precisão de cinco gramas. Abaixo das gaiolas metabólicas

era mantido artefato que permitia separação das fezes e urina, possibilitando avaliação da digestibilidade. Para realizar colheita total de fezes, as gaiolas eram limpas todos os dias pela manhã, com o auxílio de espátula e vassoura. Foi feito um *pool* das amostras para cada animal dos cinco dias coletados, sempre pela manhã. A urina era acondicionada em baldes adaptados com tela para separação das fezes que eram recolhidas em bandejas plásticas. O volume total de urina foi medido através de uma proveta graduada (plástico) com precisão de 20 mL e a densidade da urina foi determinada através de refratômetro manual Megabrix® (Fremont, Ohio, Estados Unidos).

Foi avaliado também o escore fecal, de acordo com escala proposta por Gomes et al. (2012), sendo que na escala um (1) as fezes são ressecadas e sem brilho; na escala dois (2) as fezes são normais; na escala três (3) as fezes são ligeiramente amolecidas; na escala quatro (4) as fezes são amolecidas, perdendo o formato e coladas umas às outras (cacho de uva); na escala cinco (5) as fezes são amolecidas e sem formato normal (fezes de suínos); e na escala seis (6) as fezes são diarreicas.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em congelador a -15°C. Ao final do ensaio, as amostras foram descongeladas e homogeneizadas, sendo retirada amostra de 20% do total para posteriores análises laboratoriais. Os teores de matéria seca foram obtidos pelo método INCT-CA G-003/1. Posteriormente calculou-se a matéria seca definitiva e, a digestibilidade aparente da dieta conforme as equações (Eq. 1 e 2) propostas por Maynard et al. (1984):

$$CN = (Cons \times \%cons) - (Sob \times \%sob) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$DA = \frac{CN - (Fez \times \%fez)}{CN} \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde: CN = consumo do nutriente (kg); Cons = quantidade de alimento consumido (kg); %cons = teor do nutriente no alimento fornecido (%); Sob = quantidade de sobra retirada (kg); %sob = teor do nutriente nas sobras (%); DA = digestibilidade aparente (%); Fez = quantidade de fezes coletada (kg); %fez = teor do nutriente nas fezes (%).

O cálculo do consumo de água bebida foi feito com base na diferença entre o ofertado e as sobras. Todos os dias foi ofertado para cada animal uma quantidade padrão de seis litros de água, sendo acrescido maior quantidade quando necessário. Foi utilizado um balde de água para controlar a evaporação a cada 24 horas, sendo adicionados seis litros de água e no dia seguinte contabilizado a sobra. A quantidade de água evaporada foi descontada do consumo de água de cada animal.

Para o estudo do comportamento ingestivo os animais foram submetidos à observação visual por pessoas treinadas, em sistema de revezamento, dispostas de maneira a não incomodar os animais, por um período de 24 horas, um dia após o último dia de coleta de dados. No período noturno, o ambiente recebeu iluminação artificial, e as luzes permaneceram acessas durante cinco dias antes da avaliação para promover a adaptação dos animais. Foram verificados a cada cinco minutos, se os animais estavam realizando ingestão do alimento e água, ruminação ou ócio, de acordo com a metodologia proposta por Fischer et al. (1998).

Os cálculos das atividades foram feitos em minutos por dia, admitindo que, nos cinco minutos subsequentes a cada observação, o animal permaneceu na mesma atividade. Já o tempo total gasto em mastigação (MAST) foi determinado somando-se os tempos gastos em ingestão (ING) e ruminação (RUM). As eficiência de ingestão (EING), mastigação (EMAST) e ruminação (ERUM) foram obtidas segundo Polli et al. (1996), de acordo com as equações 3, 4 e 5:

$$EIng \text{ (g/min)} = CMS/Tal \quad (\text{Eq. 3})$$

$$EMast \text{ (g/min)} = CMS/Tmast \quad (\text{Eq. 4})$$

$$ERum \text{ (g/min)} = CMS/Trum \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde: CMS é consumo de matéria seca ($\text{g MS}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), Tal é o tempo de alimentação (h dia^{-1}), Tmast é o tempo em mastigação (h dia^{-1}) e Trum é o tempo em ruminação (h dia^{-1}) (BÜRGER et al. 2000).

As colheitas de sangue para avaliação da curva glicêmica foram feitas no último dia de coleta, já para os componentes bioquímicos foram feitas no primeiro, terceiro e quinto dia de coleta do experimento. As colheitas sempre foram feitas antes da primeira alimentação com o animal em jejum.

Para a avaliação glicêmica a primeira colheita foi feita às 8h (antes da primeira refeição), 11h, 14h, 17h e às 20h. No dia da avaliação glicêmica a segunda refeição somente foi ofertada após a colheita das 20h. As amostras foram colhidas por venopunção da jugular com auxílio de tubos Vacutainer® (BD, São Paulo, São Paulo, Brasil) de cinco mL contendo fluoreto e EDTA, sendo devidamente identificados para cada animal.

Para avaliação dos componentes bioquímicos foram feitas colheitas de sangue por venopunção da jugular com auxílio de tubos Vacutainer® sem anti-coagulante. Os componentes bioquímicos para determinação do metabolismo energético foram: triglicerídeos e colesterol e para determinação do metabolismo proteico foram: proteína total, ureia, albumina, ácido úrico e creatinina.

