

Campus Colorado do Oeste
Coordenação do Curso Engenharia Agrônoma

RICARDO JOSÉ ORTIZ

**SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR ADITIVADA COM DIFERENTES NÍVEIS DE
FARELO DE ARROZ NA DIETA DE OVINOS EM CONFINAMENTO**

COLORADO DO OESTE
2026

RICARDO JOSÉ ORTIZ

**SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR ADITIVADA COM DIFERENTES NÍVEIS DE
FARELO DE ARROZ NA DIETA DE OVINOS EM CONFINAMENTO**

Relatório científico entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel, junto ao Curso Engenharia agrônômica, sob a orientação do professor Fagton de Mattos Negrão.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Ortiz, Ricardo José.

Silagem de cana-de-açúcar aditivada com diferentes níveis de farelo de arroz na dieta de ovinos em confinamento / Ricardo José Ortiz. - Colorado do Oeste, 2026.

17 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Fagton de Mattos Negrão.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do Oeste, 2026.

1. Comportamento ingestivo. 2. Cordeiros. 3. Coprodutos. 4. Ensilagem. 5. Farelo de arroz. I. Negrão, Fagton de Mattos (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140

RICARDO JOSÉ ORTIZ

**SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR ADITIVADA COM DIFERENTES NÍVEIS DE
FARELO DE ARROZ NA DIETA DE OVINOS EM CONFINAMENTO**

Relatório científico entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel, junto ao Curso Engenharia Agrônômica, sob a orientação do professor Fagton de Mattos Negrão.

Aprc



Documento assinado digitalmente

NELIO RANIELI FERREIRA DE PAULA

Data: 08/05/2026 17:24:10-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

ca examinadora.

Nélio Raniele Ferreira de Paula (Membro da Banca)



Documento assinado digitalmente

LEANDRO CECILIO MATTE

Data: 07/05/2026 21:22:57-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Leandro Cecilio Matte (Membro da Banca)



Documento assinado digitalmente

FAGTON DE MATTOS NEGRAO

Data: 11/05/2026 14:32:18-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Fagton de Mattos Negrão (Orientador)

SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR ADITIVADA COM DIFERENTES NÍVEIS DE FARELO DE ARROZ NA DIETA DE OVINOS EM CONFINAMENTO

RESUMO: A cana-de-açúcar apresenta potencial para alimentação de ruminantes, especialmente em períodos de menor disponibilidade forrageira, porém sua ensilagem pode favorecer perdas fermentativas e redução do valor nutritivo. O uso de coprodutos agroindustriais, como o farelo de arroz, constitui alternativa para melhorar a qualidade da silagem e o aproveitamento regional. Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar sobre o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, o comportamento ingestivo, os parâmetros mastigatórios e as variáveis fisiológicas de ovinos confinados. Foram utilizados quatro borregos machos castrados da raça Santa Inês, distribuídos em delineamento de quadrado latino 4 × 4, com níveis de inclusão de farelo de arroz de 0, 5, 10 e 15%. As dietas foram formuladas com 50% de volumoso e 50% de concentrado, ajustadas para 12% de proteína bruta. Avaliaram-se consumo de nutrientes, digestibilidade aparente, tempos de ingestão, ruminação e ócio, variáveis mastigatórias e fisiológicas. A inclusão de farelo de arroz não alterou o consumo de nutrientes nem as variáveis fisiológicas. A digestibilidade da matéria seca apresentou resposta linear positiva, enquanto a digestibilidade da proteína bruta apresentou comportamento linear e quadrático. Observou-se tendência de aumento no tempo de ingestão e efeito significativo sobre o tempo de ruminação, sem alterações nos parâmetros mastigatórios. Conclui-se que o farelo de arroz pode ser utilizado como aditivo na ensilagem da cana-de-açúcar para ovinos confinados, pois melhora o aproveitamento nutricional sem comprometer o consumo e o conforto fisiológico dos animais.

PALAVRAS-CHAVE: comportamento ingestivo, cordeiros, coprodutos, ensilagem, farelo de arroz.

ABSTRACT: Sugarcane has potential for ruminant feeding, especially during periods of lower forage availability; however, its ensiling may favor fermentative losses and reduce nutritive value. The use of agro-industrial coproducts, such as rice bran, is an alternative to improve silage quality and regional resource utilization. This study aimed to evaluate the effects of including rice bran in sugarcane silage mass on intake, nutrient digestibility, feeding behavior, masticatory traits, and physiological variables of confined sheep. Four castrated male Santa Inês lambs were used in a 4 × 4 Latin square design, with rice bran inclusion levels of 0, 5, 10, and 15%. The diets were formulated with 50% roughage and 50% concentrate and adjusted to 12% crude protein. Nutrient intake, apparent digestibility, ingestion, rumination and idling times, masticatory variables, and physiological parameters were evaluated. Rice bran inclusion did not affect nutrient intake or physiological variables. Dry matter digestibility showed a positive linear response, whereas crude protein digestibility showed linear and quadratic responses. A tendency toward increased ingestion time and a significant effect on rumination time were observed, with no changes in masticatory parameters. It is concluded that rice bran can be used as an additive in sugarcane silage for confined sheep, as it improves nutrient utilization without compromising intake or the physiological comfort of the animals.

