



Revista Agrária Acadêmica

[Agrarian Academic Journal](#)



doi: 10.32406/v5n1/2022/147-162/agrariacad

Casca de soja extrusada em substituição a silagem de milho - parâmetros nutricionais e bioquímicos em ovinos. Extruded soybean hull as replacement for corn silage - nutritional and biochemical parameters in sheep.

[Gustavo Roberto Dias Rodrigues](#)¹, [Marco Túlio Santos Siqueira](#)², [Karla Alves Oliveira](#)³, [Luciano Fernandes Sousa](#)⁴, [Érica Beatriz Schultz](#)⁵, Marcela Rodrigues de Oliveira¹, Gilberto de Lima Macedo Júnior⁶

¹ Discente do curso de Zootecnia - Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia/MG.

² Discente Pós-Graduação em Zootecnia - Departamento de Zootecnia - Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras/MG. E-mail: marcotulio.s.siqueira@gmail.com

³ Discente da Pós-Graduação em Zootecnia - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, Jaboticabal/SP.

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

⁵ Docente do curso de Zootecnia - Departamento de Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa/MG.

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

Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos da casca de soja extrusada em substituição à silagem de milho. Utilizou-se vinte animais com peso médio de 57,00kg. Os tratamentos consistiram em diferentes níveis de inclusão do volumoso extrusado em substituição à silagem. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado. Verificou-se resposta linear negativa para consumo de matéria seca, peso das fezes na matéria seca, eficiência de ingestão, mastigação e ruminação e ureia. Digestibilidade da matéria seca apresentou resposta quadrática. Os tempos gastos em mastigação e ruminação aumentaram conforme a adição de silagem de milho. A substituição da silagem de milho pelo volumoso extrusado pode ser realizada em até 80% sem causar quaisquer efeitos deletérios a ovinos adultos.

Palavras-chave: Consumo de matéria seca. Digestibilidade. Ingestão. *Ovis aries*. Ruminantes.

Abstract

The objective was to evaluate effects of extruded soybean hulls as replacement for corn silage. Twenty animals with an average weight of 57.00kg were used. The treatments consisted different levels inclusion the extruded roughage to replace the silage. A completely randomized design was used. There was negative linear response for dry matter intake, weight of feces in dry matter, efficiency ingestion, chewing and rumination and urea. Dry matter digestibility showed a quadratic response. The time spent in chewing and rumination increased with the addition of corn silage. The replacement of corn silage by extruded roughage can be performed in up to 80% without causing any deleterious effects to adult sheep.

Keywords: Dry matter intake. Digestibility. Ingestion. *Ovis aries*. Ruminants.

Introdução

Diante da elevação de custo das fontes convencionais de energia presentes nas dietas dos ruminantes, a casca de soja torna-se uma alternativa vantajosa mediante seu custo inferior por tonelada métrica (RUSSELL et al., 2016). A casca de soja é um subproduto obtido na indústria de óleo de soja e na produção de biocombustível, constituindo em torno de 2% do grão. Tem a função fisiológica de fibra vegetal e apresenta baixa quantidade de lignina (CARVALHO et al., 2015).

De acordo com Zarpelon et al. (2015), a inclusão de cascas de sementes em rações pode contribuir para diminuição do risco de acidose e ampliação do desempenho animal, uma vez que há elevada quantidade de fibra contida nestes ingredientes. Ainda segundo esses autores, a peletização da casca de soja promove melhora na digestibilidade dos nutrientes, palatabilidade da ração e consumo.

Além da inclusão de novas fontes alimentares na nutrição de ruminantes, são avaliadas novas formas de processamento de dietas, como a extrusão. Esse processo corresponde a uma tecnologia capaz de produzir ração comercial seca com baixo custo, além de misturar, cozinhar, esterilizar e texturizar ingredientes. A extrusão altera a estrutura do amido e promove sua gelatinização, na qual ocorre a liberação de amilose e amilopectina que aumentam a solubilidade e a capacidade de absorver água deste polissacarídeo, reduzindo ao mesmo tempo sua viscosidade (GOI et al., 2020).

Existem diversas pesquisas encontradas na literatura que avaliam os efeitos nutricionais, metabólicos e comportamentais referentes à inclusão de ração extrusada para ruminantes (ARAÚJO et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020a; OLIVEIRA et al., 2020b; RUELA et al., 2020; SILVA et al., 2020a), entretanto, nenhum deles utiliza a casca de soja como ingrediente no processo de extrusão. A hipótese desse trabalho é fundamentada na possibilidade da casca de soja, em forma extrusada, poder substituir a silagem de milho e conseqüentemente, melhorar a dinâmica ruminal, aumentar o consumo e manter o metabolismo dos animais em índices adequados. Dessa forma, o objetivo desse experimento é avaliar diferentes níveis de casca de soja extrusada em substituição à silagem de milho, sobre o consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo e metabólitos sanguíneos de ovelhas adultas da raça Santa Inês.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no setor de caprinos e ovinos presente na fazenda Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), durante o mês de maio de 2017, tendo duração de 21 dias, sendo os quinze primeiros dias utilizados para adaptação dos animais a dieta experimental, e os seis últimos para coletas de fezes, urina, sobras de alimento e água. Todos os manejos utilizados contaram com a aprovação da Comissão de Ética e Utilização dos Animais (CEUA) da UFU sob o número de protocolo 092/16.

As unidades experimentais avaliadas foram vinte ovelhas da raça Santa Inês, vazias, com idade média de três anos e peso corporal médio de 57,00 kg. Durante todo o período experimental, os animais ficaram mantidos em gaiolas metabólicas providas de bebedouro, comedouro, piso ripado, saleiro e artefato de separação de fezes e urina, seguindo padrão dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT). Previamente à alocação dos animais, todos foram pesados e vermifugados com Levamisol (via oral) no primeiro dia do experimento, sendo feita observação da mucosa ocular através do método Famacha[®] (SOUZA et al., 2017).

Os tratamentos testados foram compostos por diferentes níveis de inclusão do volumoso comercial extrusado, Forrage[®] 52,5% casca de soja (F) (Nuttrata Nutrição Animal, Itumbiara-GO, Brasil) em substituição à silagem de milho tradicional (S). Os grupos experimentais tiveram os seguintes níveis: 20% de Forrage[®] e 80% de silagem de milho (20%F:80%S); 40% de Forrage[®] e 60% de Silagem de milho (40%F:60%S); 60% de Forrage[®] e 40% de Silagem de milho (60%F e 40%S); 80% de Forrage[®] e 20% de Silagem de milho (80%F:20%S) e 100% de silagem de milho (100%S). O Forrage[®] 52,5% casca de soja tem em sua composição: Casca de soja, Premix mineral vitamínico, amido de milho, semente de girassol e ureia, sendo que, por se tratar de um produto protegido por lei de patente comercial, as porcentagens de seus constituintes são mantidas em sigilo.

