



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL
MESTRADO EM PRODUÇÃO ANIMAL

Lavínia Soares de Sousa

Fruto-refugo do melão (*Cucumis melo*) na silagem de capim canarana-erecta-lisa (*Echinochloa pyramidalis*): alterações histomorfológicas no rúmen, intestinos e fígado de borregos

MOSSORÓ

2025

Lavínia Soares de Sousa

Fruto-refugo do melão (*Cucumis melo*) na silagem de capim canarana-erecta-lisa (*Echinochloa pyramidalis*): alterações histomorfológicas no rúmen, intestinos e fígado de borregos

Dissertação apresentada ao Mestrado em Produção Animal do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Linha de Pesquisa: Produção de ruminantes e forragicultura

Orientador: Dorgival Moraes de Lima Júnior, Prof. Dr.

Coorientador: Tiago da Silva Teófilo, Prof. Dr.
Salenilda Soares Firmino, Dra.

MOSSORÓ

2025

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor(a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

S725f Sousa, Lavínia Soares de.

Fruto-refugio do melão (*Cucumis melo*) na silagem de capim canarana-erecta-lisa (*Echinochloa pyramidalis*): alterações histomorfológicas no rúmen, intestinos e fígado de borregos. / Lavínia Soares de Sousa. - 2025.
50 f. : il.

Orientador: Dorgival Moraes de Lima Júnior.

Coorientador: Tiago da Silva Teófilo.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Produção Animal, 2025.

1. Capim antílope. 2. Hepatite. 3. Histologia. 4. Resíduo agroindustrial. 5. Papilas ruminais. I. Moraes de Lima Júnior, Dorgival, orient. II. da Silva Teófilo, Tiago, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Lavínia Soares de Sousa

Fruto-refugio do melão (*Cucumis melo*) na silagem de capim canarana-erecta-lisa (*Echinochloa pyramidalis*): alterações histomorfológicas no rúmen, intestinos e fígado de borregos

Dissertação apresentada ao Mestrado em Produção Animal do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Linha de Pesquisa: Produção de ruminantes e forragicultura

Defendida em: 21 / 02 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **DORGIVAL MORAIS DE LIMA JUNIOR**
Data: 21/02/2025 11:28:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dorgival Morais de Lima Júnior, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **RADAN ELVIS MATIAS DE OLIVEIRA**
Data: 21/02/2025 13:05:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Radan Elvis Matias de Oliveira, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 **TOMAS GUILHERME PEREIRA DA SILVA**
Data: 21/02/2025 12:13:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Tomás Guilherme Pereira da Silva, Prof. Dr. (IFPI)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 **RICARDO ROMAO GUERRA**
Data: 21/02/2025 13:49:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ricardo Romão Guerra, Prof. Dr. (UFPB)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda sabedoria e força, por me guiar durante toda essa jornada; pelo apoio nos momentos de dificuldade. pela proteção e por tornar possível essa conquista.

Aos meus pais, Flávio Bartolomeu Lima de Sousa e Vitória Magally Soares Martins de Sousa, pela vida, dedicação e apoio; pelas orações que tanto me protegem. Às minhas irmãs, Camilla, Yasmin e Lívia. Às minhas sobrinhas, Luna e Aurora, pelo companheirismo e carinho.

Ao meu companheiro Danilo Andrade de Castro Praxedes, pelo carinho, incentivo e paciência.

À minha querida amiga Angélica Soares de Mendonça Lopes, pelo estímulo e suporte nos momentos de dificuldade.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos, que possibilitou a realização deste projeto.

Ao meu orientador, Prof. Dorgival Moraes de Lima Júnior, pela dedicação, paciência e conhecimento compartilhados durante todo o processo. Sua orientação foi fundamental para o meu crescimento profissional. Aos meus coorientadores Tiago da Silva Teófilo e Salenilda Soares Firmino pelo apoio, disponibilidade e contribuições, permitindo a elaboração conjunta desse projeto.

A todos que, de alguma forma, puderam contribuir com a realização e finalização desta pesquisa, o meu muito obrigada!

Sede fortes e corajosos; não temais, nem
vos atemorizeis diante deles; porque o
Senhor vosso Deus é quem vai convosco.
Não vos deixará, nem vos desampará.

Salmos 9:9-10

RESUMO

SOUSA, L. S. **Fruto-refugio do melão (*Cucumis melo*) na silagem de capim canarana-erecta-lisa (*Echinochloa pyramidalis*): alterações histomorfológicas no rúmen, intestinos e fígado de borregos**. 2025. 50 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal: Produção de Ruminantes) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2025.

Os resíduos agroindustriais impróprios para o consumo humano podem ser utilizados para a alimentação de ruminantes, visando o aproveitamento máximo da cadeia produtiva e a redução de custos na produção. No entanto, dietas com altos teores de carboidratos não fibrosos podem provocar alterações no ambiente ruminal. Assim, objetivou-se avaliar as alterações histomorfológicas do rúmen, intestinos delgado e grosso e fígado de borregos alimentados com silagem de capim canarana-erecta-lisa (*Echinochloa pyramidalis*), colhido aos 90 dias, associada ao fruto-refugio do melão (*Cucumis melo*) em níveis crescentes: 0, 7, 14 e 21 g/kg de MS, com relação de volumoso:concentrado de 30:70, com base na matéria natural. Para tanto, foram utilizados vinte e oito borregos, sem padrão racial definido, não castrados, com aproximadamente cinco meses de idade e peso corporal inicial médio de $23,7 \pm 1,0$ kg. Ao final do experimento, os animais foram encaminhados para o abate comercial. Após a evisceração, fragmentos do rúmen, intestinos delgado e grosso, e fígado foram coletados e processados para análise histológica. Os resultados mostraram que a inclusão do FRM na silagem de capim canarana provocou efeito no consumo de matéria seca ($P = 0,012$), proteína bruta ($P = 0,0002$), fibra em detergente neutro ($P = 0,0211$) e carboidratos não fibrosos ($P = 0,0235$), embora o ganho de peso total (GPT) não tenha sido afetado ($P > 0,05$). A altura das papilas ruminais foi influenciada ($P = 0,0004$), com os maiores valores observados nos animais alimentados com silagem contendo 7% de FRM (2.745,76 μm), enquanto a largura das papilas ruminais apresentaram diminuição ($P = 0,0002$) com o aumento do FRM. A superfície absorptiva do rúmen foi afetada ($P = 0,0065$) principalmente no nível de 7% de inclusão (1.190.310,98 μm), enquanto a espessura da camada muscular do rúmen aumentou ($P < 0,0001$), sendo maior com 21% de FRM (1208,58 μm). A altura das vilosidades do intestino delgado e da camada de enterócitos superficiais do intestino grosso aumentaram quando o FRM foi adicionado até o nível de 14%. No intestino delgado, a altura das vilosidades foi influenciada ($P < 0,001$), apresentando 339,45 μm nos animais alimentados com a silagem contendo 14% de FRM. A profundidade das criptas também foi afetada ($P = 0,002$), apresentando 248,30 μm no nível de 21% de FRM, assim como a relação vilosidades/criptas ($P = 0,0067$) com 1,25 μm , relacionado à menor profundidade de criptas observada nesse nível (248,30 μm). No intestino grosso, tanto a altura da camada de enterócitos superficiais quanto a profundidade das criptas foram influenciadas ($P = 0,0036$ e $P = 0,0002$, respectivamente), com as maiores médias observadas em 14% de FRM (316,92 μm e 287,68 μm , respectivamente). A inclusão de FRM na dieta de cordeiros induziu alterações histopatológicas no fígado, principalmente no nível de 21% de inclusão de FRM, que apresentou inflamação (80%/++) e degeneração hidrópica (40%/++). Foram observadas outras lesões hepáticas, como necrose e manguito perivascular, em menor frequência e intensidade. A quantidade de glicogênio hepático diminuiu com o aumento da inclusão de FRM em 77,92%, sendo significativo nos níveis de 14% (18,11%) e 21% (7,87%). Em níveis moderados (7 a 14%), a inclusão de FRM na dieta de borregos promove alterações morfológicas benéficas em órgãos do sistema digestório, melhorando a capacidade absorptiva e digestiva dos animais. No entanto, níveis elevados (21%) induzem respostas inflamatórias hepáticas e reduzem as reservas de glicogênio, o que pode impactar negativamente o metabolismo hepático. Portanto, a inclusão de FRM deve ser realizada de forma equilibrada, considerando seus benefícios para o rúmen e intestinos, bem como seus possíveis efeitos adversos no fígado.

Palavras-chave: capim antílope; hepatite; histologia; resíduo agroindustrial; papilas ruminais.

ABSTRACT

SOUSA, L. S. Melon waste fruit (*Cucumis melo*) in grass silage: histomorphological changes in the rumen, intestines and liver of lambs. 2025. 50 p. Dissertation (Master's Degree in Animal Production: Ruminant Production) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2025.