KEYWORDS: feeding behavior, lambs, coproducts, ensiling, rice bran.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1. Variação comportamental diária de ingestão, ócio e ruminação de ovinos alimentados com dietas contendo 0% (A), 5% (B), 10% (C) e 15% (D) de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar..... | 9 |
| Figura 2. Médias de temperaturas máximas e mínimas de cada ciclo experimental. | 10 |
| Figura 3. Comportamento linear da digestibilidade da matéria seca em função da inclusão de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar..... | 12 |
| Figura 4. Resposta quadrática da digestibilidade da proteína bruta em função da inclusão de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar..... | 13 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Níveis de garantia do sal mineral®..... | 7 |
| Tabela 2. Composição de ingredientes das dietas experimentais (g.kg ⁻¹)..... | 8 |
| Tabela 3. Composição química da silagem de cana-de-açúcar (SC), milho moído (MI) e farelo de soja (FS). | 8 |
| Tabela 4. Composição química das dietas experimentais (g.kg ⁻¹)..... | 8 |
| Tabela 5. Consumo de nutrientes de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de farelo de arroz na massa ensilada. | 10 |
| Tabela 6. Digestibilidade aparente dos nutrientes de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de farelo de arroz na massa ensilada. | 11 |
| Tabela 7. Médias do comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de farelo de arroz na massa ensilada. | 13 |
| Tabela 8. Médias das variáveis mastigatórias e fisiológicas de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de farelo de arroz na massa ensilada. | 14 |

SUMÁRIO

| | | |
|---|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 5 |
| 2 | RELATO E DISCUSSÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS..... | 6 |
| 3 | CONCLUSÃO | 15 |
| 4 | AGRADECIMENTOS | 16 |
| | REFERÊNCIAS | 17 |

1 INTRODUÇÃO

A sazonalidade da produção forrageira, aliada à degradação das pastagens e manejo inadequado do pastejo, são fatores de maior contribuição para os baixos índices zootécnicos exercidos nos sistemas pecuários de produção. O Brasil possui um rebanho efetivo de ovinos de aproximadamente 21,7 milhões de cabeças, distribuídos principalmente nas regiões Nordeste e Sul, com menor representatividade na região Norte. O estado de Rondônia participa com cerca de 120 mil cabeças, caracterizado por sistemas predominantemente extensivos, com base alimentar em pastagens (IBGE, 2024).

Os pastos produzem entre 70 e 90% do seu potencial forrageiro no período chuvoso, havendo redução significativa na disponibilidade e qualidade da forragem durante a estação seca, comprometendo o desempenho produtivo dos rebanhos (FERNANDES et al., 2003).

A ensilagem consiste na conservação de forragens em ambiente anaeróbio, baseada na produção de ácido láctico que reduz o pH do meio, inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (MCDONALD et al., 1991). Segundo Neumann et al. (2004), o milho é a principal cultura utilizada para silagem, entretanto é a cultura com o maior custo agregado quando comparada com outras culturas, em específico, as culturas perenes.

A cana-de-açúcar apresenta elevado teor de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão, características favoráveis para o processo de ensilagem. No entanto, a alta concentração de sacarose favorece a fermentação alcoólica por ação de leveduras, resultando em perdas significativas de matéria seca e redução do valor nutritivo da silagem (NUSSIO; SCHMIDT, 2004). Tais vantagens são ainda evidenciadas por se tratar de uma cultura perene que não necessita de plantio anual que demandaria elevados custos, como ocorre com o milho (COAN et al., 2005).

Em seus estudos, Van Soest (1994) determinou que com a adição de alguns produtos no momento da ensilagem pode alterar a composição químico-bromatológica e o valor nutritivo das silagens, influenciando na conservação da forrageira. Algumas forrageiras por possuírem um alto teor de umidade beneficiam o desenvolvimento de microrganismos deterioradores da silagem, devido a fermentações secundárias, desta forma, ocorrem perdas de nutrientes na forma de gases e efluentes. A utilização de aditivos absorventes ou coprodutos pode melhorar

a qualidade fermentativa da silagem, elevando o teor de matéria seca e reduzindo perdas por efluentes e gases (ZANINE et al., 2007).

Com o desenvolvimento da indústria alimentícia brasileira gerou um acúmulo de resíduos, juntamente com a questão ambiental de como e o que fazer com esses resíduos. O uso de coprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes tem sido amplamente estudado, devido ao seu potencial de reduzir custos e aumentar a eficiência produtiva (VARGAS et al., 2020).

Considerando os poucos estudos acerca da utilização de farelo de arroz associada a cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o consumo por cordeiros da silagem aditivada com diferentes níveis de farelo de arroz e o comportamento animal durante o processo de fornecimento e utilização das silagens.

2 RELATO E DISCUSSÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O experimento foi conduzido no aprisco do Departamento de Produção Animal II do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Colorado do Oeste, localizado nas coordenadas 13°07' S e 60°29' O, no período de agosto de 2019 a julho de 2020, no âmbito do Edital nº 12/PROPESP, posteriormente renovado pelo Edital nº 7. O estudo integrou uma linha de pesquisa voltada ao uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes.