A alimentação foi ofertada aos animais duas vezes ao dia, primeiramente às 08:00hrs e posteriormente às 16:00hrs. Em cada um desses turnos foi distribuído 50% do total diário. Além disso, a dieta experimento teve balanceamento para haver sobras entre 5-10% do total fornecido. Durante todos os 21 dias do experimento, os animais tiveram livre acesso à água e sal mineral específico para ovinos. Na tabela 1 está descrita a composição química do Forrage[®] 52,5% Casca de Soja, da silagem de milho e das dietas em função dos tratamentos avaliados.

Tabela 1 – Composição percentual e bromatológica do Forrage[®] 52,5% Casca de Soja (F) e das dietas em função dos tratamentos

| | MS | PB | FDN | FDA | NDT*** |
|---------|-------|------|-------|-------|--------|
| F* | 90,80 | 7,90 | 53,59 | 35,18 | 67,40 |
| 20F:80S | 44,02 | 8,15 | 55,22 | 34,44 | 63,07 |
| 40F:60S | 55,71 | 8,09 | 54,81 | 34,62 | 64,15 |
| 60F:40S | 67,41 | 8,02 | 54,41 | 34,81 | 65,24 |
| 80F:20S | 79,10 | 7,96 | 54,00 | 34,99 | 66,32 |
| 100S** | 32,32 | 8,21 | 55,63 | 34,25 | 61,99 |

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; NDT: nutrientes digestíveis totais. *Valores fornecidos pelo fabricante Nutratta[®]. **Valores obtidos através de análises bromatológicas efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Uberlândia; ***NDT = $87,84 - (0,7 \times \% \text{FDA})$ (RODRIGUES, 2010)

O consumo de matéria seca (CMS) dos alimentos foi calculado com base na seguinte fórmula: CMS = (ofertado de alimento x % matéria seca do ofertado) – (sobras de alimento x % matéria seca das sobras).

Após os quinze dias destinados à adaptação dos animais, foram realizadas as coletas de dados. Em todos os dias de coleta, os alimentos ofertados, sobras e fezes foram pesados e amostrados utilizando balança eletrônica com precisão de cinco gramas. Foram feitas amostras compostas a partir das amostras simples provenientes de cada animal para realização das análises bromatológicas e cálculo de consumo e digestibilidade da matéria seca. No final do período de coleta, estas amostras foram armazenadas em freezers horizontais à -15°C, para conservação, e em seguida, os alimentos ofertados, sobras e fezes foram pré-secos em estufa ventilada à 55°C durante 72 horas, até ser obtido peso constante. Em seguida, foram trituradas com a utilização de um moinho de facas tipo Willey, em partículas de 1 mm. Após esse procedimento, as amostras foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal da UFU, onde foi verificada a matéria seca das porções de ofertado, sobras e fezes, em estufa à 105°C durante 24 horas, sendo então possível determinar a matéria seca definitiva das mesmas e teor de nutrientes, e posteriormente, a matéria seca definitiva e digestibilidade aparente dos nutrientes através das equações (Eq. 1 e 2) proposta 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 (%).

A urina foi amostrada através da utilização de baldes com telas, onde ocorria a retenção das fezes, sendo essas recolhidas em bandejas plásticas. O volume urinário (VU) foi mensurado com o auxílio de provetas graduadas de plástico com capacidade máxima de dois litros e precisão de 20 mL. Foi quantificado o VU excretado por cada animal durante um período de 24 horas, em seguida, amostrado cerca de 20% do total diário de todos os baldes coletores, durante cada um dos cinco dias de coleta. As amostras coletadas foram filtradas por meio de filtros descartáveis de papel e posteriormente armazenadas em garrafas plásticas identificadas para cada tratamento. Todas as amostras foram mantidas em um freezer vertical à 15°C para futuras análises.

A densidade urinária (DU) foi obtida com o uso de um refratômetro manual portátil Megabrix[®] (Fremont, Ohio, Estados Unidos) com o auxílio de pipetas descartáveis, onde 1 mL de urina foi transferido do balde coletor para o prisma do optômetro. Esse procedimento foi realizado sob luz fluorescente, sempre na mesma posição. Entre a mensuração de cada amostra, o refratômetro foi higienizado e seco com papel toalha no intuito de não ocorrer interferências entre os resultados.

O escore fecal (EF) foi avaliado pela escala descrita por Gomes et al. (2012), onde 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; na escala cinco (5) as fezes são amolecidas e sem formato normal; e na escala seis (6) as fezes são diarreicas.

O consumo de água (CH₂O) dos animais foi obtido com base na diferença entre a quantidade de água ofertada diariamente e as sobras anotadas no dia posterior, sendo levado em consideração a quantidade de água que evaporava. A água fornecida foi mensurada com o auxílio de uma proveta graduada de plástico com capacidade máxima de dois litros e exatidão de 20 mL. Foram disponibilizados aos animais seis litros de água diariamente, entretanto, caso houvesse necessidade, ofertava-se quantidades maiores. A evaporação foi avaliada a cada 24 horas através da alocação de um balde no galpão experimental contendo seis litros de água, onde o mesmo ficou em local de acesso restrito aos animais. Esse balde foi inserido durante o momento de fornecimento de água, em uma superfície plana correspondente à altura dos baldes presentes nas gaiolas metabólicas. A mensuração da quantidade evaporada também foi por meio da diferença entre os seis litros ofertados e as sobras verificadas no dia seguinte. Para a realização dos cálculos estatísticos, a quantidade total de água evaporada foi descontada do consumo diário de água de cada animal.

As coletas de sangue para avaliação dos componentes bioquímicos também foram realizadas após os quinze dias do período de adaptação dos animais, sendo feitas no primeiro, terceiro e quinto dia de coleta do experimento, antes da primeira refeição ofertada no dia com os animais em jejum desde a última refeição disponibilizada no dia anterior. Considerou-se a média desses três dias para realização dos cálculos estatísticos. As colheitas de sangue ocorreram por venopunção da jugular com tubos Vacutainer[®] (BD) sem anticoagulante. Os componentes bioquímicos avaliados para

determinação do metabolismo energético foram: triglicerídeos, colesterol e frutossamina e para determinação do metabolismo proteico foram: ureia, proteínas totais, ácido úrico, albumina e creatinina.

Já para a avaliação glicêmica, as colheitas foram realizadas no quinto dia de coleta de dados, às 8:00 (antes da primeira refeição), 11:00, 14:00, 17:00 e 20:00 horas. Excepcionalmente nesse dia, a segunda refeição somente foi ofertada após o recolhimento das 20:00 horas. Essas amostras foram coletadas por meio de venopunção da jugular com a utilização de tubos Vacutainer® (BD) contendo fluoreto de sódio e ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), identificados para cada animal. Não foram mensurados os efeitos do estresse da coleta a cada três horas nos animais.

Todas as amostras de sangue coletadas foram centrifugadas a 3000 rotações por minuto, durante 10 minutos. Após a separação do soro em alíquotas, estes ficaram armazenados em freezer à -15°C para futuras análises laboratoriais. As amostras foram processadas em analisador bioquímico automatizado Bioplus® 2000 (Bioplus Produtos para Laboratório Ltda.), usando kit comercial da Lab Test Diagnósticos S. A.®.