Agro-industrial waste that is unusable for human consumption can be used to feed ruminants, aiming at maximum utilization of the production chain and reduction of production costs. However, diets with high levels of non-fibrous carbohydrates can cause changes in the ruminal environment. Thus, the objective of this study was to evaluate the histomorphological changes in the rumen, small and large intestines and liver of lambs fed silage made from canarana erecta-lisa grass (*Echinochloa pyramidalis*), harvested at 90 days, associated with melon waste fruit (FRM) (*Cucumis melo*) at increasing levels: 0, 7, 14 and 21 g/kg of DM, with a roughage:concentrate ratio of 30:70, based on natural matter. Twenty-eight uncastrated lambs, with no defined racial standard, approximately five months of age and an average initial body weight of 23.7 ± 1.0 kg, were used. At the end of the experiment, the animals were sent for commercial slaughter. After evisceration, fragments of the rumen, small and large intestines, and liver were collected and processed for histological analysis. The results showed that the inclusion of FRM in canarana grass silage had an effect on the intake of dry matter ($P = 0.012$), crude protein ($P = 0.0002$), neutral detergent fiber ($P = 0.0211$), and non-fibrous carbohydrates ($P = 0.0235$), although total weight gain (TWG) was not affected ($P > 0.05$). The height of the ruminal papillae was influenced ($P = 0.0004$), with the highest values observed in animals fed silage containing 7% FRM (2,745.76 μm), while the width of the ruminal papillae decreased ($P = 0.0002$) with increasing FRM. The absorptive surface of the rumen was affected ($P = 0.0065$) mainly at the 7% inclusion level (1,190,310.98 μm), while the thickness of the ruminal muscle layer increased ($P < 0.0001$), being greater with 21% FRM (1,208.58 μm). The height of the villi of the small intestine and the superficial enterocyte layer of the large intestine increased when FRM was added up to the level of 14%. In the small intestine, the height of the villi was influenced ($P < 0.001$), presenting 339.45 μm in animals fed silage containing 14% FRM. The depth of the crypts was also affected ($P = 0.002$), presenting 248.30 μm at the level of 21% FRM, as well as the villi/crypt ratio ($P = 0.0067$) with 1.25 μm , related to the lower depth of crypts observed at this level (248.30 μm). In the large intestine, both the height of the superficial enterocyte layer and the depth of the crypts were influenced ($P = 0.0036$ and $P = 0.0002$, respectively), with the highest means observed at 14% FRM (316.92 μm and 287.68 μm , respectively). The inclusion of FRM in the diet of lambs induced histopathological changes in the liver, mainly at the level of 21% FRM inclusion, which presented inflammation (80%/++) and hydropic degeneration (40%/++). Other liver lesions, such as necrosis and perivascular cuffing, were observed at a lower frequency and intensity. The amount of hepatic glycogen decreased with the increase in FRM inclusion by 77.92%, being significant at the levels of 14% (18.11%) and 21% (7.87%). At moderate levels (7 to 14%), the inclusion of FRM in the diet of lambs promotes beneficial morphological changes in organs of the digestive system, improving the absorptive and digestive capacity of the animals. However, high levels (21%) induce hepatic inflammatory responses and reduce glycogen reserves, which can negatively impact hepatic metabolism. Therefore, the inclusion of FRM must be carried out in a balanced manner, considering its benefits for the rumen and intestines and its possible adverse effects on the liver.

Keywords: antelope grass; hepatitis; histology; agro-industrial residue; ruminal papillae.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Área do confinamento.....27
- Figura 2 – Fotomicrografias (4x) do corte transversal do rúmen de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refugo de melão (FRM). Lâminas coradas pelo protocolo de coloração com Hematoxilina e Eosina. A: dieta contendo 0% de inclusão de FRM. B: dieta contendo 7% de inclusão de FRM. C: dieta contendo 14% de inclusão de FRM. D: dieta contendo 21% de inclusão de FRM. Seta preta: camada mucosa; Asterisco: camada muscular..... 35
- Figura 3 – Fotomicrografias (4x) do corte transversal do intestino delgado de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refugo de melão (FRM). Lâminas coradas pelo protocolo de coloração com Hematoxilina e Eosina. A: dieta contendo 0% de inclusão de FRM. B: dieta contendo 7% de inclusão de FRM. C: dieta contendo 14% de inclusão de FRM. D: dieta contendo 21% de inclusão de FRM. Seta preta: vilosidades da mucosa; Seta branca: camada submucosa; Asterisco: camada muscular.....36
- Figura 4 – Fotomicrografias (4x) do corte transversal do intestino grosso de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refugo de melão (FRM). Lâminas coradas pelo protocolo de coloração com Hematoxilina e Eosina. A: dieta contendo 0% de inclusão de FRM. B: dieta contendo 7% de inclusão de FRM. C: dieta contendo 14% de inclusão de FRM. D: dieta contendo 21% de inclusão de FRM. Seta preta: camada de enterócitos superficiais; Estrela de quatro pontas: criptas de Lieberkühn; Seta branca: camada submucosa; Asterisco: camada muscular.....37
- Figura 5 – Fotomicrografias (4x) do corte transversal do fígado de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refugo de melão (FRM). Lâminas coradas pelo protocolo de coloração com Hematoxilina e Eosina. A: dieta contendo 0% de inclusão de FRM. B: dieta contendo 7% de inclusão de FRM. C: dieta contendo 14% de inclusão de FRM. D: dieta

contendo 21% de inclusão de FRM. Sinusóide (lozango vermelho), esteatose (seta branca), células de Kupffer (seta preta), Ramo da veia porta (estrela e triângulo).....39

- Figura 6 – Proporção de área corada pelo método do ácido periódico de Schiff (PAS) indicando presença de glicogênio nas células do fígado de cordeiros alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto refugo de melão (FRM). Ajuste linear negativo significativo ($P < .0001$) entre FRM (x) e área corada, $Y = 38,50 - 1,41x$ ($r^2 = 0,34$). (*) é referente a comparação das médias pelo teste de Dunnett (5%) com tratamento controle (0)..... 41
- Figura 7 – Fotomicrografias (20x) de grânulos de glicogênio (seta preta) no citoplasma de hepatócitos obtidos através de corte transversal do fígado de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refugo de melão (FRM). Lâminas coradas pelo protocolo de coloração com Ácido Periódico de Schiff (P.A.S.). A: dieta contendo 0% de inclusão de FRM. B: dieta contendo 7% de inclusão de FRM. C: dieta contendo 14% de inclusão de FRM. D: dieta contendo 21% de inclusão de FRM.....42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Composição bromatológica de fruto-refugo e resíduo do melão.....	19
Tabela 2	– Composição química dos ingredientes das dietas experimentais de borregos alimentados com silagem de capim canarana com níveis de inclusão de FRM (%).....	27
Tabela 3	– Composição química das dietas experimentais de borregos alimentados com silagem de capim canarana com níveis de inclusão de FRM (%)	28
Tabela 4	– Consumo de nutrientes e ganho de peso total de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refugo do melão (FRM).....	32
Tabela 5	– Medidas histomorfométricas do rúmen de borregos alimentados com silagem de canarana contendo níveis crescentes de fruto refugo de melão (FRM).....	33
Tabela 6	– Medidas morfométricas dos intestinos delgado e grosso de borregos alimentados com silagem de canarana contendo níveis crescentes de fruto refugo de melão (FRM).....	36
Tabela 7	– Frequência e intensidade de lesões histopatológicas no fígado de cordeiros alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto refugo de melão (FRM).....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivo geral.....	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1	Fruto-refugio do melão.....	17
3.2	Capim canarana.....	21
3.3	Morfofisiologia e alterações histopatológicas do rúmen e intestinos de ovinos.....	23
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
4.1	Comitê de ética de uso de animais, local do experimento.....	26
4.2	Animais, delineamento experimental e dieta experimental.....	26
4.3	Pesagem dos borregos.....	29
4.3	Abate e análises histológicas.....	29
4.4		
4.5	Análises estatísticas.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1	Consumo e ganho de peso total.....	31
5.2	Aspectos morfológicos do Rúmen.....	32
5.3	Aspectos morfológicos dos intestinos.....	35
5.4	Aspectos morfológicos do fígado.....	38
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O consumo da carne ovina no Brasil ainda é limitado culturalmente às regiões Sul e Nordeste, apesar de ter sido uma das primeiras espécies domesticadas pelo homem (Viana, 2008). Na última década, o consumo mundial de carne ovina aumentou em 6,39%, com previsão de crescimento de 15% até 2032. Em 2022, as exportações de carne diminuíram 3% nos principais países exportadores, incluindo o Brasil, em razão do aumento da demanda interna (OECD, 2023). Ademais, o crescimento lento do consumo pode estar relacionado com a baixa disponibilidade da carne no mercado devido aos baixos níveis de produção (SENAR, 2019), evidenciando um potencial produtivo e comercial interessante. Em 2023, o Brasil importou US\$ 25.807.107 em carne de ovinos, principalmente do Uruguai. No mesmo ano, o país exportou US\$ 875.997 de carne, especialmente para o Uruguai, Ilhas Marshall e Libéria (FAMASUL, 2023).

Com o aumento da demanda na produção de ovinos, associado ao crescimento do setor agropecuário frutífero, intensifica-se a busca por tecnologias sustentáveis que melhorem a produtividade de ambas as cadeias produtivas (Silva *et al.*, 2014). Resíduos frutíferos já foram utilizados na alimentação animal, como o caju (Silva *et al.*, 2000; Neiva *et al.*, 2002; Teles, 2006), maracujá (Reis *et al.*, 2000; Neiva *et al.*, 2006), manga (Sá *et al.*, 2004; Teles, 2006) e goiaba (Araújo *et al.*, 2009), na silagem de capim-elefante e abacaxi na silagem de milho (Prado *et al.*, 2003). Esses estudos evidenciaram maior rendimento de carcaça e aumento no ganho de peso diário, demonstrando assim que a utilização de fruto-refugo é uma alternativa viável e produtiva para alimentação animal.