Segundo a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima do tipo Am, tropical de monção, com estações seca e chuvosa bem definidas, verões quentes e úmidos e invernos secos (ÁLVARES et al., 2013). Durante o período experimental, a umidade relativa do ar foi de aproximadamente 70%, com precipitação média anual de 1.240 mm e temperatura média anual de 25,5 °C, variando entre 18 °C e 29,5 °C para as médias mínima e máxima, respectivamente. Essas condições são relevantes, pois o ambiente térmico pode interferir no comportamento ingestivo e nas respostas fisiológicas de ovinos mantidos em confinamento.

A ensilagem da cana-de-açúcar foi realizada com material proveniente de propriedade parceira ao Instituto. A forrageira foi colhida manualmente, picada em triturador estacionário e acondicionada em silos de superfície, com compactação manual. Para a vedação, utilizaram-se lonas dupla-face com espessura de 200 micras, recobertas com pó de serra, com o objetivo de reduzir a incidência solar e

minimizar a variação térmica no interior dos silos. Cada tratamento foi armazenado em silo independente, assegurando a individualização das unidades experimentais.

O delineamento experimental adotado foi o de quadrado latino 4×4 , com quatro níveis de inclusão de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar (0, 5, 10 e 15% na base da matéria natural), totalizando quatro períodos experimentais e quatro repetições. Foram utilizados quatro cordeiros machos, castrados, da raça Santa Inês, com idade média de 12 meses e peso corporal médio de 18 kg, distribuídos em baias individuais de $1,5 \text{ m}^2$, providas de comedouros, bebedouros e saleiros. Os animais foram previamente identificados e submetidos ao controle sanitário, com tratamento contra endo e ectoparasitas.

A suplementação mineral foi fornecida *ad libitum*, conforme os níveis de garantia apresentados na (Tabela 1). O período adaptativo foi realizado durante sete dias. Em seguida, cada período experimental teve duração de sete dias, sendo quatro dias destinados à adaptação às dietas e ao manejo e três dias de coleta de dados, totalizando 28 dias de avaliação.

Tabela 1. Níveis de garantia do sal mineral®.

| Mineral | Nível (g kg^{-1}) |
|-----------------|------------------------------|
| Cálcio (mín.) | 150 |
| Fósforo (mín.) | 85 |
| Enxofre (mín.) | 24 |
| Magnésio (mín.) | 15 |
| Sódio (mín.) | 128 |
| Cobalto (mín.) | 0,048 |
| Cobre (mín.) | 0,198 |
| Flúor (máx.) | 0,850 |
| Iodo (mín.) | 0,064 |
| Manganês (mín.) | 1,121 |
| Selênio (mín.) | 0,022 |
| Zinco (mín.) | 3,840 |

Fonte: Potenfós Ovinos.

Os tratamentos consistiram na inclusão de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar nos níveis de 0, 5, 10 e 15% da matéria seca. As dietas foram formuladas na proporção de 50% de volumoso e 50% de concentrado, de modo a atender às exigências nutricionais de ovinos em crescimento, conforme o NRC (2007), sendo ajustadas para 12% de proteína bruta (Tabela 2).

Tabela 2. Composição de ingredientes das dietas experimentais (g.kg⁻¹).

| Ingrediente | Inclusão de farelo de arroz (%) | | | |
|---------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 |
| Silagem de cana-de-açúcar | 756,00 | 754,00 | 734,00 | 724,00 |
| Milho moído | 165,95 | 177,63 | 202,89 | 216,01 |
| Farelo de soja | 74,90 | 66,20 | 62,23 | 58,04 |
| Ureia | 2,15 | 2,17 | 1,88 | 1,94 |

Níveis de inclusão de farelo de arroz (% da matéria seca).

As dietas foram fornecidas na forma de ração completa, duas vezes ao dia, às 6h30 e às 17h30, com ajuste diário das quantidades ofertadas para permitir 20% de sobras, garantindo consumo adequado e minimizando restrição alimentar. A composição química dos ingredientes utilizados está apresentada na (Tabela 3), e a composição química das dietas experimentais, na (Tabela 4).

Tabela 3. Composição química da silagem de cana-de-açúcar (SC), milho moído (MI) e farelo de soja (FS).

| Componente | Ingrediente (g.kg ⁻¹) | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|
| | SC | MI | FS |
| Matéria seca (%) | 240,5 | 902,1 | 908,9 |
| Proteína bruta (% MS) | 19,4 | 82,7 | 527,1 |
| Fibra em detergente neutro (% MS) | 853,2 | 260,2 | 432,4 |
| Fibra em detergente ácido (% MS) | 550,7 | 35,0 | 78,8 |
| Hemicelulose (% MS) | 302,48 | 225,15 | 339,80 |

Metodologia analítica conforme Detmann et al. (2012).

Tabela 4. Composição química das dietas experimentais (g.kg⁻¹).

| Variável | Inclusão de farelo de arroz (%) | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 |
| Matéria seca (%) | 328,6 | 381,6 | 389,4 | 410,4 |
| Proteína bruta (% MS) | 98,9 | 110,1 | 110,2 | 114,5 |
| Fibra em detergente neutro (% MS) | 656,5 | 558,8 | 515,3 | 487,5 |
| Fibra em detergente ácido (% MS) | 370,1 | 295,3 | 263,5 | 238,9 |
| Hemicelulose (% MS) | 286,5 | 263,5 | 251,8 | 248,7 |

Níveis de inclusão de farelo de arroz (% da matéria seca).