As amostras de sangue coletadas foram centrifugadas a 3000 rotações por minuto por 10 minutos, sendo os soros separados em alíquotas, guardados em microtubos e armazenados em freezer a -5°C para posterior análise laboratorial. Todas as amostras foram processadas em analisador bioquímico automatizado Bioplus® 2000 (Bioplus Produtos para Laboratório Ltda., Barueri, São Paulo, Brasil), usando kit comercial da Lab Test Diagnóstica S. A.® (Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil).

O experimento foi realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com cinco tratamentos com diferentes níveis de substituição da silagem de milho por volumoso extrusado. Cada tratamento dispôs de quatro repetições. A variável glicemia (horário de colheita) foi avaliada como parcela subdivida, onde nas parcelas tinham-se os tratamentos e nas sub-parcelas os horários de colheita (8h, 11h, 14h, 17h e 20h). Todos os dados foram testados quanto à normalidade (SHAPIRO e WILK, 1965) e homocedasticidade (LEVENE, 1960) de variância do resíduo. As variáveis normais e com variâncias homogêneas foram submetidas à análise de variância e regressão, sendo o fator regressor o percentual de Forrage® 52,5% fibra de cana, e o coeficiente de regressão o percentual de silagem de milho. Nesta análise, observou-se a significância dos efeitos linear, quadrático e não significância da falta de ajuste do modelo, sendo a probabilidade de erro tipo I utilizada para tomada de decisão 5%. A variável ácido úrico por não se enquadrar nos modelos foi avaliada pelo teste não paramétrico de Kruskal e Wallis (1952). A variável escore fecal por ser não paramétrica foi avaliada pelo teste de Kruskal e Wallis (1952) seguido pelo procedimento de Conover (1980) com nível de significância de 5% de probabilidade de erro tipo I.

Resultados e discussão

Não houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis consumo de matéria seca (CMS) em kg dia^{-1} e para digestibilidade da matéria seca (DMS, Tabela 2). Para as variáveis consumo de matéria seca em relação ao peso corporal (CMS%PC) e consumo de matéria seca em relação ao peso metabólico (CMS(PC^{0,75})) houve resposta linear negativa, de modo que

conforme se aumentou a substituição da silagem pelo volumoso extrusado aumentou-se o CMS%PC e CMS(PC^{0,75}). O CMS médio encontrado foi de 1,50 kg dia⁻¹, valor este 42,9% acima do recomendado para a categoria animal analisada que é de 1,05 kg dia⁻¹ segundo NRC (2007). Já o valor de CMS%PC recomendado pelo NRC (2007) é de 1,83%, logo os valores de CMS%PC encontrados estão 54,6% acima do recomendado. Para esta variável encontrou-se valor para o tratamento 20S:80F 64,2% maior quando comparado com o tratamento 100S. Evidenciando a diferença de ingestão pelos animais nos tratamentos.

Tabela 2 - Consumo e digestibilidade da matéria seca em ovelhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da silagem de milho por volumoso extrusado

	Tratamento					MG	CV	P
	20S:80F	40S:60F	60S:40F	80S:20F	100S			
CMS (kg dia ⁻¹)	1,67	1,63	1,65	1,34	1,19	1,50	19,24	0,1041
CMS (%PC) ¹	3,58	2,88	2,90	2,41	2,18	2,83	15,44	0,0022
CMS (PC ^{0,75}) ²	94,20	79,03	79,64	65,90	59,32	76,67	14,29	0,0018
DMS (%)	65,10	62,32	62,91	64,73	63,52	63,78	10,50	0,9673

MG: média geral; CV: coeficiente de variação (%); P: valor de 5% de significância; ¹Y=3,767500 – 0,01625x, R²=92,02%; ²Y: 101,044850 – 0,421383X, R² = 93,53%.

A elevação do CMS pode ser explicada pelos teores de MS das dietas e pela forma física da ração ofertada. Conforme verificado na tabela 1, quanto maior a inclusão de silagem de milho nas dietas, menores os teores de MS. Dessa forma, pode-se inferir que o CMS foi afetado de forma que quanto menor o teor de MS na dieta, menor o CMS. Isto ocorre, pois a água presente no alimento é limitante físico do CMS devido ao rápido enchimento do rúmen ocasionado pelo fator de repleção do mesmo. Quanto ao processo de extrusão, este diminui o tamanho da partícula de fibra da matéria prima utilizada, no caso a parte aérea da cana de açúcar era moída à aproximadamente 2 mm, promovendo maior solubilidade e aumentando a taxa de passagem, fazendo com o que o alimento ficasse menos tempo no rúmen, fermentando mais rápido e aumentando conseqüentemente a ingestão. A forma física do Foragge[®] também o torna mais palatável para o animal, influenciando nesse aumento. Silva et al. (2020a) trabalhando com diferentes níveis de substituição da silagem de milho por volumoso extrusado de capim marandu encontraram valores de 1,80 kg dia⁻¹ e 3,22 %, para CMS e CMS%PC, respectivamente. Valores estes semelhantes ao do presente estudo. Oliveira et al. (2020a) trabalhando com dieta total extrusada para cordeiras em confinamento relataram valor médio de CMS%PC de 3,81, demonstrando que a extrusão facilita a ingestão e aumenta o CMS.