Dentre os resíduos frutíferos destaca-se o do melão (*Cucumis melo*), uma cucurbitácea que é produzida continuamente e em ampla escala no estado do Rio Grande do Norte, o maior produtor do país. Em 2023, produziu 442.107 mil toneladas de melão, sendo o ranking liderado pelo município de Mossoró (IBGE, 2024). Desse total, cerca de 157 mil toneladas foram exportadas, gerando uma receita de quase R\$ 118 milhões. A demanda internacional, especialmente da Espanha, Países Baixos e Reino Unido, impulsionou as exportações no primeiro bimestre de 2024, com 40 mil toneladas comercializadas (SEBRAE, 2024).

A utilização do melão na alimentação de ruminantes, embora promissora, requer cautela. Seu elevado teor de carboidratos solúveis, principalmente sacarose, pode induzir fermentações rápidas e intensas no rúmen, com potencial para alterar o perfil de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e o pH ruminal. Segundo Antunes; Rodriguez e Saliba (2011), a rápida fermentação dos açúcares no rúmen limita a passagem desses compostos para o intestino delgado.

Além do melão, outras cucurbitáceas têm sido empregadas na alimentação de ruminantes, como a abóbora. Nesse sentido, em vacas leiteiras, foi observado que a inclusão de silagem de abóbora na dieta eleva o teor de carotenoides no leite, além de aumentar o status antioxidante e elevar a proporção de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) (Halik *et al.*, 2018). Já em dieta para cabras, a substituição da farinha de soja por farinha de semente de abóbora não reduziu a produção de leite ou causou alterações no perfil de ácidos graxos (Klir *et al.*, 2017). Em dietas para ovinos, a farinha de semente de abóbora não altera o rendimento da carcaça, tampouco a coloração da carne (Antunovic *et al.*, 2018). Por sua vez, em bubalinos, a silagem de resíduo de abóbora pode ser utilizada em até 60% sem provocar efeitos negativos no desempenho de engorda (Razzaghzadeh; Amini-jabalkandi; Hashemi, 2007).

Nesse contexto, a incorporação de subprodutos da indústria de processamento de frutas na ensilagem de capins tropicais representa uma estratégia interessante para promover a sustentabilidade, otimizar a utilização de recursos e reduzir a dependência de alimentos concentrados. O elevado potencial produtivo dessas gramíneas, aliado às tecnologias de conservação, assegura a disponibilidade de forragem de alta qualidade durante todo o ano (Bumbieris Junior *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2024).

A canarana-erecta-lisa, uma gramínea anual de rápido crescimento, apresenta um grande potencial para a produção de silagem (Braga *et al.*, 2008). Sua adaptabilidade a diferentes condições climáticas e de solo, aliada à alta produção de biomassa (Serrão; Batista; Boulhosa, 1970), a tornam uma excelente opção para a alimentação animal. A ensilagem da canarana-erecta-lisa garante a disponibilidade de forragem de qualidade durante todo o ano, mesmo em períodos de escassez (Vasconcelos *et al.*, 2019). A adição de subprodutos da indústria de processamento de frutas à silagem de canarana-erecta-lisa pode ainda melhorar a qualidade nutricional da forragem, fornecendo uma fonte adicional de energia, proteínas e minerais para os animais, otimizando o desempenho produtivo (Almeida *et al.*, 2014).

Diante do exposto, até o presente momento, não foram encontrados na literatura estudos que avaliem o impacto da utilização de fruto-refugo do melão como aditivo em silagens de capim canarana-erecta-lisa. Hipotetiza-se que a inclusão de até 21% de fruto-refugo de melão na silagem dessa gramínea não provoque alterações histopatológicas no trato gastrointestinal de ovinos, garantindo a segurança alimentar e o bem-estar animal.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar as alterações histomorfológicas no rúmen, intestinos e fígado de borregos submetidos a dietas com a inclusão do fruto-refugo do melão na silagem de capim canarana-erecta-lisa.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o desempenho produtivo de borregos submetidos às dietas de silagem de capim canarana-erecta-lisa e fruto-refugo do melão dino;
- Verificar o efeito da inclusão do fruto-refugo do melão na silagem de capim canarana-erecta-lisa sobre a morfometria das mucosa ruminal e intestinal dos borregos;
- Avaliar a ocorrência de possíveis lesões no parênquima hepático de borregos submetidos às dietas de silagem de capim canarana-erecta-lisa e fruto-refugo do melão dino;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Fruto-refugo do melão

O cultivo do melão no Brasil, especialmente no Nordeste, é uma atividade de grande importância econômica. Originária da África e introduzida no país por escravos e imigrantes europeus, a cultura do melão se adaptou bem ao clima brasileiro, tornando o país um dos maiores produtores mundiais (Nakamea, 2004). Em 2022, o país produziu 699.281 mil toneladas de melão, sendo a região Nordeste responsável por 97% dessa produção nacional. O Rio Grande do Norte destaca-se como o principal estado produtor, com 442.107 mil toneladas, e rendimento de 26.162 kg por hectare, o que corresponde a 63,22% da produção nacional (IBGE, 2024). A combinação de condições climáticas favoráveis e avanços nas técnicas de cultivo transformaram o Brasil em um importante exportador de melão, impulsionando a economia de diversas regiões.

A origem do melão remonta a um processo evolutivo de milhões de anos, culminando na diversidade de cultivares conhecidas atualmente. Os estudos filogenéticos revelaram que as diversas variedades de melão descendem de três linhagens principais: a africana, a asiática e a

australiana. A linhagem asiática *Cucumis melo* spp. *melo* é considerada a ancestral da maioria dos melões amplamente comercializados, como os cantaloupes e os melões amarelos. A linhagem africana *C. melo* spp. *meloides* contribuiu com variedades ainda cultivadas em algumas regiões do continente africano, enquanto a australiana, *C. trigonus* e *C. picrocarpus*, representa as espécies selvagens mais próximas do melão moderno. A seleção ao longo dos anos associada a processos de adaptação a diferentes ambientes, moldou a diversidade genética e fenotípica das diversas espécies de melão (Endl *et al.*, 2018).

O gênero *Cucumis* compõe a subtribo *Cucumerinae*, tribo *Melothrieae*, subfamília *Cucurbitioideae* e família *Cucurbitaceae* (Robinson; Decker-Walters, 1997), que também inclui o pepino (*C. sativus* L.), maxixe (*C. anguria*), jerimum (*C. maxima* L.), além da melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai], abóbora (*Cucurbita* spp.), chuchu (*Sechium edulis*), benincasa (*Benincasa hispida*), buchas vegetais (*Luffa* spp.), as cabaças e caxis (*Lagenaria siceraria*) (Souza; Dias; Queiróz, 2008; Endl *et al.*, 2018).

O melão apresenta um alto teor de água, podendo chegar a 90% de sua composição, enquanto a porção sólida solúvel pode alcançar 18% (Maynard; Elmstrom, 1992). A maior parte dessa fração sólida é composta por açúcares, com destaque para a sacarose, que representa cerca de 50% do total (Bianco; Pratt, 1977). De modo geral, os açúcares totais constituem aproximadamente 5% do peso fresco do melão (Menezes *et al.*, 1998), sendo a polpa responsável por cerca de 55% de sua massa (Robinson; Decker-Walters, 1997).

A composição nutricional do melão é variada, destacando-se por seu conteúdo em ácidos orgânicos, como o málico e o cítrico, sendo este último o mais abundante, podendo atingir concentrações de até 0,35% (Mendlinger; Pasternak, 1992). Além disso, a casca do fruto é uma fonte significativa de ácidos fenólicos, incluindo p-cumárico, ferúlico e caféico (Macheix; Fleuriet; Billot, 1990). Quanto ao valor energético, o melão apresenta um teor relativamente baixo, variando de 0,2 a 0,62 kcal/g de polpa (Robinson; Decker-Walters, 1997). As sementes, por sua vez, são ricas em compostos bioativos, como flavonoides, ácidos fenólicos e ácidos graxos, como o linoleico e o oleico (Moreira *et al.*, 2009; Malek-Ayadi; Bahloul; Kechaou, 2018).

O cultivo do melão é significativamente influenciado pelas condições térmicas do ambiente. Plantas de melão são particularmente sensíveis a baixas temperaturas (Russo; Daiuto; Vieites, 2012), que podem induzir estresse térmico e comprometer o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Em contrapartida, temperaturas elevadas, alta luminosidade e baixa umidade relativa do ar são essenciais para o bom desenvolvimento do meloeiro, compondo

fatores abióticos cruciais para o desenvolvimento da planta (Oliveira *et al.*, 2017a; Cheng *et al.*, 2022).