As amostras das dietas ofertadas, das sobras e das fezes foram coletadas ao longo dos períodos experimentais, devidamente identificadas e armazenadas sob refrigeração até o término do experimento, quando então foram homogeneizadas para obtenção de amostras compostas. Posteriormente, as amostras foram pré-secas, pesadas e moídas em moinho de facas tipo Thomas-Willey com peneira de 1 mm. As análises laboratoriais de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose foram realizadas conforme metodologias descritas por Detmann et al. (2012).

Para estimativa do consumo de matéria seca, foram realizadas pesagens diárias da ração ofertada e das sobras por animal, permitindo o cálculo do consumo individual com base na diferença entre o alimento fornecido e o recusado. O comportamento ingestivo foi avaliado no segundo dia de cada período experimental, durante 24 horas consecutivas, com observações a cada 10 minutos, conforme metodologia descrita por Johnson e Combs (1991). Foram registradas as atividades de ingestão, ruminação e ócio (Figura 1), além do número de mastigações merísticas por bolo ruminal e do tempo despendido na ruminação de cada bolo.

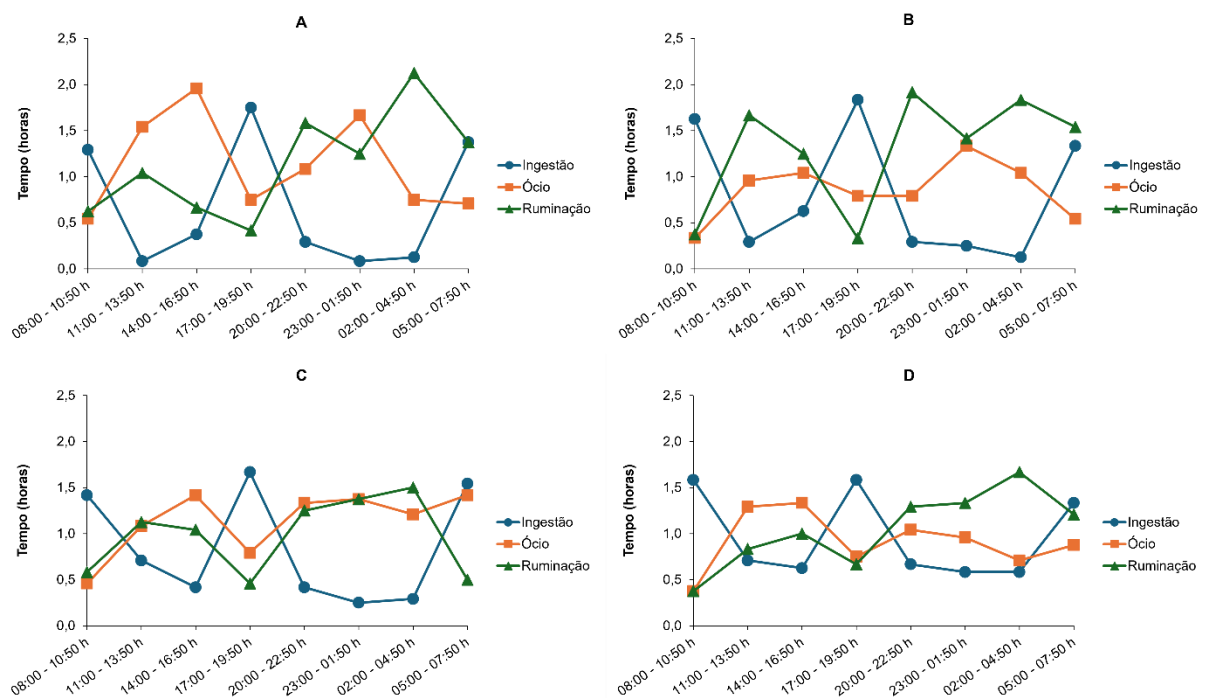


Figura 1. Variação comportamental diária de ingestão, ócio e ruminação de ovinos alimentados com dietas contendo 0% (A), 5% (B), 10% (C) e 15% (D) de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar.

As eficiências de ingestão e de ruminação da matéria seca e da fibra em detergente neutro, bem como o tempo de mastigação total, foram calculadas conforme Burger et al. (2000). As leituras das variáveis fisiológicas foram realizadas às 9h00 e às 15h00, sendo avaliadas frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura retal.

Durante todo o experimento, foi aferido as temperaturas máximas e mínimas dentro da instalação, utilizando dois termômetros analógicos posicionado em dois locais distintos, próximos as baias, à 1,5m de altura. As médias de temperatura máximas e mínimas estão dispostas na (Figura 2).