Não houve diferença (P>0,05) para a variável DMS que apresentou valor médio de 63,78%, mesmo com o aumento na variável CMS/PC. Oliveira et al. (2020b), trabalhando com volumosos extrusados contendo diferentes aditivos encontraram valor médio para DMS de 53,97. Enquanto Araújo et al. (2020) encontraram valor médio de 58,78% onde compararam a utilização de volumoso extrusado de capim marandu com a silagem de milho. De maneira geral quando se tem aumento no CMS observa-se redução na DMS (ZANINE e MACEDO JUNIOR, 2006). Dessa forma, o aumento do consumo (Tabela 2) levaria ao aumento na taxa de passagem e conseqüente diminuição na digestibilidade. Entretanto, não foi observado esse comportamento nesse estudo, demonstrando que a substituição da silagem por Foragge[®] não afeta negativamente a DMS. Tal fato pode ser explicado pela melhora na digestibilidade causada pelo processo de extrusão, uma vez que este favorece o acesso dos microrganismos ruminais ao alimento favorecendo assim o processo de digestão, demonstrando que foi possível manter a DMS mesmo com o aumento encontrado no CMS conforme

se incluiu o Foragge® na dieta. A digestibilidade média da silagem de milho ficou em 63,52% e quando comparamos com os demais tratamentos em que há sua substituição por volumoso extrusado não é possível avaliar diferença significativa.

Não se observou influência ($P>0,05$) das dietas avaliadas para consumo de água (CH_2O), consumo de água em relação ao consumo de matéria seca ($\text{CH}_2\text{O}/\text{CMS}$), volume de urina (VU), densidade de urina (DU), matéria seca fecal (MSF), fezes na matéria seca (FMS), massa de fezes na matéria natural (MFMN) e escore fecal (EF) como demonstrado na tabela 3.

Tabela 3 - Consumo de água e parâmetros fecais e urinários de ovelhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da silagem de milho por volumoso extrusado

	Tratamento					MG	CV	P
	20S:80F	40S:60F	60S:40F	80S:20F	100S			
CH_2O (L dia ⁻¹)	2,89	2,21	2,46	1,76	1,43	2,18	39,39	0,3350
$\text{CH}_2\text{O}/\text{CMS}$ (L Kg ⁻¹ dia ⁻¹)	1,71	1,28	1,50	1,31	1,19	1,41	39,71	0,6509
VU (L dia ⁻¹)	0,722	0,626	0,702	0,787	0,961	0,757	39,53	0,7668
DU (g mL ⁻¹)	1,0294	1,0260	1,0270	1,0232	1,0135	1,0240	0,81	0,1005
MSF (%)	36,31	32,60	33,52	33,38	36,74	34,59	13,71	0,6282
FMS (Kg dia ⁻¹)	0,615	0,623	0,608	0,482	0,423	0,553	23,44	0,1366
MFMN (Kg dia ⁻¹)	1,72	1,97	1,81	1,52	1,21	1,65	31,85	0,3255
EF*	2,24	2,75	2,10	2,30	2,20	2,31	20,22	0,3611

*Estatística não paramétrica - Kruskal e Wallis (1952); MG: média geral; CV: coeficiente de variação; P: valor de 5% de significância.

A média observada para CH_2O dos animais foi de 2,18 litros de água por dia. Através da equação proposta pelo NRC (2007) que possibilita calcular a exigência para ingestão de água diária para ovelhas através do CMS: $\text{CH}_2\text{O} = 3,86 \times \text{CMS} - 0,99$. Utilizando a média do CMS encontrado para todos os tratamentos (1,50 Kg dia⁻¹), tem-se que a ingestão de água recomendada é de 4,80 litros dia⁻¹, ou seja, os animais ingeriram uma quantidade de água de 120,18% menor que a recomendada. Foi estabelecida relação entre o consumo de água bebida e a quantidade de MS ingerida para ovinos pelo NRC (2007), devendo ser duas a três vezes maior que o CMS, portanto, de acordo com o CMS de 1,50 kg dia⁻¹, o recomendado seria 3,0 a 4,5 L, logo o $\text{CH}_2\text{O}/\text{CMS}$ também se encontra abaixo da faixa de recomendação.

O baixo consumo de água pode ser explicado pelo estado fisiológico dos animais. Ovelhas em manutenção apresentam $\text{CH}_2\text{O}/\text{CMS}$ inferior a ovelhas gestantes (138%), lactantes (100 a 164%) ou animais em crescimento (WANDERLEY et al., 2012). Apesar do baixo CH_2O , todos os tratamentos em que houve substituição da silagem por volumoso extrusado foram encontrados maiores valores de ingestão de água, com destaque para o tratamento 20S:80F que ficou 102,10% acima em comparação com o tratamento em que a dieta era composta exclusivamente por silagem de milho. Isto se deve ao fato de que o Foragge® apresenta teor de MS superior a 90%, enquanto a silagem de milho possuiu 30,86% de MS para o presente estudo. Araújo et al. (2020) encontraram para CH_2O aumentos de 268% a 327% nos tratamentos em que os animais recebiam volumoso extrusado puro em comparação com animais que recebiam exclusivamente silagem, corroborando com os dados encontrados neste estudo.