Em virtude dessas características climáticas favoráveis, o Nordeste brasileiro se destaca como a principal região produtora de melão no país. Aproximadamente 70% da produção nacional é direcionada ao mercado externo, enquanto uma parcela menor é destinada ao consumo interno (Soares, 2009). É importante ressaltar que, mesmo com essa expressiva produção, há perdas pós-colheita, caracterizadas pelos fruto-refugos descartados no campo. Esses resíduos de melão apresentam potencial para serem utilizados como aditivo em silagens de capim, contribuindo para a redução dos custos de produção na pecuária (Fluck *et al.*, 2023).

A heterogeneidade na composição do melão é influenciada por diversos fatores, como a origem da matéria-prima (resíduo ou refugo do processamento), a variedade cultivada, as práticas de irrigação e adubação, além das exigências do mercado consumidor. Pesquisas prévias indicam que os subprodutos do melão apresentam um perfil nutricional favorável e podem ser utilizados na alimentação de ruminantes (Tabela 1) (Pinto *et al.*, 2019).

Tabela 1. Composição bromatológica de fruto-refugo e resíduo do melão.

Autores	MS	PB	MM	MO	EE	FDN	FDA	HEM	CEL	CT	CNF	LIG
Resíduo desidratado												
Lousada Júnior <i>et al.</i> , 2006	84,56	17,33	14,57	85,4	3,26	59,10	49,18	9,92	32,60	64,84	13,76	16,61
Pereira <i>et al.</i> , 2009	13,50	17,60	11,30	-	3,30	59,20	47,80	28,50	31,50	64,80	13,8	13,1
Pereira <i>et al.</i> , 2013	97,53	8,75	6,85	-	0,80	73,00	-	-	-	-	-	33,46
Fruto-refugo												
Arbouche; Arbouche, 2007	6,94	15,07	8,45	9,55	-	-	-	-	-	-	-	-
Arbouche; Arbouche, 2007	9,8	22,40	9,35	90,65	-	-	-	-	-	-	-	-
Lima <i>et al.</i> , 2011	7,05	11,90	-	89,51	1,09	23,02	-	-	-	76,52	53,50	-
Lima <i>et al.</i> , 2012	7,28	11,58	9,30	90,70	7,62	20,58	16,68	3,90	-	69,64	49,36	5,86
Wadhwa; Bakshi, 2013	12,6	9,5	14,9	85,1	5,80	59,3	35,7	23,60	14,80	-	-	-
Valadares Filho <i>et al.</i> , 2018	10,15	15,40	12,82	21,88	4,73	27,93	21,88	9,91	32,60	67,39	43,56	13,76

*Resíduo oriundo de processamento de suco. MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; HEM: hemicelulose; CEL: celulose; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; LIG: lignina. Adaptado de Pinto *et al.*, 2019.

O fruto destaca-se por seu elevado teor de carboidratos, em especial os carboidratos não fibrosos, que são prontamente fermentados no rúmen e constituem uma fonte de energia de alta qualidade para ruminantes (Van Soest, 1994). O aumento na oferta de carboidratos não fibrosos, associado à redução do pH, provoca alterações significativas no ambiente ruminal (Antunes; Rodriguez; Saliba, 2011). O consumo excessivo de alimentos ricos em carboidratos de fácil digestão, como o melão, resulta na produção de volumes elevados de ácido lático, o que pode desencadear acidose ruminal em função da queda acentuada do pH (Kaneko; Harvey; Bruss,

1997; Maruta; Ortolani, 2002). O pH ruminal está intimamente ligado tanto aos subprodutos da fermentação quanto à taxa de multiplicação dos microrganismos presentes no rúmen (Church, 1979; Ítavo et al., 2002; Oliveira *et al.*, 2016). Isso ocorre porque, embora as proporções de proteína bruta, extrato etéreo e cinzas tendam a ser relativamente constantes em diferentes dietas, as variações na proporção e no tipo de carboidratos fibrosos e não fibrosos influenciam diretamente a atividade microbiana e a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (Van Soest; Robertson; Lewis, 1991).

O uso de altos níveis desse fruto na dieta de ovinos não adaptados pode causar quadros de acidose ruminal, com e sem sintomatologia aparente. Estudos prévios (Oliveira *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2016) que avaliaram a hemogasometria, hematologia, bioquímica e parâmetros ruminiais de ovinos mestiços da raça Santa Inês suplementados com 25% e 75% da matéria seca da dieta de melão, reportaram que o grupo que recebeu 25% de melão apresentou poucas alterações sanguíneas e acidose por ácidos graxos de cadeia curta (subaguda) com pH ruminal ligeiramente abaixo de 5,6 e aumento discreto na concentração de ácido láctico, enquanto o grupo que recebeu 75% apresentou parâmetros sanguíneos indicativos de discreta acidose metabólica sistêmica e glicêmica, acidose láctica ruminal com pH menor que 5,0 e alta concentração de lactato.

Porém, em dietas para ovinos Morada Nova em confinamento, a substituição do milho moído por fruto-refugo do melão em 60% proporcionou desempenho produtivo satisfatório, em função de respostas satisfatórias quanto ao consumo e a digestibilidade aparente de componentes nutritivos. No entanto, com uso de níveis superiores a 30%, aumenta-se os dias de confinamento, elevando-se assim a idade ao abate (Lima *et al.*, 2012). Além disso, não são observadas alterações nas características quantitativas da carcaça, consistindo numa eficiente alternativa para alimentação de ovinos de corte em terminação (Costa *et al.*, 2011).

3.2 Capim canarana

Originária da região da África tropical, África do Sul e Madagascar, o capim canarana-erecta-lisa (*Echinochloa pyramidalis* Lam.) é uma gramínea alta e perene (FAO, 2010) que se destacou em diferentes regiões por sua propagação vegetativa, alta produção de biomassa e capacidade adaptativa em solos com alta umidade (Andrade *et al.*, 2008; López Rosas *et al.*, 2019), como manguezais, pântanos, áreas inundadas e argilosas (FAO, 2010). Nas áreas semiáridas, a planta demonstra alta produtividade, podendo resistir a longos períodos de seca e

manter um desempenho satisfatório. Ela se desenvolve em temperaturas superiores a 30°C e em altitudes de até 1500 metros acima do nível do mar, sendo sensível a baixas temperaturas. Essa espécie possui metabolismo C4, sendo uma invasora potencialmente agressiva que reduz a biodiversidade e altera as características físico-químicas do solo (FAO, 2010; López Rosas *et al.*, 2019).

Também chamada de grama antílope, a *E. pyramidalis* geralmente atinge altura que varia de 1,80 a 2,40 metros (Clayton; Harman; Williamson, 2006), podendo chegar até 4,50 metros (Heuzé; Tran; Boval, 2016). Seus colmos são eretos ou geniculados e têm raízes nos nós inferiores. As folhas variam de 8 a 60 centímetros de comprimento e de 2 a 25 milímetros de largura, com formato de lâmina rígida, podendo ser expandidas ou dobradas, e suas bainhas peludas ou glabras. Os racemos da inflorescência têm entre 3 e 20 centímetros de comprimento e surgem de um eixo central que mede de 8 a 40 centímetros. As espiguetas são agudas, irregulares, sem arestas, compostas por 4 a 6 fileiras e medem de 3 a 4 milímetros (Clayton; Harman; Williamson, 2006; Quattrocchi *et al.*, 2006). A planta ainda possui um robusto sistema radicular, que facilita sua expansão no solo (Barbiero *et al.*, 2001). Os brotos jovens de *E. pyramidalis* devem receber irrigação diária por um período mínimo de 2 meses (Abiola; Mbéguéré; Koné, 2010).

A composição do *E. pyramidalis* muda conforme a estação do ano e a idade da rebrota (Heuzé; Tran; Boval, 2016). O teor médio de matéria seca varia em três estágios de maturidade, de $91,18 \pm 3,07\%$. Os teores médios de MS% do feno de *E. pyramidalis* registrados por Pathot e Berhanu (2023) foram de 40,84% de proteína bruta (PB), 70,21% de fibra em detergente neutro (FDN), 46,68% de fibra em detergente ácido (FDA), 16,92% de lignina, 2,82% de extrato etéreo (EE), 16,10% de cinzas e 18,1 MJ/Kg de energia bruta (EB).

O teor de PB nas forragens configura um indicador importante da qualidade nutricional e varia conforme o estágio de desenvolvimento da planta. Em geral, observa-se redução na concentração de PB à medida que a forragem amadurece. Vasconcelos *et al.* (2019) verificaram diminuição da PB de 8,06% para 7,07% entre 35 e 45 dias de rebrota, respectivamente. Pathot e Berhanu (2023) reportaram valores de PB entre 15,6 e 18,4% nas folhas e 7,5 a 11,9% no caule em diferentes estágios de crescimento. Braga *et al.* (2008) encontraram teor de PB de 6,64% aos 42 dias de rebrota, enquanto Abreu *et al.* (2006) reportaram valores mais elevados, de 26,65%, durante a estação chuvosa. Essa variação nos teores de PB demonstra a importância de avaliar a qualidade nutricional das forragens em diferentes momentos do ano e em diferentes estágios de crescimento para garantir o adequado suprimento nutricional dos animais.