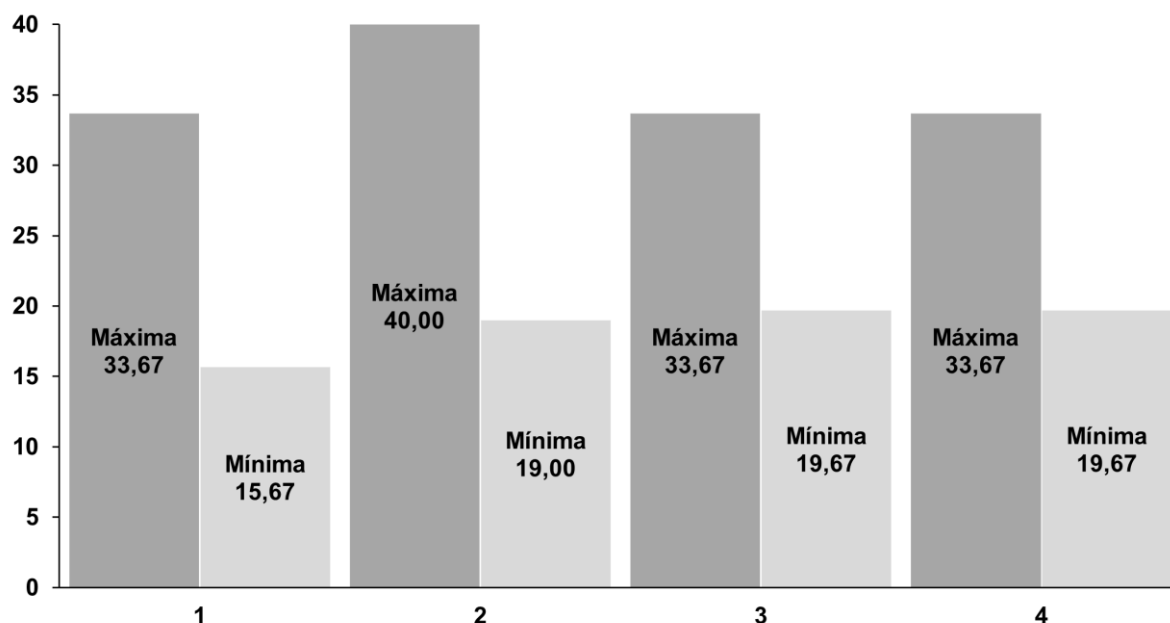


Figura 2. Médias de temperaturas máximas e mínimas de cada ciclo experimental.

Os níveis de inclusão de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar não alteraram o consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose (Tabela 5), indicando que a substituição parcial de ingredientes na dieta, não comprometeu a ingestão voluntária dos animais. Resultado semelhante foi relatado por Vargas et al. (2020), onde observaram que a inclusão de farelo de arroz em dietas para cordeiros não reduziu o consumo de nutrientes.

Tabela 5. Consumo de nutrientes de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de farelo de arroz na massa ensilada.

| Variável | Inclusão de farelo de arroz (%) | | | | EPM | Linear | Quadrático |
|-----------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|------------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | | | |
| CMS (g dia ⁻¹) | 320,84 | 407,02 | 376,48 | 400,16 | 41,54 | 0,29ns | 0,20ns |
| CMS (% PV) | 2,29 | 2,92 | 2,75 | 2,90 | 0,30 | 0,05* | 0,45ns |
| CPB (g dia ⁻¹) | 50,22 | 53,93 | 53,75 | 56,72 | 4,48 | ns | ns |
| CFDN (g dia ⁻¹) | 177,08 | 201,26 | 167,48 | 167,82 | 24,64 | ns | ns |
| CFDA (g dia ⁻¹) | 87,73 | 96,81 | 75,19 | 71,58 | 15,10 | ns | ns |
| CHEM (g dia ⁻¹) | 90,97 | 107,03 | 98,61 | 97,32 | 13,71 | ns | ns |

EPM = erro-padrão da média. CMS = consumo de matéria seca; CPB = consumo de proteína bruta; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro; CFDA = consumo de fibra em detergente ácido; CHEM = consumo de hemicelulose.

Para a digestibilidade da matéria seca, verificou-se efeito linear positivo, com aumento progressivo dos valores de 76,72 para 84,46% entre os níveis de 0 e 15% de inclusão (Tabela 6). Esse comportamento sugere melhoria no aproveitamento da dieta à medida que o farelo de arroz foi incorporado à massa ensilada. A redução dos teores de FDN e FDA e o aumento do teor de matéria seca nas dietas experimentais (Tabela 4) ajudam a reforçar este resultado. Esses dados corroboram com VARGAS et al. (2020), onde dietas com frações fibrosas menores apresentam menor efeito de enchimento ruminal e maior taxa de degradação da matéria seca.

Tabela 6. Digestibilidade aparente dos nutrientes de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de farelo de arroz na massa ensilada.

| Variável | Inclusão de farelo de arroz (%) | | | | EPM | Linear | Quadrático |
|----------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | | | |
| DMS (%) | 76,72 | 80,77 | 83,46 | 84,46 | 1,13 | <0,01* | ns |
| DPB (%) | 79,88 | 85,58 | 83,42 | 83,63 | 1,33 | 0,03* | 0,04* |
| DFDN (%) | 68,96 | 78,12 | 72,02 | 80,14 | 6,26 | ns | ns |
| DFDA (%) | 60,37 | 71,80 | 56,12 | 71,07 | 12,31 | ns | ns |
| DHEM (%) | 77,20 | 83,01 | 81,74 | 85,57 | 3,49 | ns | ns |

EPM = erro-padrão da média. DMS = digestibilidade da matéria seca; DPB = digestibilidade da proteína bruta; DFDN = digestibilidade da fibra em detergente neutro; DFDA = digestibilidade da fibra em detergente ácido; DHEM = digestibilidade da hemicelulose.