No último dia do período de coleta, ocorreu a mensuração do comportamento ingestivo, onde os animais foram submetidos à observação visual por pessoas treinadas, em sistema de revezamento, dispostas de maneira a não incomodar os animais durante vinte e quatro horas, uma vez ao longo do período de coleta. No período noturno, o ambiente recebeu iluminação artificial e as luzes foram mantidas acessas durante cinco dias antes da avaliação para promover a adaptação dos animais às mesmas. Os animais foram avaliados a cada cinco minutos, era observado se estavam ingerindo alimento ou água separadamente (ING), ou se estavam em ruminação (RUM) ou ócio (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 eficiências de ingestão (Eing), mastigação (Emast) e ruminação (Erum) foram obtidas segundo Polli et al. (1995), de acordo com as equações 3, 4 e 5:

$$E_{Ing} \text{ (g min}^{-1}\text{)} = \text{CMS/Tal} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$E_{Mast} \text{ (g min}^{-1}\text{)} = \text{CMS/Tmast} \quad (\text{Eq. 4})$$

$$E_{Rum} \text{ (g min}^{-1}\text{)} = \text{CMS/Trum} \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde: CMS é consumo de MS (g MS dia⁻¹), Tal é o tempo de alimentação (min dia⁻¹), Tmast é o tempo em mastigação (min dia⁻¹) e Trum é o tempo em ruminação (min dia⁻¹).

Para as variáveis analisadas utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Já para glicemia considerou-se delineamento inteiramente ao acaso com parcela subdividida, onde nas parcelas ficaram os tratamentos e nas sub parcelas os horários de coleta. Esta variável foi testada para condição de esfericidade, que não foi aceita. Portanto, utilizou-se a análise de modelos mistos, em que foram avaliadas todas as estruturas de covariâncias (S) disponíveis no pacote do software SAS (SAS INSTITUTE, 2012) que modelam a dependência dos erros do modelo. Para selecionar a estrutura de covariância que melhor explique a correlação residual, foi utilizado o critério de informação de Akaike (AIC), sendo escolhida, para cada variável, a estrutura que resultou no menor valor de AIC após a análise (SILVA et al., 2015). Todos os dados foram

testados quanto à normalidade e homocedasticidade das variâncias dos tratamentos. 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% casca de soja, 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%. Os dados referentes ao escore fecal foram analisados por estatística não paramétrica, por meio do 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

Para o consumo de matéria seca (CMS), CMS em relação ao peso corporal (CMS/PC) e CMS em relação ao peso metabólico (CMS/PM(PC^{0.75})), foi obtida resposta linear negativa à medida que a inclusão de silagem de milho aumentava. Já a digestibilidade de matéria seca (DMS) apresentou resposta quadrática, onde o grupo que consumiu 100% de silagem de milho (100S) adquiriu a maior porcentagem perante os demais (Tabela 2).

Tabela 2 – Consumo e digestibilidade da matéria seca por ovelhas consumindo diferentes níveis de volumoso extrusado em substituição à silagem de milho

| Tratamento | CMS ¹ (kg) | CMS/PC ² (%) | CMS/PM ³ (PC ^{0.75}) | DMS ⁴ (%) |
|------------|-----------------------|-------------------------|---|----------------------|
| 80F:20S | 2,01 | 3,60 | 98,29 | 61,67 |
| 60F:40S | 1,85 | 3,08 | 85,93 | 63,53 |
| 40F:60S | 1,63 | 2,74 | 76,23 | 54,19 |
| 20F:80S | 1,53 | 2,66 | 73,23 | 64,20 |
| 100S | 1,21 | 2,19 | 59,72 | 67,33 |
| MG | 1,66 | 2,89 | 79,61 | 62,16 |
| P | 0,0028 | 0,0024 | 0,0021 | 0,0369 |
| CV | 20,94 | 17,13 | 16,87 | 8,91 |

MG: Média geral; P: Probabilidade de significância (5%); CV: Coeficiente de variação (%).

¹Y = 2,227345 - 0,009598X, R² = 97,54%; ²Y = 3,831445 - 0,016205X, R² = 95,74%; ³Y = 105,638615 - 0,449212X, R² = 96,97%; ⁴Y = 69,569440 - 0,410356X + 0,003916X², R² = 50,03%

De acordo com Ammer et al. (2017), o CMS dos animais pode ser influenciado pela granulometria e teor nutricional da dieta sobre o enchimento ruminal e, efeitos fisiológicos consequentes do fornecimento energético da ração. Já segundo Costa et al. (2014), o esvaziamento ruminal é um dos principais estímulos alimentares. Dessa forma, como as partículas de produtos extrusados possuem tamanho médio de 2mm e são homogêneas, tais características podem ter contribuído para as respostas averiguadas no consumo pelos animais, pois quanto maior foi a oferta de volumoso extrusado, maior foi o CMS necessário para atingir o preenchimento do rúmen. Além disso, os grupos que receberam teores elevados de volumoso extrusado não tiveram seu consumo limitado pela ingestão de fibra, uma vez que segundo Macedo Júnior et al. (2012), caso os níveis de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) comprometam a oferta de carboidratos fermentáveis de origem não fibrosa (CNF), o CMS é reduzido.

A casca de soja é um produto com alto valor energético devido à curva de degradação da pectina no rúmen e por apresentar altos teores de FDN e FDA com alta digestibilidade. Além disso, é classificada como fibra rapidamente degradada no rúmen devido a sua fermentação ruminal, o que também contribui para aumento na taxa de passagem e digestibilidade da fibra (ANDRADE e

QUADROS, 2011). Sendo assim, a associação entre o processo de extrusão com as características digestivas e composição da casca de soja pode ter proporcionado maior CMS aos animais devido a uma provável elevação na taxa de passagem dos alimentos, provocada pelo tamanho das partículas do volumoso extrusado e alta fermentação da casca de soja, levando os animais a ingerirem mais alimentos para que o rúmen fosse preenchido.

Avaliando o consumo por ovelhas adultas consumindo volumoso extrusado e silagem de milho, Silva et al. (2020a) também verificaram que o CMS aumenta linearmente conforme a adição de volumoso extrusado, sendo obtido uma média de 1,36 kg/dia no tratamento com 80% de silagem de milho e 20% de volumoso extrusado e 2,03 kg/dia para os animais que consumiram 80% de volumoso extrusado e 20% de silagem de milho. Já Oliveira et al. (2018) observaram CMS/PC de 2,42% e 4,60% para animais alimentados apenas com silagem de milho e volumoso extrusado, respectivamente. Portanto, os valores constatados nesse experimento não estão distantes de trabalhos presentes na literatura e sugerem que a silagem de milho pode ser substituída pelo Forrage[®] 52,5% Casca de Soja sem causar efeitos deletérios no consumo.

Com relação a digestibilidade da matéria seca (DMS) houve resposta quadrática em função do aumento da oferta de silagem de milho, onde o tratamento 100S obteve o maior percentual (67,33%) e o 40F:60S o menor (54,19%) (Gráfico 1).