A produtividade do *E. pyramidalis* também se altera com as mudanças climáticas. Abreu *et al.* (2006) investigaram a produção de forragem e o valor nutritivo de espécies forrageiras sob pastejo rotativo em diferentes períodos. Em épocas menos chuvosas, a produção de matéria fresca foi de 4.727 kg ha⁻¹, com uma produção de massa seca de 569 kg ha⁻¹. Em períodos chuvosos, a produção de matéria fresca aumentou para 4.869 kg ha⁻¹, e a produção de massa seca foi de 763 kg ha⁻¹, representando aumentos de 3% e 34%, respectivamente. O *E. pyramidalis* de Paramaribo (*Echinochloa polistáquio* HBK), que nos períodos chuvosos aumenta sua produção em 25,7% quando comparado com o erecta-lisa, que apresenta percentual médio da produção de massa seca de 12,8%, enquanto na *E. pyramidalis* foi de 14,6%.

A produção quantitativa de forragem, em pastagens com solo de várzea, permite que a *E. pyramidalis* produza cerca de 40 t/ha/ano de forragem seca, equivalente a até 130 toneladas de forragem verde (Serrão *et al.*, 1970). A capacidade de suporte varia de 2,5 a 3,38 cabeças/ha/ano com bovinos e 1,5 a 1,88 cabeças/ha/ano com bubalinos, sob regime de pastejo (Nascimento *et al.*, 1978). Além do pastejo, é utilizado na alimentação de diversas espécies domésticas, como forragem ou feno por se tratar de um capim altamente aceitável, sendo descrita em frangos de corte (Camile *et al.*, 2023), antílopes (Fryxell, 1987), bovinos e bubalinos (Nascimento *et al.*, 1978; Lourenço Júnior *et al.*, 1980), caprinos e ovinos (Davis *et al.*, 1997; Abiola; Mbéguéré; Koné, 2010; Heuzé *et al.*, 2016).

Como os efeitos sazonais não afetam seu crescimento adversamente, *E. pyramidalis* torna-se uma fonte potencial de nutrientes para a alimentação animal ao longo do ano. Sua alta produção de forragem e sua capacidade adaptativa favorece o aumento da produção dos produtos da pecuária, principalmente em regiões onde a demanda para a alimentação de ruminantes é baixa (Adebawale, 1987).

3.3 Morfofisiologia e alterações histopatológicas do rúmen e intestinos de ovinos

O trato digestório segue um padrão histológico de quatro camadas ou túnicas: mucosa, submucosa, muscular e serosa ou adventícia (Banks, 1992). A mucosa, em contato com o lúmen, torna-se responsável pela absorção e secreção, além de apresentar variações histológicas ao longo do trato. A submucosa, rica em vasos e inervação, contém o plexo submucoso. A muscular, composta por duas camadas de músculo liso, promove a peristalse e é innervada pelo plexo mioentérico. A camada externa, adventícia ou serosa, varia de acordo com a localização

do órgão. Essa organização permite ao trato gastrointestinal desempenhar suas funções de digestão, absorção e propulsão do alimento (Chagas *et al.*, 2007; Junqueira; Carneiro, 2008).

Devido ao seu caráter fermentativo, o rúmen, retículo e omaso possuem um epitélio estratificado pavimentoso queratinizado e aglandular com mucosa absorvente, que possuem cornificação acentuada e uma alta ação mecânica e protetora (Chagas *et al.*, 2007). O estrato basal é formado por células repletas de organelas que são responsáveis pela absorção dos produtos da fermentação. No rúmen, a mucosa exibe estruturas cônicas formadas por um epitélio estratificado queratinizado. Já o abomaso é similar ao estômago dos não ruminantes, com um epitélio glandular secretor de ácidos, hormônios e muco (Oliveira; Santos; Valença, 2019).

De todas as particularidades do trato digestório dos ruminantes, a câmara fermentativa é a porção mais importante depois do abomaso, o principal sítio digestivo (Van Soest; Robertson; Lewis, 1994). Durante o processo evolutivo, esses animais adquiriram a capacidade de utilizar de forma eficaz carboidratos fibrosos e compostos nitrogenados como fonte de energia e proteína (Valadares Filho; Pina, 2006), através da interação simbiótica com os microrganismos livres no aparelho rúmen-retículo (Noschang; Schmidt; Brauner, 2019). Essa fermentação promovida pelos microrganismos gera nutrientes como proteínas, vitaminas do complexo B e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) resultantes da fermentação da fibra ingerida na dieta (Van Soest, 1994).

O epitélio ruminal é responsável pela absorção de até 85% dos produtos finais da fermentação (Jing *et al.* 2018), possuindo a capacidade de modificar sua massa tecidual de diferentes formas, desde o grau de proliferação celular até a resposta às alterações na dieta fornecida (Bannink *et al.*, 2008; Dieho *et al.*, 2016). A sua morfologia permite avaliar o potencial absorptivo e digestivo que é atribuído ao aumento do tamanho e largura da papila (Melo *et al.*, 2013; Dieho *et al.*, 2016), que na pesquisa de Nóbrega *et al.* (2014) variou de 944 a 983,3 μm e 470 a 555,7 μm , respectivamente, em cordeiros confinados.

O crescimento do epitélio pode ser influenciado pelo tipo de AGCC presente no ambiente ruminal, sendo o butirato o mais influente e responsável pelo crescimento fisiológico das papilas metabolicamente ativas através do aumento do índice mitótico na região basilar. O crescimento das papilas também ocorre por hiperplasia, fomentada pela dieta, de modo que esse crescimento ocorre através da reposição das células apicais pelas células basais e a manutenção da mucosa requer uma elevada concentração de energia no processo de renovação celular (Mentschel *et al.*, 2001).

Além disso, o rúmen também desempenha um papel crucial no sistema imunológico, sendo um indicador de sanidade do rebanho (Calamari *et al.*, 2014). Em casos em que há a oferta de carboidratos solúveis a ruminantes sem adaptação prévia, o acometimento de quadros de acidose ruminal, seguida de sistêmica, ocorre frequentemente (Aschenbach; Gabel 2000; Barretto-Júnior *et al.*, 2008). A alteração na composição microbiana promovida pela queda do pH provoca uma resposta inflamatória no epitélio (Zebeli; Metzler-Zebeli, 2012), comprometendo a capacidade de transporte da mucosa quando o pH é inferior a 5,0 em até seis horas após a ingestão (Aschenbach; Gabel 2000).

Assim como os epitélios do estômago, o intestino delgado também altera sua morfologia em cada uma de suas porções, mantendo a estrutura geral do trato digestivo. O estrato córneo varia de uma a vinte camadas de células, podendo ou não conter núcleos visíveis. O estrato granuloso tem de uma a três camadas de células achatadas, com grânulos de ceratoialina no citoplasma. Próximo ao estrato córneo, as células são tumefatas, com núcleo picnótico e citoplasma esmaecido. O citoplasma periférico contém grânulos de ceratoialina, tonofilamentos e grânulos eletrondensos. O estrato espinhoso é formado por células poliédricas, ligeiramente maiores que as basais, conectadas por desmossomos, com muitos ribossomos e mitocôndrias. O estrato basal é composto por células colunares com processos que aumentam a superfície de contato com a membrana basal, apresentando características citológicas semelhantes ao estrato espinhoso (Samuelson, 2007; Frappier, 2012). A mucosa é caracterizada por vilosidades e microvilosidades em toda a sua extensão, com variação de altura de 442,7 a 494,6 μm , largura de 186,1 a 201,1 μm e de área de 80.580,7 a 92.033,7 μm^2 em cordeiros em confinamento avaliados em período de restrição alimentar e realimentação (Nóbrega *et al.*, 2014).

As funções de digestão e absorção do intestino delgado são potencializadas por várias estruturas especializadas. Para realizar a digestão, são permitidas grandes quantidades de enzimas digestivas, bem como uma produção abundante de muco, que protege as células do revestimento contra danos mecânicos. O duodeno possui vilosidades mais volumosas, porém com um epitélio colunar simples, de onde se projetam microvilosidades que aumentam a superfície de contato com a digesta. Nessa porção, existe um pequeno número de células caliciformes que compõem a linha de frente das agressões na superfície absorptiva promovida pela dieta. No jejuno, a quantidade de células caliciformes aumenta, invertendo a sua relação quantitativa quando comparada aos enterócitos presentes na porção anterior do delgado. Seguindo o mesmo padrão, a proporção de células caliciformes aumenta no íleo, dispondo de mais células caliciformes e vilosidades menores (Samuelson, 2007).

O intestino grosso é o local onde há mais ação microbiana na digesta, além da absorção de água, vitaminas, eletrólitos e secreção de muco. Diferente do delgado, o intestino grosso possui características comuns às suas três porções como ausência de vilosidades, células granulares acidofílicas e pregas circulares; maior número de nódulos linfáticos; presença de pregas longitudinais, glândulas intestinais tubulares simples mais longas e menos enoveladas e muitas células caliciformes (Frappier, 2012).

Além do tubo digestivo, existem glândulas associadas ao trato gastrointestinal, como o fígado. Cerca de 80% do fígado é formado por hepatócitos, organizados em cordões sustentados por fibras de colágeno tipo III. Essas células grandes e poliédricas possuem citoplasma abundante e núcleos com nucléolos proeminentes. O estroma hepático concentra-se nos tratos portais, onde estão presentes nervos, vasos sanguíneos, linfáticos, ductos biliares e colágeno tipo I. A predominância de hepatócitos atribui consistência ao fígado, mas pouca resistência a traumas (Gayotto; Alves; Mello, 2000; Jones; Hunt; King, 2000).