A resposta linear da digestibilidade da matéria seca, reforça a tendência de melhoria no aproveitamento da dieta conforme aumento no nível de inclusão do farelo de arroz (Figura 3). Do ponto de vista nutricional, Cutrim *et al.* (2012) relatam que a digestibilidade da matéria seca está diretamente relacionada a fração fibra dos alimentos, e ao equilíbrio de carboidratos fermentáveis, favorecendo o ambiente ruminal e conseqüentemente o uso global dos nutrientes.

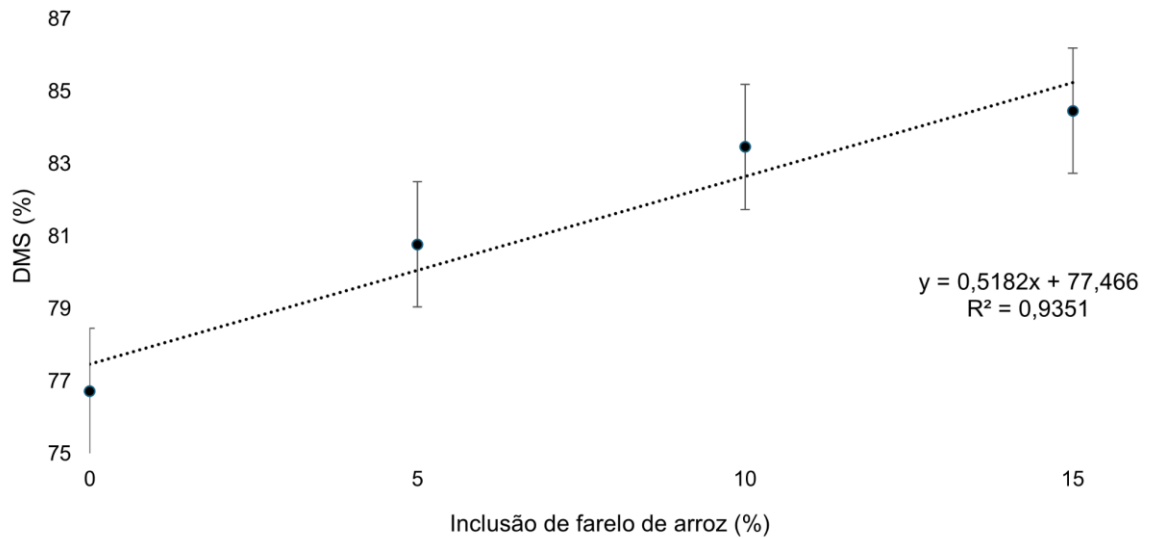


Figura 3. Comportamento linear da digestibilidade da matéria seca em função da inclusão de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar.

A digestibilidade da proteína bruta, apresentou os contrastes linear e quadrático indicando resposta não monotônica à inclusão de farelo de arroz, o que sugere melhor aproveitamento em níveis intermediários (Tabela 6). Biologicamente, esse comportamento pode estar associado a melhor sincronização entre a disponibilidade de energia fermentescível e nitrogênio no rúmen, favorecendo a síntese microbiana e o aproveitamento da proteína dietética, como também discutido por Cutrim et al. (2012).

A resposta quadrática da digestibilidade da proteína bruta sugere um efeito positivo do farelo de arroz no aproveitamento proteico, equilibrando as frações energia, proteínas e fibras no rúmen (Figura 4). Bach *et al.* (2005), relatam em seus estudos sobre o metabolismo do nitrogênio no rúmen, a importância do equilíbrio das frações alimentares nas dietas e das interações de nutrientes.