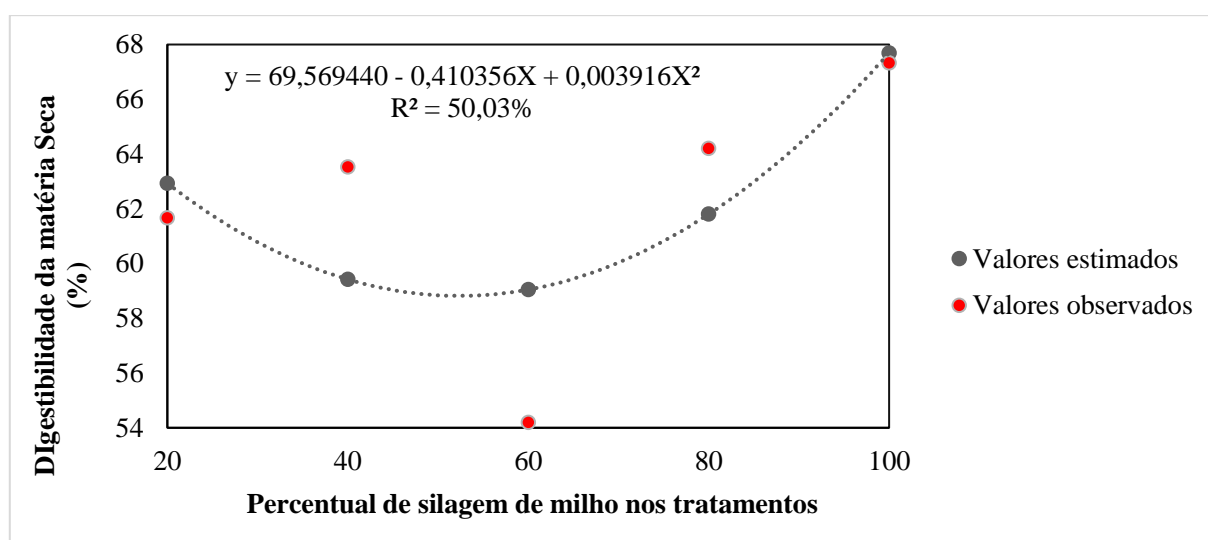


Gráfico 1 – Modelo de regressão para a variável DMS

Esse resultado pode ser explicado devido a esse grupo ter apresentado o menor CMS, uma vez que um menor consumo pode proporcionar redução na taxa de passagem e conseqüentemente, aumentar a digestibilidade devido ao tempo de permanência do alimento dentro do rúmen. Além disso, a casca de soja é um alimento rapidamente degradado no rúmen por ser uma fibra fermentável, fato que pode ter contribuído para aumento na taxa de passagem dos grupos que consumiram maior proporção desse alimento em forma extrusada, diminuindo a digestibilidade das dietas devido a um menor tempo de retenção no rúmen. Foi obtido por Silva et al. (2020a) DMS média de 54,30% para dietas compostas por diferentes relações entre silagem e volumoso extrusado a base de Capim-marandu (*Urochloa brizantha*) em ovelhas adultas. O resultado encontrado pelos autores foi 13,45% menor que a média obtida nesse ensaio, o que pode ser justificado pela diferença entre os alimentos extrusados utilizados, já que a casca de soja possui altos teores de FDN e FDA de alta digestibilidade, contribuindo para maiores valores de DMS. Além disso, a DMS média da silagem de milho brasileira

é de 59,58% (VALADARES FILHO et al., 2018), portanto, os dados desse trabalho aproximam-se da literatura e reforçam que é possível substituir esse alimento pelo volumoso extrusado utilizado nesse estudo. A fundo de averiguar melhor os aspectos referentes ao consumo dos animais e digestibilidades das dietas, foram avaliadas as variáveis descritas na tabela 3.

Tabela 3 - Ingestão de água, parâmetros fecais e urinários de ovelhas consumindo diferentes níveis de volumoso extrusado em substituição à silagem de milho

| Tratamento | CH ₂ O (L dia ⁻¹) | CH ₂ O/CMS (L kg ⁻¹) | VU (L dia ⁻¹) | DU (g mL ⁻¹) |
|------------|--|---|---------------------------|--------------------------|
| 80F:20S | 3,40 | 1,63 | 1,036 | 1,0258 |
| 60F:40S | 2,67 | 1,48 | 0,668 | 1,0315 |
| 40F:60S | 3,15 | 1,93 | 1,308 | 1,0258 |
| 20F:80S | 2,02 | 1,31 | 1,133 | 1,0175 |
| 100S | 1,15 | 0,94 | 0,959 | 1,0155 |
| MG | 2,52 | 1,46 | 1,02 | 1,0223 |
| P | 0,5874 | 0,4124 | 0,2145 | 0,1247 |
| CV | 39,53 | 41,52 | 38,48 | 0,90 |
| Tratamento | PFMN (kg) | PFMS ¹ (g) | MSF (%) | EF* |
| 80F:20S | 2,21 | 0,772 | 36,39 | 2,48 B |
| 60F:40S | 2,41 | 0,708 | 30,34 | 3,20 A |
| 40F:60S | 2,57 | 0,787 | 30,80 | 3,05 A |
| 20F:80S | 1,83 | 0,544 | 32,76 | 2,35 B |
| 100S | 1,32 | 0,394 | 31,22 | 2,20 B |
| MG | 2,07 | 0,639 | 32,50 | 2,64 |
| P | 0,5247 | 0,0458 | 0,8852 | 0,0147 |
| CV | 41,67 | 27,97 | 20,27 | - |

MG: Média geral; P: Probabilidade de significância (5%); CV: Coeficiente de variação (%). *Estatística não paramétrica, utilizando teste de Kruskal e Walis. ¹Y = 0,909150 - 0,004598X, R² = 82,08%

Com relação à ingestão hídrica dos animais, não foram verificadas diferenças estatísticas (P>0,05) para as variáveis consumo de água (CH₂O) e consumo de água em relação ao consumo de matéria seca (CH₂O/CMS). Segundo Santos et al. (2019), é de suma importância ofertar adequado nível de água para ovinos, pois sua falta propicia diminuição do CMS e digestibilidade dos nutrientes contidos na ração. A equação proposta pelo NRC (2007), para realização do cálculo de exigência de CH₂O diário de ovinos, por meio do CMS, é: CH₂O = 3,86 x CMS - 0,99. Logo, com base no CMS obtido (Tabela 2), os animais necessitariam ingerir 2,59 L dia⁻¹, valor que se aproxima da média geral obtida de 2,52 L dia⁻¹. Apenas o tratamento 100S distancia-se do resultado obtido pela equação do NRC (2007), o que pode ser justificado pelo fato de a silagem de milho utilizada possuir maior teor de água em sua composição, uma vez que segundo Neto et al. (2016), animais que consomem alimentos ricos em água tendem a diminuir sua ingestão para regular o volume de água corporal. De acordo com as informações disposta na Tabela 1, a matéria seca (MS) da silagem de milho foi de 32,32% ao passo que o volumoso extrusado possuía 90,80% de MS, dessa forma, é possível observar que o volumoso extrusado apresentava 89,14% de água a menos em sua composição perante a silagem de milho utilizada, o que corroborou para os resultados obtidos para a variável CH₂O.