Em relação ao volume urinário (VU) não houve diferença em função do tipo dos tratamentos. A média geral da produção de urina apresentada foi de 0,757 L dia⁻¹. Para Reece (2006), em ovinos a excreção de urina deve ficar entre 0,1 e 0,4 L para cada 10 kg de peso vivo. Os animais em estudo

tinham peso médio de 54,5 Kg, ou seja, a excreção de urina deveria variar entre 0,5-2,0 L podendo afirmar, portanto que a excreção média de urina apresentada pelas ovelhas esteve de acordo com a faixa de recomendação. Silva et al. (2020a) trabalhando com a substituição da silagem de milho por volumoso extrusado de *Urochloa brizantha* encontraram valores para VU de 0,725 L dia⁻¹, valor muito semelhante à média do presente estudo.

Não houve diferença da densidade de urina (DSD) em função do tratamento para as ovelhas em estudo. Ao medir o grau de solutos existentes na amostra, a densidade urinária, avalia, indiretamente, a capacidade de concentração e diluição tubular, sendo, uma medida de função renal (TRHALL et al., 2007). O valor médio detectado para essa variável foi de 1,0240, considerada normal para a espécie. Segundo Carvalho (2008), para ovinos a variação da densidade urinária é entre 1,0150 e 1,0450. Por se tratar de um indicador precoce de acometimento renal, com valores dentro do esperado e associando com os valores encontrados para CMS, DMS, CH2O, CH2O/CMS e VU, pode-se afirmar que os animais não sofreram restrição hídrica.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para peso de fezes na matéria natural (MFMN), na matéria seca (FMS) e matéria seca fecal (MSF) (Tabela 3). O peso das fezes pode estar relacionado com a composição da dieta, taxa de passagem do alimento pelo rúmen e sua digestibilidade (SANTOS e NOGUEIRA, 2012). De acordo com EMBRAPA (2008) uma ovelha adulta produz entre 0,8 e 1,5 kg fezes⁻¹ dia⁻¹ em matéria natural. Logo os animais em questão tiveram produção fecal dentro do recomendado. Segundo Van Cleef et. al., (2010), os valores de referência para FMS para a espécie ovina variam de 37% a 44%. Sendo assim, essa se manteve abaixo dos valores mencionados (34,59%), o que pode estar relacionado com CH2O que esteve 120,18% abaixo do recomendado e com o alto teor de MS das dietas (Tabela 1), proporcionando uma menor taxa de passagem. O escore fecal (EF) obteve média de 2,31, valor este ideal para a espécie. Araújo et al. (2020), avaliando a dietas com silagem de milho e volumoso extrusado, encontraram valores de 38,89 para MSF, 0,936 para FMS, 2,47 para MFMN e 2,65 para EF, corroborando com os dados deste presente estudo.

Além dos parâmetros que envolvem as dietas, o comportamento ingestivo dos animais é uma ferramenta bastante utilizada na avaliação nutricional de ruminantes. Houve resposta linear positiva para tempo em ruminação (RUM) e tempo em mastigação total ((ingestão+ruminação) MAST), linear negativa para tempo em ÓCIO, eficiência de ingestão (EING), eficiência de ruminação (ERUM) e eficiência de mastigação total (EMAST) e resposta quadrática para tempo de ingestão (ING) conforme tabela 4.

Tabela 4 - Comportamento ingestivo de ovelhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da silagem de milho por volumoso extrusado

	Tratamento					MG	CV	P
	20S:80F	40S:60F	40F:60S	20F:80S	100S			
ING ¹ (min)	268,00	326,25	251,25	318,75	428,75	316,19	20,84	0,0118
RUM ² (min)	270,00	296,25	365,00	493,75	437,50	367,61	20,18	0,0020
ÓCIO ³ (min)	902,00	817,50	823,75	627,50	573,75	756,19	16,26	0,0051
MAST ⁴ (min)	538,00	622,50	616,25	812,50	866,25	683,80	17,98	0,0051
EING ⁵ (g min ⁻¹)	6,39	5,17	7,00	4,27	3,09	5,24	32,42	0,0292
ERUM ⁶ (g min ⁻¹)	6,27	5,77	4,56	2,77	2,98	4,55	28,50	0,0026
EMAST ⁷ (g min ⁻¹)	3,15	2,71	2,69	1,67	1,50	2,38	26,98	0,0061

MG: média geral; CV: coeficiente de variação; P: valor de 5% de significância; ¹ $Y=347,4000 - 3,701429x + 0,043929x^2$, $R^2=73,53\%$; ² $Y=212,7500 + 2,66250x$, $R^2=80,32\%$; ³ $Y=1002,850 - 4,23250x$, $R^2=90,52\%$; ⁴ $Y=437,150 + 4,232500x$, $R^2=90,52\%$; ⁵ $Y=7,439330 - 0,03751x$, $R^2=56,51\%$; ⁶ $Y=7,362280 - 0,048289x$, $R^2=91,73\%$; ⁷ $Y=3,651785 - 0,021743x$, $R^2=91,17\%$.