As alterações promovidas pela fermentação de uma dieta rica em carboidratos acarretam um aumento excessivo de propionato, precursor glicogênico primário. Esse processo necessita de uma alta demanda metabólica decorrente de uma adaptação evolutiva, pois os ruminantes não apresentam a enzima glicoquinase hepática, responsável pelo manejo do excesso de glicose na corrente sanguínea para o interior dos hepatócitos na forma de glicose-6-fosfato. Por isso, essa molécula acumula-se no parênquima hepático na forma de glicogênio (Aschenbach *et al.*, 2010; Medeiros; Marino, 2015).

Diante do exposto, esse tipo de dieta também pode comprometer a integridade do parênquima e do metabolismo hepático, com o acúmulo de glicogênio, degeneração vacuolar, congestão e infiltrações inflamatórias, em grau de severidade variando de leve a moderada, mesmo que os animais não apresentem sintomatologia ou seus efeitos afetem a produção. Em casos mais severos, pode ocorrer insuficiência hepática aguda, lipidose difusa grave, infiltração celular, hepatocelulose aguda ou uma necrose intensa (Hughes; King, 1995; Melo *et al.*, 2020).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Aspectos éticos e local do experimento

Essa pesquisa foi realizada em conformidade com os padrões éticos e de bem-estar animal, tendo sido submetida e aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)

da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), sob o protocolo nº 07/2022.

O experimento foi conduzido na Fazenda Picada I, localizada na zona rural do município de Mossoró/RN, sob as coordenadas 5° 16' 15" S e 37° 22' 35" W, com altitude de 100 metros, clima caracterizado como muito quente e semi-árido e vegetação de caatinga hiperxerófila de caráter mais seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixo e espalhado, de acordo com o IDEMA (2008).

4.2 Animais, delineamento experimental e dietas

Foram utilizados vinte e oito borregos sem padrão racial definido, não castrados, com 5 meses de idade e peso corporal inicial médio de $23,7 \pm 1,0$ kg. Os animais foram identificados, vermifugados e vacinados contra clostridioses com Excell 10®, seguindo as recomendações do fabricante. Os borregos permaneceram em baias individuais com dimensão de 1,0 m x 2,6 m providas de comedouro e bebedouro *ad libitum* (Figura 1).



Figura 1. Área do confinamento.

O experimento teve duração de 96 dias, sendo 23 dias de adaptação dos animais às instalações e ao ajuste do consumo alimentar seguidos de 73 dias de coleta de dados. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com sete repetições. As dietas experimentais (Tabela 2) foram compostas por silagem confeccionada com a forragem de capim canarana-erecta-lisa (*Echinochloa pyramidalis*), colhida com a idade de corte aos 90

dias, e refugo do melão Dino (*Cucumis melo*), adquiridos pela indústria Agrícola Famosa em Icapuí/CE.

Tabela 2. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais de borregos alimentados com silagem de capim canarana com níveis de inclusão de FRM (%).

Ingredientes	MS	MM	PB	EE	FDNcp	FDA	CNF
Melão	6,22	10,01	15,58	4,93	24,53	22,3	44,95
Capim canarana	80,77	13,65	5,51	1,55	71,62	40,0	7,67
Silagem 0%	33,13	16,57	4,77	1,07	71,77	39,4	5,75
Silagem 7%	22,71	13,40	6,47	2,67	71,93	43,8	5,51
Silagem 14%	22,26	14,87	7,49	2,61	69,26	43,5	5,77
Silagem 21%	22,86	14,74	8,79	22,80	66,40	42,8	7,79
Farelo de milho	89,13	1,10	8,98	2,92	38,81	4,75	48,19
Farelo de soja	88,04	6,06	45,10	6,67	22,01	13,0	20,16

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigido para proteína; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos.

A dieta foi calculada seguindo as recomendações do NRC (2007) para borregos com ganho de peso de 200g dia⁻¹. No momento da ensilagem, o fruto-refugo do melão (FRM) foi adicionado nas proporções de 0; 7; 14 e 21% à forragem do canarana-erecta-lisa, com relação de volumoso:concentrado de 30:70, com base na matéria natural. Os silos utilizados foram do tipo superfície e cada um possuía capacidade para 1000 kg de massa ensilada. Na Tabela 3, é possível observar as proporções dos ingredientes e a composição química das dietas experimentais fornecidas aos borregos.

Tabela 3. Composição química das dietas experimentais de borregos alimentados com silagem de capim canarana com níveis de inclusão de FRM (%).

Ingredientes	Níveis de FRM (g/kg)			
	0%	7%	14%	21%
Silagem capim canarana	30	30	30	30
Milho triturado	37,5	38,8	39,5	40,5
Farelo de milho	20	20	20	20
Farelo de soja	9,5	8,2	7,5	6,5
Núcleo mineral*	1	1	1	1
Sal comum	2	2	2	2
Composição química				
MS (g/kg MN)	59,30	47,58	46,99	47,78
PB (g/kg MS)	15,43	15,46	15,46	15,46
EE (g/kg MS)	2,59	3,10	3,10	3,02
FDNcp (g/kg MS)	37,93	38,17	37,38	36,54
FDA (g/kg MS)	17,46	18,67	18,57	18,36
CNF(g/kg MS)	38,00	38,51	38,90	39,96
NDT (g/kg MS)	78,23	77,47	76,56	76,23
EM (g/kg MS)**	2,82	2,80	2,78	2,76

*Níveis de garantia: Cálcio 120g; Fósforo 87g; Sódio 147g; Enxofre 18g; Cobalto 40mg; Cobre 590mg; Iodo 80mg; Cromo 20 mg; Magnésio 1300mg; Selênio 15mg; Zinco 3800mg; Ferro 1800mg; Molibdênio 10 mg; Flúor (max) 870mg. MN: matéria mineral; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais; EM: energia metabolizável. **Obtida a partir do NDT (Weiss,1999) e pelas relações 1kg de NDT equivale 4409 Mcal de ED e EM=82% ED.

As dietas foram fornecidas na forma de mistura completa, ofertadas em duas refeições diárias (às 7h e às 14h). A oferta foi ajustada a cada dois dias com base nas sobras pesadas diariamente. O consumo à vontade foi assegurado com base nas sobras de 10% do total de matéria seca fornecida. Assim, foram coletadas amostras das silagens fornecidas, semanalmente; das sobras, diariamente, as quais foram embaladas em sacos plásticos e armazenadas em freezer, a -10°C, para posterior determinação dos teores de nutrientes.

As dietas foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), sendo realizadas as pré-secagens de todas as amostras em estufa de ventilação forçada à temperatura de 55°C durante 72 horas. Posteriormente foram moídas em moinho tipo Willey com peneiras de crivo de 1mm de diâmetro e estocadas em recipientes fechados e identificados para análises laboratoriais de composição química.

Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE), de acordo com a metodologia descrita por Detmann *et al.* (2021).

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados através da equação $CNF = 100 - (PB + EE + MM + FDN)$.

4.3 Pesagem dos borregos

Quinzenalmente, os borregos eram pesados antes do fornecimento da primeira dieta para determinação do ganho de peso total (GPT) obtido pela diferença entre o peso corporal ao abate e o peso inicial ($GPT = PCA - PCI$).

4.4 Abate e análises histológicas

Ao término do período experimental, os borregos foram submetidos a 16 horas de jejum hídrico e pesados em seguida para a obtenção do peso corporal ao abate (PCA). O abate humanitário foi realizado seguindo as ordens das dietas e às exigências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) através do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (Brasil, 2020), com insensibilização por concussão cerebral, seguida da sangria através da secção das artérias e veias jugulares. Posteriormente, procedeu-se à esfolação seguindo a metodologia de Cezar e Sousa (2007).

A dissecação dos animais foi realizada no Laboratório de Análises Instrumentais e Sensoriais (LANIS) da UFERSA, onde foram seccionados dois fragmentos de aproximadamente $0,5 \text{ cm}^3$ do fígado (lóbulo direito) e de 1 cm de rúmen (saco ventral) e dos intestinos delgado (duodeno) e grosso (cólon), com auxílio de lâminas de aço inoxidável, que foram fixadas em formol 10% e acondicionadas em recipiente devidamente identificado e sob refrigeração.

As análises histomorfométricas foram realizadas nos Laboratórios de Biologia tecidual, de Processamento histopatológico e de Microscopia, localizados no complexo de Laboratórios Biomédicas I da UFERSA.

O processamento de inclusão dos tecidos consistiu em desidratação, diafanização, impregnação e inclusão em parafina. A desidratação foi realizada com a imersão em solução crescente de álcool etílico nas proporções de 70%, 90%, 100% I, 100% II e solução de xilol + álcool (50:50) durante uma hora cada. Para a clarificação, os tecidos foram submersos em xilol I e II por mais uma hora cada. Na impregnação, os tecidos foram depositados na parafina I e II. Em cada etapa, os tecidos permaneceram uma hora em cada solução. Para a inclusão em parafina, os tecidos foram retirados da parafina II e seccionados em fragmentos com

aproximadamente 0,5 cm de espessura para fígado rúmen e intestinos delgado e grosso. O material, nessa etapa, foi posicionado em um molde de silicone com superfície clivada, que foi preenchido com parafina líquida. Após alguns minutos, a parafina solidificou e o bloco foi refrigerado antes de seguir para a microtomia.