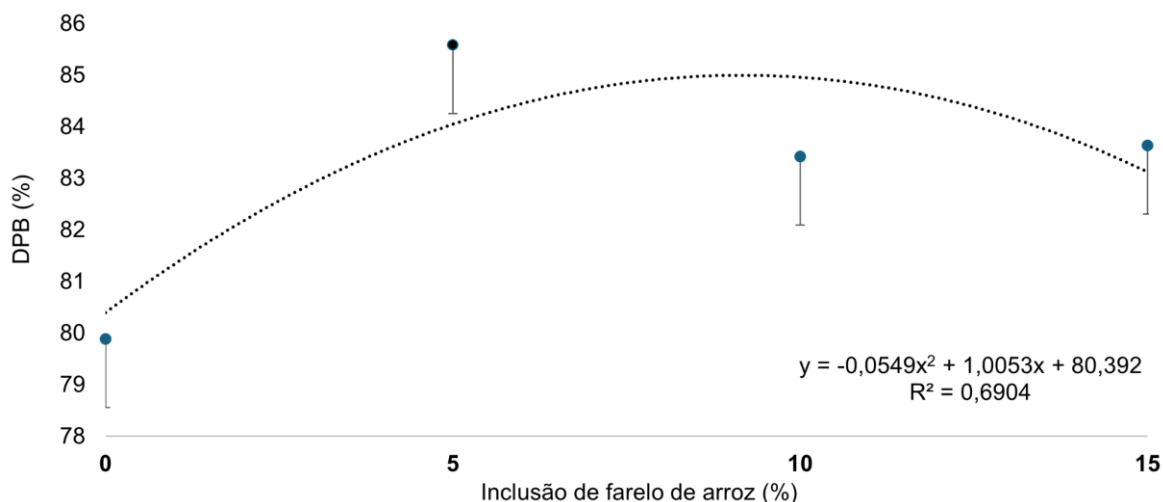


Figura 4. Resposta quadrática da digestibilidade da proteína bruta em função da inclusão de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar.

Na análise das variáveis comportamentais, observou-se tendência de efeito do tratamento sobre o tempo de ingestão ($P = 0,0717$), com aumento descritivo das médias de 5,38 para 7,67 h entre os níveis de 0 e 15% de inclusão (Tabela 7). Embora o teste de Tukey não tenha indicado diferença significativa entre médias para essa variável, o comportamento observado sugere maior permanência dos animais em atividade ingestiva à medida que o farelo de arroz foi incluído na dieta. Esse padrão pode estar relacionado a mudanças na estrutura física da ração e na taxa de apreensão do alimento, particularmente quando a dieta apresenta menor participação relativa de fibra efetiva e maior homogeneidade na mistura total (CARVALHO et al., 2017).

Tabela 7. Médias do comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de farelo de arroz na massa ensilada.

| Variável | Inclusão de farelo de arroz (%) | | | | EPM | P (trat.) |
|----------------------------------|---------------------------------|--------|-------|--------|------|-----------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | | |
| Ingestão (h dia ⁻¹) | 5,38 | 6,38 | 6,71 | 7,67 | 0,48 | 0,0717 |
| Ócio (h dia ⁻¹) | 9,00 | 6,83 | 9,08 | 7,33 | 0,93 | 0,2992 |
| Ruminação (h dia ⁻¹) | 9,08ab | 10,33a | 7,83b | 8,38ab | 0,49 | 0,0485 |

EPM = erro-padrão da média. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o tempo de ruminação, houve efeito significativo do tratamento ($P=0,0485$), sendo observada diferença entre os níveis de 5 e 10% de inclusão pelo teste de Tukey, com maior média em 5% e menor em 10% (Tabela 7).

Em seus estudos buscando atender às exigências de fibras na formulação de dietas para vacas leiteiras, Mertens (1997), destaca que a ruminação é fortemente influenciada pela fração fibrosa e pela necessidade de processamento mecânico do alimento, esse resultado indica que pequenas alterações na composição física e bromatológica da dieta podem modificar a dinâmica ruminal sem necessariamente alterar o consumo total. Carvalho et al. (2017), destacam que o tempo de ruminação é um dos indicadores mais sensíveis da efetividade física da fibra em dietas para ovinos. A ausência de efeito significativo sobre o ócio reforça que a principal resposta comportamental do tratamento ocorreu na distribuição do tempo entre ingestão e ruminação, e não em mudanças globais do padrão de atividade diária.

As variáveis mastigação por bolo ruminal e tempo de mastigação por bolo não foram influenciadas significativamente pelos tratamentos (Tabela 8), embora o número de mastigações por bolo ruminal tenha apresentado variação descritiva entre os níveis de inclusão, com maior média em 10% e menor em 15%. Uma hipótese para explicar esse comportamento, pode ser explicado pelas concentrações de FDN nas dietas, porém, sem promover diferença estatística

Tabela 8. Médias das variáveis mastigatórias e fisiológicas de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de farelo de arroz na massa ensilada.

| Variável | Inclusão de farelo de arroz (%) | | | | EPM | P (trat.) |
|--|---------------------------------|--------|--------|--------|------|-----------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | | |
| Mastigações por bolo (nº) | 82,23 | 86,64 | 90,97 | 75,50 | 3,73 | 0,1090 |
| Tempo por bolo (s) | 52,47 | 53,65 | 56,98 | 46,75 | 3,21 | 0,2550 |
| Freq. respiratória (mov. min ⁻¹) | 66,88 | 71,81 | 78,19 | 80,94 | 6,69 | 0,4960 |
| Freq. cardíaca (bat. min ⁻¹) | 125,88 | 116,19 | 131,00 | 134,13 | 4,90 | 0,1501 |
| Temperatura retal (°C) | 39,82 | 39,76 | 39,84 | 40,08 | 0,10 | 0,2148 |

EPM = erro-padrão da média. Para frequência respiratória houve efeito de ciclo ($P = 0,0044$). Para temperatura retal observou-se tendência de efeito de animal ($P = 0,0550$).

De forma semelhante, o tempo por bolo também não diferiu entre os tratamentos, indicando que a dinâmica mastigatória permaneceu relativamente estável mesmo diante das alterações na composição da dieta.