Com relação às variáveis analisadas para comportamento ingestivo verificou-se resposta linear positiva para RUM e MAST, ou seja, o tempo gasto pelos animais realizando as atividades de ruminação e mastigação aumentaram conforme se diminuiu a substituição do Foragge® na dieta. Esse aumento no tempo (h dia^{-1}) está relacionado com a maior inclusão de silagem na dieta (consequentemente, menor inclusão de volumoso extrusado), uma vez que o Foragge® é mais facilmente digerido no rúmen pelos microrganismos devido ao tamanho de partícula ser menor que a silagem de milho, demandando menor tempo para que o alimento atinja tamanho suficiente para seguir para o retículo. Oliveira et al., (2019) verificou que animais alimentados exclusivamente com volumoso extrusado ruminaram por $1,57 \text{ horas dia}^{-1}$, enquanto animais alimentados exclusivamente com silagem de milho ruminaram por $8,8 \text{ horas dia}^{-1}$. Valores semelhantes aos deste estudo, onde os animais alimentados exclusivamente com silagem de milho ruminaram por $7,89 \text{ horas dia}^{-1}$, ou seja, em comparação 3,39 horas a mais que o tratamento com maior inclusão de Foragge®.

Em contrapartida, houve resposta linear negativa para ÓCIO, demonstrando que conforme se aumenta a proporção de volumoso extrusado na dieta, ocorre diminuição deste parâmetro. Enquanto que para as variáveis EING, ERUM e EMAST apesar da resposta linear negativa, pode-se observar que a eficiência é maior conforme se aumenta a porcentagem de Foragge® na dieta. De acordo com Carvalho et al. (2015), o teor de fibra em detergente neutro (FDN) contido nos alimentos é um dos principais fatores que influenciam no comportamento ingestivo dos animais, sendo que quanto menor for a quantidade de fibra, ou menor o tamanho da partícula, menor será o tempo despendido em atividade de mastigação (alimentação e ruminação) e maior o tempo de ócio. O Foragge® ocasiona esse efeito, pois a partícula de fibra presente na ração é de 2 mm, o que aumenta a taxa de passagem, além da maior fermentabilidade causada pelo processo de extrusão.

Por último, houve resposta quadrática para ING, onde o maior valor foi representado pelo tratamento 100%S. Isso pode ser explicado pelo efeito que a extrusão tem sobre a fibra, provocando alterações físicas e químicas no alimento: proteínas são desnaturadas, o amido é gelatinizado e a parede celular fragmentada, isso diminui o tamanho da partícula de fibra. Esse efeito aumenta a taxa de passagem e melhora a fermentabilidade do alimento, ou seja, por ser fermentado mais rápido o alimento passa menos tempo no rúmen, aumentando a capacidade de ingestão do animal e refletindo na eficiência alimentar (OLIVEIRA et al. 2020c). Ainda de acordo com Oliveira et al. (2020c) a ING consiste no tempo que o animal demora para consumir o alimento disponível, e este tende a aumentar conforme maior quantidade de fibra na dieta. No caso do Foragge® a partícula fibrosa contida é altamente fermentável devido à extrusão e moída a 2 mm, promovendo um efeito inverso e melhorando a eficiência alimentar.

Não houve diferença para a variável glicose entre os tratamentos ou para o horário de coleta (Tabela 5). A glicose plasmática em animais ruminantes possui como precursor compostos que não são carboidratos, como o ácido graxo volátil (AGV) propionato. Após a absorção pelo epitélio ruminal, o propionato segue via corrente sanguínea para o fígado, sendo convertido em glicose na gliconeogênese para enfim ser usado como fonte de energia pelo animal (VARANIS et al., 2021). Por ser uma via indireta, seu tempo de produção é relativamente demorado, o que explica as 6 h necessárias para aumento da glicose no sangue, com o pico acontecendo 12 h após a ingestão. Silva et al. (2020a), demonstraram valores semelhantes na curva glicêmica de ovelhas Santa Inês (77,55 – 8h, 75,30 – 11h, 72,20 – 14h, 66,00 – 17h e 68,85 – 20h) alimentadas com volumoso extrusado de capim marandu e silagem de milho.

Tabela 5 - Glicose sanguínea de ovelhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da silagem de milho por volumoso extrusado

	Tratamento					MG	CV	P	VR
	20S:80F	40S:60F	60S:40F	80S:20F	100S				
Glicose (mg dL ⁻¹)	62,36	60,05	65,90	61,75	58,50	61,74	13,24	0,1150	30-94
	Horário de coleta					CV	P	VR	
	08:00	11:00	14:00	17:00	20:00				
Glicose (mg dL ⁻¹)	60,90	60,14	62,90	61,71	63,04	14,88	0,8109	30-94	

MG: média geral; CV: coeficiente de variação; P: valor de 5% de significância; VR: Valor de referência para ovinos criados no Brasil segundo Silva et al. (2020b).

Neste estudo não foi observada diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para as concentrações dos metabólitos energéticos e proteicos, com exceção do ácido úrico ($P<0,05$), cujo tratamento 20S:80F se demonstrou superior aos demais (Tabela 6). A verificação dos metabólitos sanguíneos é uma ferramenta utilizada para melhor interpretar os resultados de CMS e DMS, de modo que se utiliza esta mensuração para observar se houve algum tipo de deficiência nutricional ou sobrecarga hepática e renal durante os processos de metabolização.