Os parâmetros urinários também não apresentaram diferenças estatísticas entre os grupos avaliados (P>0,05). O volume urinário (VU) excretado por ovinos varia de 0,1 a 0,4 L para cada 10kg de peso vivo (HENDRIX, 2005), portanto, nessa situação seria necessário 0,51-2,04 L dia⁻¹ de VU. A média geral (MG) dos tratamentos foi de 1,02 L dia⁻¹, logo, todas as dietas ofertadas não influenciaram de modo negativo na excreção urinária dos animais. Além do VU, a densidade urinária

(DU), segundo o mesmo autor, oscila de 1,020-1,040 g mL⁻¹, dessa forma, não foram notados distúrbios nessa variável uma vez que a média geral está inclusa nessa referência (1,0223 g mL⁻¹). Todos os dados obtidos referentes à ingestão hídrica e urina dos animais indicam que a substituição da silagem de milho por volumoso extrusado a base da casca de soja, pode ser realizada sem promover quaisquer alterações no CMS e DMS.

Já na avaliação das fezes, foi observada resposta linear negativa ($P < 0,05$) para a variável peso das fezes na matéria seca (PFMS). Esse fato pode ser correlacionado com o CMS dos animais, uma vez que ambas apresentaram o mesmo padrão de resposta, onde um aumento de CMS proporcionou maior PFMS. Além disso, a casca de soja é um produto rico em pectina e possui baixo teor de lignina em sua fração fibrosa, o que contribui para uma maior taxa de fermentação desse produto no rúmen e elevada taxa de passagem, aumentando o volume fecal dos animais. Silva et al. (2020a) também verificaram que os valores de PFMS aumentaram linearmente conforme a adição de produtos extrusados. Com relação ao peso das fezes na matéria natural (PFMN) e matéria seca fecal (MSF), ambos se encontram adequados para a espécie animal avaliada, na qual uma ovelha adulta produz entre 0,8 e 2,0 kg dia⁻¹ de fezes na matéria natural (VIEIRA, 2007) com 37 a 44% de matéria seca (VAN CLEEF et al., 2014), sendo obtido MG de 2,07 kg dia⁻¹ e 32,50% para as respectivas variáveis.

O escore fecal (EF) apresentou diferenças estatísticas ($P < 0,05$), onde os tratamentos 60F:40S e 40F:60S mostraram-se acima aos demais. Essa variável permite a avaliação da consistência das fezes e identificação de possíveis alterações digestivas dos animais. Segundo Gomes et al. (2012), o EF adequado para ovinos é 2, onde as fezes são normais, entretanto, os grupos que foram superiores nesse trabalho tiveram EF próximos a 3, indicando fezes ligeiramente amolecidas. De acordo com Macedo Júnior et al. (2007), a oferta de fibra mais digestível consegue ampliar o consumo através do aumento da taxa de passagem, entretanto, o trânsito acelerado da fibra pode gerar diminuição do pH ruminal e aumentar a quantidade de substratos que chega ao cólon e conseqüentemente, aumenta o volume fecal (ALVES et al., 2016). Dessa forma, os resultados obtidos podem ser associados às características digestíveis da casca de soja, uma vez que esse é um produto rapidamente fermentável no rúmen devido à alta presença de pectina e baixo teor de lignina em sua fração fibrosa, contribuindo para maior taxa de passagem e conseqüentemente, maior volume fecal. Foi possível observar que tratamentos 40F:60S e 60F:40S apresentaram o maior PFMN, logo, é possível que tenha ocorrido maior taxa de passagem devido a fermentação e degradação da casca de soja no rúmen e dessa forma, alterações no pH ruminal que resultaram em um maior EF.

Com relação à avaliação de comportamento ingestivo dos animais, somente a variável ingestão (ING) não apresentou diferenças estatísticas ($P > 0,05$). Já a ruminação (RUM) e a mastigação (MAST) tiveram resposta linear positiva ($P < 0,05$) à inclusão de silagem de milho, ao passo que o ócio, eficiência de ingestão (EIng), eficiência de ruminação (ERum) e eficiência de mastigação (EMast) mostraram resposta linear negativa mediante a redução da oferta de volumoso extrusado (Tabela 4).

Tabela 4 - Comportamento ingestivo de ovelhas recebendo diferentes relações de volumoso extrusado em substituição à silagem de milho

| Tratamento | ING (min) | RUM ¹ (min) | ÓCIO ² (min) | MAST ³ (min) |
|------------|-----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 80F:20S | 236,00 | 249,00 | 955,00 | 485,00 |
| 60F:40S | 272,00 | 341,25 | 826,25 | 613,75 |
| 40F:60S | 225,00 | 396,25 | 818,75 | 621,25 |
| 20F:80S | 262,00 | 506,25 | 671,25 | 768,75 |
| 100S | 351,25 | 461,25 | 627,50 | 812,50 |

| | | | | |
|------------|--|--|---|--------|
| MG | 267,85 | 384,04 | 788,09 | 651,90 |
| P | 0,2879 | 0,0254 | 0,0291 | 0,0314 |
| CV | 25,50 | 16,78 | 12,35 | 14,93 |
| Tratamento | EIng ⁴ (g min ⁻¹) | ERum ⁵ (g min ⁻¹) | EMast ⁶ (g min ⁻¹) | |
| 80F:20S | 8,88 | 8,55 | 4,18 | |
| 60F:40S | 7,13 | 5,46 | 2,98 | |
| 40F:60S | 7,47 | 4,18 | 2,65 | |
| 20F:80S | 6,03 | 3,08 | 2,01 | |
| 100S | 3,71 | 2,73 | 1,57 | |
| MG | 6,75 | 4,98 | 2,75 | |
| P | 0,0036 | 0,0047 | 0,0021 | |
| CV | 35,59 | 32,19 | 21,78 | |

MG: Média geral; P: Probabilidade de significância (5%); CV: Coeficiente de variação (%). ¹Y = 213,9500 + 2,9475X, R² = 85,00%; ²Y = 1022,750 - 4,0500X, R² = 94,61%; ³Y = 417,250 + 4,050X, R² = 94,61%; ⁴Y = 10,084390 - 0,05724X, R² = 87,88%; ⁵Y = 9,007090 - 0,070038X, R² = 88,84%; ⁶Y = 4,50750 - 0,030983X, R² = 95,28%

O tempo gasto com a ruminação foi superior conforme a inclusão de silagem de milho. Essa resposta ocorreu devido ao fato do volumoso extrusado ofertado ter partículas físicas menores, proporcionando menos minutos em ruminação por dia. A adição gradativa da silagem de milho diminuiu a taxa de passagem e aumentou a necessidade de ruminação para que suas partículas atinjam o tamanho necessário e consigam seguir para o retículo. Sendo assim, o aumento no CMS (Tabela 2) dos animais que consumiram maior percentual de volumoso extrusado pode ser correlacionado com o menor tempo gasto em ruminação e conseqüentemente, a uma maior taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal e esvaziamento mais rápido do rúmen devido ao tamanho das partículas dos alimentos. Além disso, o tempo de ruminação médio diário para ovinos adultos varia entre 4 e 9 horas devido à natureza das dietas ofertadas e teor da parede celular presente nos alimentos volumosos da dieta (VAN SOEST, 1994), logo, todos os tratamentos atingiram a normalidade uma vez que a média obtida foi de 384,04 minutos (6,40 horas).