As variáveis fisiológicas frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura retal não apresentaram efeito significativo do tratamento (Tabela 8),

indicando que os níveis de inclusão de farelo de arroz na massa ensilada não promoveram alterações fisiológicas relevantes nos ovinos. Entretanto houve efeito de ciclo sobre a frequência respiratória, visto que durante o experimento, ocorreu uma friagem de três dias, atingindo mínimas 10°C. Álvares et al. (2013), relatam que às oscilações térmicas do ambiente afetam diretamente sobre a frequência respiratória.

De modo geral, os resultados indicam que a inclusão de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar não comprometeu o consumo de nutrientes nem as respostas fisiológicas dos animais, mas interferiu em aspectos específicos da dinâmica ingestiva, especialmente na ruminação. Associado ao aumento da digestibilidade da matéria seca e ao comportamento quadrático da digestibilidade da proteína bruta, esse conjunto de evidências reforça o potencial do farelo de arroz como coproduto de interesse para formulação de dietas à base de cana-de-açúcar para ovinos confinados.

3 CONCLUSÃO

A inclusão de farelo de arroz na massa ensilada da cana-de-açúcar mostrou-se uma alternativa viável para utilização em dietas de ovinos em confinamento, não comprometendo o consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose, indicando manutenção da ingestão voluntária dos animais nas condições avaliadas. Além disso, os níveis de inclusão não promoveram alterações significativas nas variáveis fisiológicas, como frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura retal, sugerindo que o coproduto não prejudicou o conforto fisiológico dos ovinos. Por outro lado, a inclusão do farelo de arroz melhorou a digestibilidade da matéria seca, com resposta linear positiva, e influenciou a digestibilidade da proteína bruta, com comportamento linear e quadrático, indicando possível melhoria no aproveitamento nutricional da dieta, especialmente em função da redução das frações fibrosas e do aumento do teor de matéria seca das dietas. No comportamento ingestivo, observou-se tendência de aumento no tempo de ingestão e efeito significativo sobre o tempo de ruminação, demonstrando que o farelo de arroz pode modificar a dinâmica de ingestão e processamento físico da dieta no rúmen, embora sem alterar de forma consistente os parâmetros mastigatórios. Dessa forma, conclui-se que o farelo de arroz pode ser

utilizado como aditivo na ensilagem da cana-de-açúcar para ovinos confinados, sem prejuízos ao consumo e às respostas fisiológicas, com potencial de melhorar o aproveitamento dos nutrientes e influenciar aspectos específicos do comportamento ingestivo, especialmente a ruminação.

4 AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido saúde, força e perseverança ao longo desta caminhada, permitindo que eu superasse os desafios e chegasse até aqui.

Ao professor Fagton de Mattos Negrão, pela orientação, pelos ensinamentos, pela confiança depositada e pela contribuição fundamental no desenvolvimento deste trabalho e na vida profissional.

Ao colega Anderson Pereira da Silva, pelo apoio na condução do experimento, pela disposição em colaborar e pela ajuda prestada durante as atividades experimentais.

Aos colegas do grupo de pesquisa estratégias de produção e conservação de forragem para seca em Rondônia (GEFOS), por auxiliar em diversas etapas do experimento.

Aos servidores do setor de produção animal, pelo auxílio na construção das baias e nas modificações realizadas no aprisco, e na preparação das dietas, contribuindo diretamente para a execução do experimento. E aos servidores do prédio dos laboratórios, por auxiliar no armazenamento, preparo e condução das análises bromatológicas.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

REFERÊNCIAS

- ÁLVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, v. 88, p. E9-E21, 2005.
- 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.
- CARVALHO, G. G. P. et al. Intake, digestibility, performance, and feeding behavior of lambs fed diets containing silages of different tropical forage species. *Animal Feed Science and Technology*, v. 228, p. 140-148, 2017.
- COAN, R. M. et al. Inoculante Enzimático-Bacteriano, Composição Química e Parâmetros Fermentativos das Silagens dos Capins Tanzânia e Mombaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.2, p.416-424, 2005.
- CUTRIM, D. O. et al. Elephant grass, sugarcane, and rice bran in diets for confined sheep. *Tropical Animal Health and Production*, v. 44, n. 8, p. 1855-1863, 2012.
- DETMANN, E. et al. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.
- FERNANDES, L. O. et al. Produção de forragem e desempenho animal em pastagens tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, p. 1523-1531, 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da pecuária municipal 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.
- JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, [completar volume, número e páginas], 1991.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. The biochemistry of silage. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC: National Academies Press, 2007.

NEUMANN, M. et al. Avaliação da qualidade e do valor nutritivo da silagem de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. MOENCH). Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.1, p.120-133, 2004.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2004.

VAN, D. T. T.; LEDIN, I.; MUI, N. T. Feed intake and behaviour of kids and lambs fed sugar cane as the sole roughage with or without concentrate. Animal Feed Science and Technology, v. 100, n. 1-2, p. 79-91, 2002.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476 p., 1994.

VARGAS, J. A. C. et al. Total and partial replacement of corn meal with rice bran in lamb rations: nutritional effects. Livestock Science, v. 234, p. 103986, 2020.

ZANINE, A. M. et al. Avaliação da silagem de cana-de-açúcar com aditivos. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, p. 1474-1481, 2007.