Tabela 6 - Metabólitos energéticos e proteicos de ovelhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da silagem de milho por volumoso extrusado

	Tratamento					MG	CV	P	VR
	20S:80F	40S:60F	60S:40F	80S:20F	100S				
Triglicerídeos (mg dL ⁻¹)	19,40	15,62	18,87	18,75	20,62	18,69	25,41	0,3256	5-71
Colesterol (mg dL ⁻¹)	29,90	29,25	27,25	22,00	31,12	28,00	32,84	0,5279	14-126
Proteínas Totais (g dL ⁻¹)	3,90	3,57	3,37	3,40	3,52	3,57	13,43	0,8452	3,1-10,7
Ácido Úrico ¹ (mg dL ⁻¹)	0,18A	0,02B	0,10AB	0,02B	0,10AB	0,09	-	0,0489	0-1,7
Ureia (mg dL ⁻¹)	14,00	20,00	14,12	17,00	13,75	15,83	27,49	0,6912	10-92
Albumina (g dL ⁻¹)	3,58	3,25	4,05	4,07	3,80	3,74	27,23	0,2547	1,1-5,2
Creatinina (mg dL ⁻¹)	0,84	0,80	1,00	0,82	0,95	0,88	12,35	0,2167	0,4-1,7

MG: média geral; CV: coeficiente de variação; P: valor de 5% de significância; VR: Valor de referência para ovinos criados no Brasil segundo Silva et al. (2020b); ¹Letras maiúsculas distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste não paramétrico de Kruskal e Wallis (1952) – Sem distribuição normal.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para o metabólito triglicerídeos, de modo que esse encontra-se dentro da faixa de referência citada por Silva et al. (2020b). Os triglicerídeos são a principal forma de armazenamento de energia no organismo animal. São sintetizados em quase todos os tecidos, se destacando no fígado e no tecido adiposo. A biossíntese dos triglicerídeos é feita a partir da glicose circulante e do glicerol, logo suas concentrações se relacionam com as de glicose (VARANIS et al., 2021). Os teores de colesterol também estiveram dentro do esperado para todos os grupos avaliados. O colesterol pode ter origem exógena, proveniente da alimentação, ou endógena, quando sintetizado pelo fígado, gônadas, intestino, glândula adrenal e pele. Sua síntese ocorre a partir

do acetil-CoA, originado do ácido acético produzido no rúmen, resultado da fermentação da fibra dietética (SILVA et al., 2020b).

Os metabólitos energéticos são eficientes em avaliar o status energético do animal, no entanto avaliam de forma indireta o status proteico dos mesmos, fazendo-se necessária a avaliação de alguns metabólitos proteicos, para resultados mais precisos. Não houve diferença entre os tratamentos ($P>0,05$) para a variável proteínas totais. O teor de proteína total do soro é constituído por um grande número de proteínas individuais, principalmente albuminas, globulinas e fibrinogênio, além de outros fatores de coagulação. Dessa forma, as proteínas totais refletem o estado nutricional proteico, sendo considerado o indicador mais sensível para determiná-lo, já que baixos valores indicam inadequado consumo de proteína (OLIVEIRA et al., 2014). Portanto, pode-se inferir que os animais tiveram adequado aporte proteico na dieta.

O ácido úrico é um composto não nitrogenado, que é facilmente convertido em amônia e disponibilizado para os microrganismos do ambiente ruminal, sendo uma importante fonte de nitrogênio para os mesmos, para o crescimento microbiano. No presente estudo, foi possível observar diferença estatística entre as dietas ($P<0,05$), com o tratamento 20S:80F se mostrando superior aos demais. O valor encontrado de $0,18 \text{ mg dL}^{-1}$ pode estar relacionado com o maior consumo apresentado pelos animais neste tratamento (Tabela 2), pois os níveis de ácido úrico podem indicar o metabolismo ruminal recente, uma vez que aumentam de acordo com a qualidade nutricional do alimento e a ingestão pelo animal. O número de microrganismos no rúmen também aumenta sob essas condições, então o ácido úrico informa de maneira indireta a quantidade dos mesmos (VARANIS et al., 2021).

A ureia não apresentou diferença estatística para o presente experimento ($P>0,05$) e todos os tratamentos ficaram dentro da faixa recomendada por Silva et al. (2020b). Parte da proteína que chega ao rúmen é transformada em amônia, para que possa ser utilizada pela microbiota ruminal na produção de proteína microbiana. No caso da proteína degradada no rúmen, seu aproveitamento depende de condições ruminais favoráveis, particularmente da disponibilidade de energia para que sejam incorporadas como proteína microbiana. Um aspecto importante para que tal fato ocorra é a fermentação de carboidratos, uma vez que é a origem dessa energia necessária. Quando há falta de carboidratos na dieta para a completa utilização desta amônia, ela é absorvida pela parede ruminal e levada ao fígado onde é transformada em ureia com elevada perda energética e nitrogenada. Essa ureia pode ser eliminada na urina, retornar ao rúmen via saliva ou difusão na parede ruminal e ser eliminada no leite em caso de animal em lactação (SILVA et al., 2020b).

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para albumina, que manteve seus valores dentro do esperado (SILVA et al., 2020b). A albumina é a proteína mais abundante no plasma, constituindo cerca de 50% da proteína sérica total. Sintetizada no fígado, ela contribui em 80% da osmolaridade do plasma sanguíneo. Seus níveis podem indicar o teor de proteína na alimentação, embora suas mudanças no sangue ocorram lentamente. Como a velocidade de síntese e degradação é baixa, torna-se essencial um período de pelo menos um mês para detectar mudanças significativas na concentração da albumina sérica. Quando níveis de albumina são diminuídos juntamente com os de ureia, pode indicar deficiência proteica, enquanto níveis de ureia normais e/ou níveis enzimáticos elevados indicam falha hepática (OLIVEIRA et al., 2014).