Os grupos 20F:80S e 100S foram os que apresentaram maior DMS e despenderam mais tempo em ruminação e mastigação que os demais, podendo ser justificado devido à natureza desses processos favorecerem o aproveitamento dos constituintes da dieta por meio do tamponamento do rúmen, assim como pela redução do tamanho das partículas do alimento. Dessa forma, há favorecimento da digestibilidade dos alimentos, especialmente a fração fibrosa a medida em que ocorre aumento do tempo em que o animal realiza tais ações.

Já o tempo gasto em mastigação aumentou mediante a adição de silagem de milho. Essa variável também pode estar relacionada com o tamanho físico das partículas dos alimentos ofertados, uma vez que as dietas compostas por volumoso extrusado possuíam granulometria menor, logo, os animais precisavam realizar menos movimentos mastigatórios para deglutição do alimento. Além disso, a ruminação apresentou o mesmo padrão de resposta e contribuiu para aumento do tempo necessário de mastigação dos animais perante o nível de inclusão de silagem. Foi visto por Araújo et al. (2020) que o tempo em mastigação foi o dobro para animais que receberam volumoso extrusado perante a silagem de milho tradicional.

Em conseqüência, o ócio dos animais regrediu linearmente conforme o aumento da oferta de silagem. Um menor tempo gasto com ócio evidencia que as ovelhas tiveram mais tempo para ruminar e mastigar, entretanto, um ócio maior pode proporcionar menor gasto energético e ganhos em desempenho.

Com relação às eficiências de ingestão, ruminação e mastigação, o tamanho médio de 2 mm das partículas do volumoso extrusado pode ter contribuído para os resultados obtidos, já que são digeridas com maior facilidade pelos microrganismos ruminais e levam um tempo menor para atingir a proporção necessária para seguirem aos próximos compartimentos digestórios. Esse resultado pode ter contribuído para o alto CMS (Tabela 2) dos animais consumindo maior teor de volumoso extrusado e proveniente dos valores obtidos dessas variáveis, pois o tratamento 80F:20S teve EIng, ERum e EMast cerca de 2,39, 3,13 e 2,66 vezes maior que o grupo 100S, respectivamente.

Além das avaliações de consumo, digestibilidade e comportamento ingestivo, foram mensurados os níveis dos metabólitos sanguíneos dos animais. A glicemia foi observada quanto às médias obtidas pelos tratamentos, assim como pela variação de horário ao longo do dia. Para essas duas análises, não foram observadas diferenças estatísticas ($P>0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5 - Concentração glicêmica por tratamento e horário de coleta de ovinos adultos alimentados com diferentes relações de volumoso extrusado em substituição à silagem de milho

| Tratamento | Glicemia (mg dL ⁻¹) |
|------------|---------------------------------|
| 80F:20S | 50,96 |
| 60F:40S | 51,40 |
| 40F:60S | 52,75 |
| 20F:80S | 47,20 |
| 100S | 45,05 |
| MG | 49,54 |
| CV | 32,14 |
| P | 0,5274 |
| Horário | Glicemia (mg dL ⁻¹) |
| 08:00 | 46,42 |
| 11:00 | 53,09 |
| 14:00 | 45,85 |
| 17:00 | 52,52 |
| 20:00 | 49,80 |
| P | 0,4341 |

MG: Média geral; P: Probabilidade de significância (5%); CV: Coeficiente de variação (%)

A glicose é um nutriente essencial para o cérebro, crescimento fetal, intestino e metabolismo muscular (HAMMON et al., 2016), além de ser o principal precursor da lactose. Esse açúcar é sintetizado no fígado e nos rins, sendo o primeiro e mais importante no processo de gliconeogênese nos ruminantes (LONCKE et al., 2020). A casca de soja é um produto rico em pectina, cuja fermentação gera ácido acético que ajuda a contribuir para manutenção da exigência diária de energia dos ruminantes. De acordo com Silva et al. (2020b), para ovinos criados no Brasil o intervalo de glicose considerado referência é de 30 – 94 mg dL⁻¹, sendo assim, todos os tratamentos atingiram valores considerados adequados. Dessa forma, como não houve alterações nos níveis glicêmicos, foram avaliados os índices dos metabólitos proteicos e energéticos dos animais a fim de avaliar possíveis distúrbios metabólicos ocasionados pelas dietas ofertadas (Tabela 6).

As variáveis triglicerídeos e colesterol não apresentaram diferenças estatísticas ($P>0,05$). O colesterol é constituinte das lipoproteínas sintetizadas no fígado e intestino delgado que atuam no transporte de lipídeos no organismo. Nos animais ruminantes, esse composto é ligado principalmente a lipoproteínas de densidade muito baixa (VLDL). Possíveis alterações nas concentrações desse metabólito podem ser relacionadas à condição nutricional dos animais, já que é um indicativo da condição do metabolismo energético realizado no fígado, em especial, reflete sobre o teor exportado

de lipídeos na forma de VLDL. Já os triglicerídeos são a principal forma de armazenamento de ácidos graxos no tecido adiposo, sendo formados por um glicerol e três moléculas de ácidos graxos de cadeia longa. Sua síntese é realizada em maior parte no fígado, tecido adiposo, glândula mamária e intestino delgado (FERNANDES et al., 2012). Como ambas as variáveis se encontram no valor de referência de Silva et al. (2020b) para ovinos no Brasil (VR), a substituição de silagem de milho pelo volumoso extrusado utilizado nesse estudo não comprometeu o armazenamento de energia e transporte de lipídeos das unidades experimentais.

Tabela 6 - Concentração dos metabólitos energéticos e proteicos em função das diferentes relações Forrage[®] 52,5% Casca de Soja em substituição à silagem de milho

| Tratamento | Triglicerídeos (mg dL ⁻¹) | Colesterol (mg dL ⁻¹) | Ureia ¹ (mg dL ⁻¹) | Proteínas Totais (g dL ⁻¹) | Ácido Úrico (mg dL ⁻¹) | Albumina (g dL ⁻¹) | Creatinina (mg dL ⁻¹) |
|------------|--|--------------------------------------|--|--|--|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 80F:20S | 44,90 | 33,10 | 32,30 | 3,79 | 0,41 | 4,21 | 0,80 |
| 60F:40S | 51,87 | 35,12 | 32,87 | 4,28 | 0,42 | 4,07 | 0,90 |
| 40F:60S | 45,50 | 38,62 | 24,87 | 3,88 | 0,33 | 4,04 | 0,91 |
| 20F:80S | 44,25 | 33,62 | 22,62 | 4,44 | 0,18 | 4,17 | 0,86 |
| 100S | 44,75 | 39,87 | 15,50 | 4,39 | 0,28 | 3,90 | 0,86 |
| MG | 46,19 | 35,92 | 25,95 | 4,14 | 0,33 | 4,08 | 0,86 |
| CV | 17,57 | 26,41 | 24,55 | 29,39 | 32,67 | 8,06 | 12,29 |
| P | 0,6562 | 0,7844 | 0,0059 | 0,8976 | 0,7256 | 0,6880 | 0,5561 |
| VR* | 5-71 | 14-126 | 10-92 | 3,1-10,7 | 0-1,7 | 1,1-5,2 | 0,4-1,7 |