A microtomia dos blocos foi realizada com a espessura de 5 µm utilizando um micrótomo manual tipo Minot. Os cortes obtidos foram pinçados e dispostos em banho-maria de temperatura aproximada de 40 a 50°C, visando a distensão do tecido e evitando dobras. Posteriormente, foram pescados com uma lâminas de microscopia previamente limpas e identificadas em duplicata e direcionados para a estufa a 60°C por um período de seis horas. Em seguida foi iniciado os procedimentos de desparafinização, hidratação, coloração, desidratação, clarificação e selagem da lâmina.

A desparafinização foi realizada utilizando dois banhos de xilol, cada um com duração de 10 minutos. A hidratação consistiu na submersão em concentrações decrescentes de álcool, iniciando no álcool 100% I e II, 90%, 80%, 70% e água destilada, permanecendo um minuto em cada etapa. As colorações realizadas foram a hematoxilina e eosina (HE) para os estudos histomorfométricos e histopatológicos em todos os tecidos citados, e o Ácido Periódico de Schiff (PAS) para quantificar o glicogênio hepático, de acordo com a metodologia de Santos *et al.* (2021).

A desidratação das lâminas consistiu na submersão em concentrações crescentes de álcool 70%, 80% e 90% com duração de um minuto e 100% I e II com duração de três minutos. Em seguida, as lâminas foram encaminhadas para a clarificação, sendo utilizado duas soluções de xilol durante 10 minutos em cada etapa. Para a selagem da lâmina foram utilizadas verniz incolor e lamínulas.

As amostras foram visualizadas em microscópio LEICA DM 750 acoplado a uma câmera fotográfica digital LEICA ICC50 HD, com auxílio do software LAZ ES® (LEICA APPLICATION SUITE versão 3.1.1 – 2015) utilizando para o fígado a objetiva de 40x, enquanto que para o rúmen e intestinos delgado e grosso, a objetiva de 4x. No rúmen e intestinos foram digitalizadas quatro fotomicrografias por animal e em cada uma delas foram realizadas dez mensurações de cada variável, totalizando um número amostral de 280 por tratamento (7 animais x 4 fotomicrografias x 10 mensurações).

As variáveis para o rúmen foram: altura de papila (da base até o ápice), largura da papila (na região média da mesma), espessura da camada muscular (camadas interna e externa), espessura do epitélio, área de absorção do rúmen e espessura da porção queratinizada do epitélio. As variáveis para o intestino delgado foram: tamanho do vilo (da base ao ápice),

profundidade de cripta (da respectiva vilosidade), relação vilo:cripta (vilosidade/cripta), espessura da mucosa e espessura da submucosa, área absortiva e camada de queratina. As variáveis para o intestino grosso foram: tamanho da camada de enterócitos superficiais, profundidade de cripta, relação camada de enterócitos superficiais:cripta, espessura da mucosa e espessura da submucosa, área absortiva e camada de queratina conforme metodologia de Barboza *et al.* (2019).

Para avaliar o parênquima hepático, os cortes histológicos foram corados com hematoxilina e eosina, pontuados em escores quanto ao grau das lesões como ausente (-), leve (+), moderada (++) e acentuada (+++), ou ácido periódico de Schiff (PAS) para determinação do glicogênio hepático.

4.5 Determinação do glicogênio hepático

A quantificação do glicogênio hepático foi realizada através do grau de positividade à coloração PAS (proporcional a quantidade de estoque de glicogênio hepático) em cada uma das 28 fotomicrografias (7 animais x 4 fotomicrografias), com imagens digitalizadas, utilizando o programa computacional de análises de imagens *Image J* (National Institute of Health, Bethesda, MD, USA)

O programa foi calibrado utilizando uma régua micrométrica fotomicrografada nas objetivas de 4x, 10x, 20x e 40x, através da sequência de comandos: *file > open > selecionar foto > zoom > straight line*. Uma linha reta foi traçada no comprimento de 50 µm e, em seguida, foram utilizados os comandos *analyse* e *set scale* para informar ao programa que a distância de 50 µm equivale àquela quantidade de pixels. O processo foi repetido para cada uma das fotomicrografias das objetivas (Morfologia para graduandos, 2021).

Após a calibração, a imagem da lâmina de PAS foi selecionada em *file > open*. Seguindo a abertura, os comandos *analyse > set measurements* foram utilizados para selecionar os parâmetros *area*, *min & max gray value*, *area fraction* e *mean gray value* e a quantidade de casas decimais escolhida em *decimal places* foram três. Em seguida, o comando *Plugins > IHC ToolBox* foi selecionado, após download e instalação dessa extensão. Com isso, foi feita a segmentação de cor através da seleção enquadrando o local da cor que mais representou a área a ser contabilizada, selecionando *training* na caixa aberta pelo IHC ToolBox, que gerou uma imagem paralela *Colour Filter* e a caixa *Color chooser*. Na caixa *Color chooser*, foi selecionado o ponto que representou a seleção de cor na imagem original. Posteriormente, os comandos

image > type > RGB stack foram escolhidos, causando a alteração da tela *Colour Filter* e possibilitando a seleção do filtro *Green*, na barra da porção inferior da tela. Em seguida, foi escolhido *image > adjust > Threshold* (Ctrl + Shift + T), para seleção do intervalo para quantificação da cor em % de pixels, e o comando *analyze > measure* (ctrl + M), que gerou o resultado dos parâmetros selecionados durante a configuração, os quais foram copiados para um arquivo do Excel. Todas as caixas foram fechadas e o processo foi repetido em todas as imagens, seguindo a metodologia de LEBioEx (2020).

4.6 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância e desdobrados em contrastes polinomiais ortogonais lineares e quadráticos, adotando significativas as variáveis com 5% ($P < 0.05$). Quando observados contrastes significativos, aplicou-se teste de Dunnett a 5% de probabilidade, considerando 0% de RMF como tratamento controle. O procedimento estatístico utilizado foi o GLM no software SAS OnDemand for Academics.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Consumo e ganho de peso total

A inclusão do FRM na silagem de capim canarana influenciou de forma linear decrescente ($P = 0,012$) o consumo de MS por borregos (Tabela 4), assim como os consumos de FDN (0,0211) e de CNF (0,0235). O ganho de peso total (GPT), no entanto, não foi influenciado ($P > 0,05$) pelas dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Consumo de nutrientes e ganho de peso total de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refúgio do melão (FRM).

Variáveis	Níveis de FRM (%)				EPM ¹	<i>P-valor</i>	
	0	7	14	21		L ²	Q ³
Consumo de matéria seca (g/dia) ⁴	1120	1050	1030	970	0,023	0,0120	0,8708
Consumo de proteína bruta (g/dia) ⁶	18,00	16,00	15,00	14,00	0,004	0,0002	0,3485
Consumo de fibra em detergente neutro (g/dia) ⁸	390,00	380,00	370,00	340,00	0,009	0,0211	0,3807
Consumo de Carboidratos não fibrosos (g/dia) ⁹	450,00	420,00	410,00	400,00	0,009	0,0235	0,4028
Ganho de peso total (kg)	18,09	15,91	15,92	16,95	0,573	0,4745	0,1347

¹Erro padrão da média; ²Efeito linear; ³Efeito quadrático; ⁴ $Y=1,11 - 0,006x$ (r^2 0,17); ⁵ $Y=1,00 - 0,006x$ (r^2 0,19); ⁶ $Y=0,17 - 0,002x$ (r^2 0,33); ⁷ $Y=0,03 + 0,000x - 0,0000$ (r^2 0,26); ⁸ $Y=0,39 - 0,002x$ (r^2 0,14); ⁹ $Y=0,45 - 0,002x$ (r^2 0,15);

A redução no consumo de MS pode estar relacionada ao aumento dos carboidratos não fibrosos (CNF) com a inclusão do FRM na dieta. Nesse estudo, as dietas foram formuladas com a relação volumoso:concentrado de 30:70, de modo que o consumo não foi fisicamente limitado pelo teor de FDN, mas sim regulado pelas necessidades metabólicas de energia dos animais (Mertens, 1994; Oliveira *et al.*, 2017b).

Dessa forma, o aumento da concentração de CNF devido à inclusão do FRM nas dietas pode ter alterado o padrão fermentativo ruminal, elevando a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), especialmente o propionato, o que desencadeou um mecanismo de *feedback* negativo no hipotálamo, ativando o centro de saciedade e resultando na diminuição do consumo (Oba; Allen, 2009). O GPT não foi influenciado, tendo em vista que apesar da diminuição do consumo, o FRM proporcionou uma rápida obtenção do requerimento energético, não comprometendo o desempenho animal.

5.2 Aspectos morfológicos do rúmen

A altura das papilas ruminiais foi influenciada de forma quadrática ($P = 0,0004$) pela inclusão do FRM na dieta (Figura 2), apresentando maiores valores nos animais alimentados com silagem contendo 7% de FRM. Houve diminuição linear ($P = 0,0002$) na largura das papilas ruminiais com a inclusão FRM na dieta. A superfície absorptiva do rúmen foi influenciada de forma quadrática ($P = 0,0065$), enquanto que a espessura da camada muscular do rúmen foi afetada de forma linear crescente ($P < 0,0001$), sendo maior com a inclusão de 21% de FRM (Tabela 5).