Os valores de creatinina também estiveram dentro da faixa normal de acordo com Silva et al. (2020b) e não houve diferença estatística entre tratamentos, corroborando com os dados de VU e DSD (Tabela 3), demonstrando que a função renal se manteve adequada. Além disso, o fato de os animais estarem confinados resulta em baixo consumo de energia pelo músculo, uma vez que a

creatinina tem estreita relação com a massa muscular que varia de acordo com grau de exercício realizado pelos animais. A quantidade diária de creatinina que é formada depende da quantidade de creatina no organismo, que por sua vez depende da massa muscular, porém pouco afetada pela alimentação, principalmente pelo consumo de proteína. (OLIVEIRA et al., 2014).

Pôde-se observar que todos os metabólitos ficaram dentro dos valores indicados como ideais na literatura. Demonstrando que as dietas utilizadas foram eficientes em manter os metabólitos em níveis adequados, mantendo os animais livres de sobrecarga hepática e renal.

A inserção do Foragge® 52,5% fibra de cana em diferentes proporções aumentou o consumo de matéria seca dos animais promovendo maior eficiência de ingestão, ruminação e mastigação dos animais quando comparado à silagem de milho pura. A substituição da silagem de milho por volumoso extrusado não alterou os parâmetros fisiológicos, indicando uma adequada nutrição dos animais, mantendo o organismo dos mesmos sem alterações significativas.

Conclusão

O volumoso extrusado Foragge® 52,5% fibra de cana pode substituir a silagem de milho em até 80% sem prejuízos quanto ao aproveitamento das dietas e sem causar danos ao metabolismo dos animais.

Conflitos de interesse

Não houve conflito de interesses dos autores.

Contribuição dos autores

Marco Túlio Santos Siqueira – coleta de dados, interpretação dos resultados e escrita; Karla Alves Oliveira – coleta de dados e interpretação dos resultados; Erica Beatriz Schultz – escrita e revisão do texto; Luciano Fernandes Sousa – Análise estatística dos dados coletados; Vitória Renata Souza Silva – coleta de dados; Gilberto de Lima Macedo Júnior – ideia original, orientação e correções.

Referências bibliográficas

ARAÚJO, C. M.; OLIVEIRA, K. A.; MACEDO JUNIOR, G. de L.; SILVA, S. P. da; SILVA, D. A. de P. Parâmetros nutricionais e bioquímicos de ovinos consumindo volumoso extrusado com diferentes teores de *Uruchloa brizantha* em comparação a silagem de milho tradicional. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-11, 2020. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2020.25810>

BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000100031>

CARVALHO, M. B. Semiologia do Sistema Urinário. In: FEITOSA, F. L. **Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico**. São Paulo: ROCA, p. 389-409, 2008.

CARVALHO, S.; BERNARDES, G. M. C.; PIRES, C. C.; BIANCHI, G.; PILECCO, V. M.; VENTURINI, R. S.; MOTTA, J. H.; TEIXEIRA, C. T. Efeito de dietas de alto grão sobre o comportamento ingestivo de

cordeiros em confinamento. **Revista Zootecnia Tropical**, v. 33, n. 2, p. 145-152, 2015. https://www.researchgate.net/publication/344354389_Efeito_de_dietas_de_alto_grao_sobre_o_comportamento_ingestivo_de_cordeiros_em_confinamento_Effect_of_high-grain_diets_on_feeding_behavior_of_feedlot_lambs

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York: 1980.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Métodos alternativos de controle de nematóides gastrintestinais em caprinos e ovinos**. Paraíba: Embrapa Caprinos e Ovinos, p. 49-56, 2008. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42340/1/AAC-Metodos-alternativos.pdf>

FISCHER, H.; WAGENBACH, D.; KIPFSTUHL, J. Sulfate and nitrate firm concentrations on the Greenland ice sheet: 1. Large-scale geographical deposition changes. **Journal of Geophysical Research**, v. 103, p. 927-934, 1998. <https://doi.org/10.1029/98JD01885>

GESUALDI JÚNIOR, A.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHOS, S. C.; SILVA, J. F. C.; VELOSO, C. M.; CECON, P. R. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: Consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1458-1466, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000500026>

GOMES, S. P.; BORGES I.; BORGES, A. L. C. C.; MACEDO JUNIOR, G. L.; CAMPOS, W. E.; BRITO, T. S. Tamanho de partícula do volumoso e frequência de alimentação sobre o metabolismo energético e protéico em ovinos, considerando dietas com elevada participação de concentrado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 732-744, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402012000300013>

KRUSKAL, W. H., WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal American Statistical Association**, v. 47, n. 260, p. 583-621, 1952. <https://doi.org/10.2307/2280779>

LEVENE, H. Robust Test for Equality of Variances, *In*: OLKIN, I. **Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling**. Stanford University Press, California, United States, p. 278-292, 1960.

MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. **Nutrição Animal**. 3^a ed. Freitas Bastos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1984.

NRC. Nacional Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids**. National Academy Press, Washington, USA, 2007.