MG: Média geral; P: Probabilidade de significância (5%); CV: Coeficiente de variação (%); VR*: Valor de referência segundo Silva et al. (2020b) para ovinos no Brasil; ¹Y=38,790-0,219250x, R²=91,91%

Com relação ao metabolismo proteico dos animais, apenas a ureia apresentou regressão linear negativa (P<0,05) à maior inclusão de silagem de milho. Essa variável reflete o estado proteico do animal em curto prazo devido à rápida fermentação e absorção da amônia. Além disso, é produzida no rúmen e sua concentração está diretamente relacionada com os níveis proteicos da ração, relação energia/proteína da dieta e degradação da mesma (PEIXOTO e OSÓRIO, 2007). Sendo assim, a elevação da ureia conforme a adição de volumoso extrusado pode ter sido proveniente do alto CMS pelos animais e conseqüentemente, maior disponibilidade de proteína degradável no rúmen por meio do processo de extrusão. Além disso, a extrusão pode promover maior solubilidade dos componentes proteicos não ligados à lignina, podendo ser associada ao perfil de fermentação da casca de soja e dessa forma, corroborado para elevação nos níveis de ureia no plasma. Mesmo com a resposta verificada, todos os tratamentos incluem-se no VR sugerindo que a diferença estatística encontrada não prejudicou o metabolismo dos animais e reforça a boa disponibilidade proteica presente nas dietas ofertadas.

Ao contrário da ureia, a albumina representa o estado proteico do animal em longo prazo sendo o indicador mais sensível para determinação do status nutricional proteico, uma vez que valores persistentemente baixos para essa variável representam inadequado consumo proteico (PEIXOTO e OSÓRIO, 2007). Segundo os mesmos autores, ela corresponde a principal proteína plasmática e garante entre 50 e 65% do total de proteínas séricas, gerando cerca de 80% da osmolaridade do plasma sanguíneo. Similar à albumina, as proteínas totais também estão associadas com deficiência de proteína na alimentação. As proteínas totais são anabolizadas no fígado e sua síntese ocorre diretamente relacionada com o estado nutricional do animal (NASCIMENTO et al., 2016). Todos os valores obtidos para albumina e proteínas totais estão no VR, reforçando que os animais tinham aporte

nutricional adequado e mostra que as diferentes relações volumoso extrusado:silagem de milho não alteraram o status nutricional proteico das dietas ofertadas.

Já o ácido úrico é um composto não nitrogenado com alto potencial para ser metabolizado em amônia e disponibilizado para os microrganismos ruminais, constituindo importante fonte de nitrogênio e ampliando o crescimento microbiano. Sua concentração sofre variação de acordo com a fonte de proteína e energia presentes na dieta, CMS, peso vivo e espécie do animal (KOZLOSKI, 2017). Uma vez que todos os grupos estão inclusos no VR, os diferentes percentuais de volumoso:silagem de milho ofertados foram suficientes para suprir o crescimento microbiano.

A creatinina é um importante indicativo da função renal, devido ao fato de seus níveis sofrerem pouca ou nenhuma influência de fatores como dieta, idade ou sexo. Como essa variável está incluída no VR e o CH₂O, VU e DU apresentaram-se adequados, os animais não demonstraram quaisquer distúrbio renal clínico. Os metabólitos avaliados na tabela 6 sugerem que a substituição da silagem de milho por volumoso extrusado foi efetiva na manutenção do metabolismo energético e proteico dos animais, visto que todos os valores obtidos são considerados para a espécie animal avaliada.

A oferta de volumoso extrusado a base da casca de soja aumentou linearmente o consumo de matéria seca e eficiências de ingestão, ruminação e mastigação. Contudo, a maior digestibilidade da matéria seca foi notada no tratamento com 100% de silagem de milho devido ao maior tempo de permanência desse alimento no rúmen e características fermentativas da casca de soja.

Conclusão

O volumoso extrusado a base da casca de soja pode substituir a silagem de milho em até 80% sem proporcionar perdas no aproveitamento das dietas e efeitos deletérios ao metabolismo.

Conflitos de interesse

Não houve conflito de interesses dos autores.

Contribuição dos autores

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

Referências bibliográficas

ALVES, A. R.; PASCOAL, L. A. F.; CAMBUI, G. B.; TRAJANO, J. S.; SILVA, C. D.; GOIS, G. C. Fibra para ruminantes: aspecto nutricional, metodológico e funcional. **PUBVET**, v. 10, n. 7, p. 568-579, 2016. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n7.568-579>

AMMER, S.; LAMBERTZ, C.; VON SOOSTEN, D.; ZIMMER, K.; MEYER, U.; DÄNICLE, S.; GAULY, M. Impact of diet composition and temperature-humidity index on water and dry matter intake of high-yielding

- dairy cows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 102, n. 1, p. 103-113, 2017. <https://doi.org/10.1111/jpn.12664>
- ANDRADE, A. P.; QUADROS, D. G. Composição bromatológica da casca de soja amonizada com uréia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 11, n. 11, p. 38-46, 2011. https://www.researchgate.net/publication/237035823_Bromatological_composition_of_soybean_hulls_amm_ oniated_with_urea *Composicao bromatologica da casca de soja amonizada com ureia*
- ARAÚJO, C. M.; OLIVEIRA, K. A.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SILVA, S. P.; SILVA, D. A. 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>
- CARVALHO, S.; DIAS, F. D.; PIRES, C. C.; WOMMER, T. P.; VENTURINI, R. S.; FRASSON, M. F.; PILECCO, V. M.; MORO, A. B.; BRUTTI, D. D. Consumo e desempenho produtivo de cordeiros das raças Texel e Ideal terminados em confinamento com dietas contendo diferentes teores de casca de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 2131-2140, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2131>
- CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 1980.
- COSTA, L. T.; SILVA, F. F.; PIRES, A. J. V.; BONOMO, P.; RODRIGUES, E. S. O.; SOUZA, D. D.; MATEUS, R.; SILVA, R. R.; SCHIO, A. R. Ingestive behavior of lactating cows fed sugarcane and crude glycerin levels on the diet. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2597-2604, 2014. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2597>
- FERNANDES, S. R.; FREITAS, J. A.; SOUZA, D. F.; KOWALSKI, L. H.; DITTRICH, R. L.; ROSSI JUNIOR, P.; SILVA, C. J. A. Lipidograma como ferramenta na avaliação do metabolismo energético em ruminantes. **Current Agricultural Science and Technology (CAST)**, v. 18, n. 1, p. 21-32, 2012. <https://doi.org/10.18539/CAST.V18I1.2484>
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, J. F. P. Padrões neotemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 362-369, 1998. <http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2021.pdf>
- GOI, A.; MANUELIAN, C. L.; RIGHI, F.; MARCHI, M. At-line prediction of gelatinized starch and fiber fractions in extruded dry dog food using different near-infrared spectroscopy technologies. **Animals**, v. 10, n. 5, p. 862-873, 2020. <https://doi.org/10.3390/ani10050862>
- 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 proteico em ovinos, considerando dietas com elevada participação de concentrado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, n. 13, n. 3, p. 732-744, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402012000300013>
- HAMMON H. M.; SCHÄFF C. T.; GRUSE, J.; WEBER, C. Hepatic metabolism of glucose in the adaptation of the transition period in the dairy cow. In: SKOMIAL, J.; LAPIERRE, H. (Eds.). **Energy and protein metabolism and nutrition**, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands, p. 41-52, 2016. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-832-2>
- HENDRIX, C. M. **Procedimentos Laboratoriais para Técnicos Veterinários**. 4^a ed. São Paulo: Rocca, 2005, 556p.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 3^a ed. Rio Grande do Sul: editora UFSM, 2017, 203p.
- 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/10.1080/01621459.1952.10483441>

- LONCKE, C.; NOZIERE, P.; VERNET, J.; BAHLOUL, L.; AL-JAMMAS, M.; SAUVANT, D.; MARLY, I. O. Net hepatic release of glucose from precursor supply in ruminants: a meta-analysis. **Animal**, v. 14, n. 7, p. 1422-1437, 2020. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003410>
- MACEDO JÚNIOR, G. L.; SOUSA, L. F.; GODOI, F. N.; PEREZ, J. R. O.; FRANÇA, P. M.; ALMEIDA, T. R. V.; PAULA, O. J.; ASSIS, R. M. Consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio em ovelhas alimentadas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 33-40, 2012. <https://doi.org/10.5216/cab.v13i1.9481>
- MACEDO JÚNIOR, G. L.; ZANINE, A. M.; BORGES, I.; PÉREZ, J. R. O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v. 17, n. 1, p. 7-17, 2007. <http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/Artigo1.2007.1.pdf>
- MAYNARD, D. G.; STEWART, J. W. B.; BETTANY, J. R. Sulfur cycling in grassland and parkland soils. **Biogeochemistry**, v. 1, p. 97-111, 1984. <https://doi.org/10.1007/BF02181123>
- NASCIMENTO, J. C. S.; SILVA, T. G. P.; RIZZO, H.; FONSECA FILHO, L. B.; SOARES, L. L. S.; SOUZA, W. M. A.; AMORIM, M. J. A. C. L. Indicadores bioquímicos e corporais para avaliação do perfil metabólico e nutricional em ruminantes. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 19, n. 3, p. 63-74, 2016. [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/ciencia-veterinaria-nos-tropicos/19-\(2016\)-3/indicadores-bioquimicos-e-corporais-para-avaliacao-do-perfil-metabolic/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/ciencia-veterinaria-nos-tropicos/19-(2016)-3/indicadores-bioquimicos-e-corporais-para-avaliacao-do-perfil-metabolic/)
- NETO, J. P.; SOARES, P. C.; BATISTA, A. M. V.; ANDRADE, S. F. J.; ANDRADE, R. P. X.; LUCENA, R. B.; GUIM, A. Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em ovinos alimentados com palma forrageira (*Nopolea cochenillifera* Salm dyck). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 322-328, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000400012>
- NRC. National Research Council. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. 1st ed. Washington, DC, USA, 2007.
- OLIVEIRA, K. A.; MACEDO JUNIOR, G. 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 JUNIOR, G. L.; ARAÚJO, C. M.; SOUSA, L. F.; SILVA, A. L.; JESUS, T. A. V. Different roughage: concentrate ratios in extruded feed, and feeding behavior of growing lambs. **Veterinária Notícias**, v. 26, n. 1, p. 32-49, 2020b. <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, n. 4, p. 1795-1804, 2018. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n4p1795>
- PEIXOTO, L. A. O.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 299-304, 2007. <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/1376>
- POLLI, V. A.; RESTLE, J.; SENNA, D. B.; ROSA, C. E.; AGUIRRE, L. F.; SILVA, J. H. S. Comportamento de bovinos e bubalinos em regime de confinamento: I. atividades. **Ciência Rural**, v. 25, n. 1, p. 127-131, 1995. <https://doi.org/10.1590/S0103-84781995000100024>
- RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documentos 306, 2010, 177p. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/40059/1/documento-306.pdf>

- RUELA, P. A. C.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. M.; SILVA, S. P.; SOUSA, L. F.; MACEDO JÚNIOR, G. L. Consumo, comportamento ingestivo e perfil metabólico de ovinos alimentados com ração extrusada com diferentes relações volumoso: concentrado. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-8, 2020. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2020.20412>
- RUSSEL, J. R.; SEXTEN, W. J.; KERLEY, M. S. Effect of corn inclusion on soybean hull-based diet digestibility and growth performance in continuous culture fermenters and beef cattle. **American Society of Animal Science**, v. 94, n. 7, p. 2919-2926, 2016. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0180>
- SANTOS, F. M.; ARAÚJO, G. G. L.; SOUZA, L. L.; YAMAMOTO, S. M.; QUEIROZ, M. M. A.; LANNA, D. P. D.; MORAES, S. A. Impact of water restriction periods on carcass traits and meat quality of feedlot lambs in the Brazilian semi-arid region. **Meat Science**, v. 156, p. 196-204, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.033>
- SAS Institute Inc, JMP® 10 Modeling and Multivariate Methods. Cary, NCSAS Institute Inc., 2012.
- SILVA, D. A. P.; SANTANA, A. G.; ARAÚJO, C. M.; OLIVEIRA, K. A.; SIQUEIRA, M. T. S.; MACEDO JÚNIOR, G. 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>
- SILVA, E. N.; DUARTE, J. B.; REIS, A. J. Seleção da matriz de variância-covariância residual na análise de ensaios varietais com medidas repetidas em cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v. 4, n. 6, p. 993-999, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141531>
- SOUZA, A. P.; SALES, A. Y.; PAZDIORA, R. D.; SANTOS, A. S.; MENEGUELLI, M.; MUNIZ, I. M. Estudo sobre a eficiência do método FAMACHA® no tratamento seletivo de ovinos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 9-14, 2017. <https://periodicos.unir.br/index.php/rolimdemoura/article/view/1930>
- VALADARES FILHO, S. C.; LOPES, S. A.; SILVA, B. de C.; CHIZZOTTI, M. L.; BISSARO, L. Z. **CQBAL 4.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes**, 2018. <https://www.cqbal.com.br/#/>
- 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. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000200006>
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. <https://doi.org/10.7591/9781501732355>
- VIEIRA L. da S. Métodos alternativos de controle de nematóides gastrintestinais em caprinos e ovinos. Embrapa Caprinos e Ovinos. **Anais... III Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte**, João Pessoa, Paraíba, 2007. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42340/1/AAC-Metodos-alternativos.pdf>
- ZARPELON, T. G.; MIZYBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; SILVA, L. D. F.; PRADO-CALIXTO, O. P.; TARSITANO, M. A.; FÁVERO, R.; PIRES, K. A.; BORGES, C. A. A. Desempenho, características de carcaça e avaliação econômica da substituição do milho grão inteiro por casca de soja peletizada na alimentação de cordeiros em confinamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 1111-1121, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p1111>