OLIVEIRA, K. A.; ASSIS, T. S. de; SOUSA, L. F.; SIQUEIRA, M. T. S.; SOUZA, A. M. de; MACEDO JÚNIOR, G de L. Consumo de nutrientes, comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de ovinos alimentados com volumoso extrusado contendo diferentes aditivos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-9, 2020b. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2020.20606>

OLIVEIRA, K. A.; MACEDO JÚNIOR, G. de L.; ARAÚJO, C. M.; SOUSA, L. F.; ARAÚJO, M. J. P.; SIQUEIRA, M. T. S. Different roughage to concentrate ratios in extruded ration and metabolic parameters of growing lambs. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, p. 1653-1666, 2020a. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n5p1653>

OLIVEIRA, K. A.; MACEDO JÚNIOR, G. de L.; ARAÚJO, C. M.; SOUSA, L. F.; SILVA, A. L.; JESUS, T. A. V. de. Different roughage: concentrate ratios in extruded feed and feeding behavior of growing lambs. **Veterinária Notícias**, v. 26, n. 1, p. 32-49, 2020c. <https://doi.org/10.14393/VTN-v26n1-2020-45655>

OLIVEIRA, K. A.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SILVA, S. P.; ARAÚJO, C. M.; VARANIS, L. F. M.; SOUSA, L. F. Nutritional and metabolic parameters of sheep fed with extruded roughage in comparison with corn silage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, p. 1795-1804, 2019. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n4p1795>

- OLIVEIRA, R. P. M.; MADURO, A. H. P.; LIMA, E. S.; OLIVEIRA, F. F. Perfil metabólico de ovelhas Santa Inês em diferentes fases de gestação criadas em sistema semi-intensivo no Estado do Amazonas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 81-86, 2014. <https://doi.org/10.5216/cab.v15i1.15720>
- POLLI, V. A.; RESTLE, J.; SENNA, D. B.; ALMEIRA, S. R. S. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 5, p. 987-993, 1996.
- RAMACHANDRA, H. G.; THEJASWINI, M. L. Extrusion technology: a novel method of food processing. **International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology**, v. 2, n. 4, p. 358-369, 2015. http://ijiset.com/vol2/v2s4/IJSET_V2_I4_51.pdf
- REECE, W. O. Função Renal nos Mamíferos. In: REECE, W. O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 68-96, 2006.
- RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documentos 306, 2010. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/40059/1/documento-306.pdf>
- SANTOS, G.; LOPES, M. A. Indicadores econômicos de sistemas de produção de leite em confinamento total com alto volume de produção diária. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 3, p. 239-248, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v15i314045>
- SANTOS, I. A.; NOGUEIRA, L. A. H. Estudo energético do esterco bovino: seu valor de substituição e impacto da biodigestão anaeróbia. **Revista Agrogeoambiental**, v. 4, n. 1, p. 41-49, 2012. <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v4n12012373>
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality, (Complete Samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965. <https://dx.doi.org/10.2307/2333709>
- SILVA, D. A. de P.; SANTANA, A. G. de; ARAÚJO, C. M.; OLIVEIRA, K. A.; SIQUEIRA, M. T. S.; MACEDO JUNIOR, G. de L. Avaliação dos efeitos nutricionais e metabólicos da substituição de silagem de milho por ração extrusada de Capim-marandu (*Urochloa brizantha*) em ovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-9, 2020a. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2020.19833>
- SILVA, D. A. P.; VARANIS, L. F. M.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. M.; SIQUEIRA, M. T. S.; MACEDO JÚNIOR, G. L. Parâmetros de metabólitos bioquímicos em ovinos criados no Brasil. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-8, 2020b. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2020.20404>
- SIQUEIRA, G. R.; ROTH, M. de T. P.; MORETTI, M. H.; BENATTI, J. M. B; RESENDE, F. D. de. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p. 991-1008, 2012. <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/QBnZRT7gc4TfPwdbNSDH57j/?lang=pt>
- TRHALL, M. A.; BAKER, D. C.; CAMPBELL, T. W. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Roca, 2007, 592p.
- VAN CLEEF, E. H. C. B.; EZEQUIEL, J. M. B.; D'AUREA, A. P.; FÁVARO, V. R.; SANCANARI, J. B. D. Crude glycerin in diets for feedlot Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 2, p. 86-91, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982014000200006>
- VARANIS, L. F. M.; SCHULTZ, E. B.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. F.; CRUZ, W. F. G. da; MACEDO JUNIOR, G. de L. Serum biochemical reference ranges for lambs from birth to 1 year of age in the tropics. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1725-1740, 2021. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n3Sup1p1725>
- VIEIRA, J. S.; LOGATO, P. V. R.; RIBEIRO, P. A. P.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. Efeito do processamento do milho sobre o desempenho e composição de carcaça de piaba (*Leporinus friderici*) criada

em tanques-rede. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 2, p. 453-458, 2005. <http://doi.org/10.1590/S1413-70542005000200025>

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. de A.; BATISTA, Â. M. V.; VÉRAS, A. S. C.; BISPO, S. V.; SILVA, F. M. da; SANTOS, V. L. F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 444-456, 2012. <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/xcrms3QvRNjWGkNQFyHYf8q/abstract/?lang=pt>

ZANINE, A. M.; MACEDO JUNIOR, G. L. Importância do consumo da fibra para nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 3, n. 4, p. 1-11, 2006. https://www.researchgate.net/publication/26439858_Importancia_do_consumo_da_fibra_para_nutricao_de_ruminantes Importance of consume of fiber for nutrition of ruminant

Recebido em 19 de janeiro de 2022
Aceito sem alterações em 15 de abril de 2022