Tabela 5. Medidas histomorfométricas do rúmen de borregos alimentados com silagem de canarana contendo níveis crescentes de fruto refugo de melão.

Variáveis (µm)	Níveis de FRM ¹ (%)				EPM	P-valor	
	0	7	14	21		L ³	Q ⁴
Altura de papila	2031,09	2745,76*	2380,80	2272,60	63,05	0,4208	0,0004
Largura de papila	465,12	455,18	430,76	389,23*	8,29	0,0002	0,2530
Superfície absorptiva	983.836,30	1.190.310,98*	1.018.932,08	908.798,34	3,1 x 10 ⁴	0,0769	0,0065
Espessura da camada muscular	691,60	865,73*	566,18*	1208,58*	26,88	<,0001	<,0001
Espessura da mucosa	107,93	126,35	117,27	112,70	2,39	0,8279	0,0336
Espessura da camada de queratina	20,28	18,92	22,55	23,55	0,64	0,1045	0,5559

¹FRM = Fruto-refugo do melão, EPM² = Erro padrão da média, ³L = Linear, ⁴Q = Quadrático.

A adição de FRM à dieta influenciou a altura das papilas ruminais, com efeito mais pronunciado nos animais alimentados com silagem contendo 7% de inclusão. Esse efeito pode estar relacionado aos produtos gerados pela fermentação ruminal do FRM. A dieta influencia a população microbiana no rúmen, promovendo alterações no tipo e nas proporções dos AGCC (Manella *et al.*, 2003; Pina *et al.*, 2010). Possivelmente, o aumento do consumo de CNF pelos animais em deste estudo resultou na redução das concentrações de acetato, em função do aumento na síntese de propionato e butirato (Holtzaple *et al.*, 2022). Esses ácidos orgânicos têm a capacidade de estimular a proliferação de células epiteliais, o que leva ao aumento da altura das papilas ruminais (Yohe *et al.*, 2019; Jiang *et al.*, 2022).

Por outro lado, a redução do tamanho de papilas nos tratamentos com maiores inclusões de FRM (14% e 21%) e a diminuição da largura das papilas podem estar associadas ao aumento da produção de AGCC e de ácido lático. Quando essa produção excede a capacidade absorviva do rúmen, pode ocorrer danos à papila (Castells *et al.*, 2013; Jiang *et al.*, 2022).

A área absorviva do rúmen aumentou com a inclusão de 7% do FRM, nível que também apresentou o maior tamanho de papilas ruminais. Esse aumento pode ser atribuído ao maior desenvolvimento das papilas, tendo em vista que este está positivamente correlacionado com a área de superfície absorviva dos produtos finais da fermentação (Graham *et al.*, 2005; Steele *et al.*, 2011). Em contrapartida, os níveis mais elevados de inclusão (14 e 21%) resultaram em áreas absorvivas menores.

Além disso, a inclusão de FRM na dieta não afetou a queratinização epitelial das papilas ruminais. A queratina desempenha um papel adaptativo frente aos desafios ruminais, e o fato de sua espessura não ter sido alterada sugere que o FRM não gerou condições de fermentação que demandassem um espessamento da camada epitelial, efeitos abrasivos ou tóxicos. Assim, não houve estresse excessivo na mucosa ruminal nem impacto negativo significativo na integridade epitelial, o que não comprometeu a absorção (Benedeti *et al.*, 2018).

A maior espessura da camada muscular (ECM) foi observada nas dietas com inclusão de FRM, sendo o aumento mais acentuado no nível de maior inclusão (21%). A ECM está diretamente ligada à intensidade do trabalho físico necessário para a digestão, em que, quanto maior a demanda de trabalho no rúmen, maior é a hipertrofia e hiperplasia das fibras musculares (Samuelson, 2011; Silva *et al.*, 2020). Dessa forma, o aumento da ECM nos animais deste

estudo pode ter sido consequência da inclusão do FRM, que possivelmente intensificou a necessidade de movimentos ruminais, promovendo o aumento dessa camada.

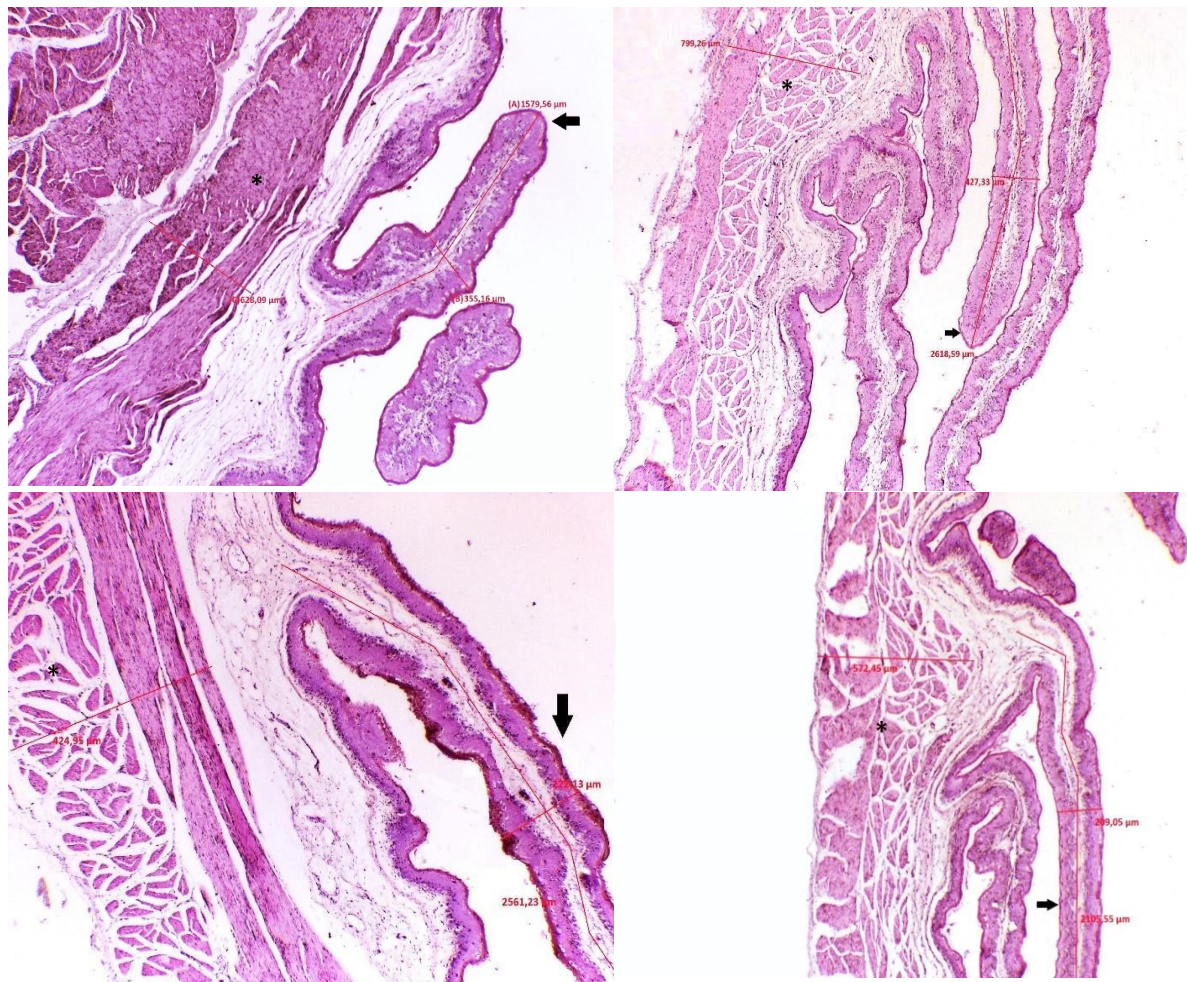


Figura 2. Fotomicrografias (4x) do corte transversal do rúmen de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refugo de melão (FRM). Lâminas coradas pelo protocolo de coloração com Hematoxilina e Eosina. A: dieta contendo 0% de inclusão de FRM. B: dieta contendo 7% de inclusão de FRM. C: dieta contendo 14% de inclusão de FRM. D: dieta contendo 21% de inclusão de FRM. Seta preta: camada mucosa; Asterisco: camada muscular.

5.3 Aspectos morfológicos dos intestinos

No intestino delgado (Figura 3), a inclusão FRM na silagem influenciou de forma quadrática a altura das vilosidades ($P < 0,001$), de modo que os animais alimentados com silagem contendo 14% de FRM apresentaram os maiores valores. A profundidade das criptas no intestino delgado foi afetada de forma quadrática ($P < 0,002$) com os menores valores nos

animais consumindo o nível de 21% FRM na dieta. O FRM influenciou a relação vilosidade de maneira quadrática, com maior relação proporcionada pelo nível de 21% (Tabela 6).

Tabela 6. Medidas morfométricas dos intestinos delgado e grosso de borregos alimentados com silagem de canarana contendo níveis crescentes de fruto refugo de melão.

Níveis de FRM ¹ (%)								<i>P</i> -valor	
Variáveis					EPM ²				
	0	7	14	21		L ³	Q ⁴		
Intestino delgado (µm)									
Altura de vilosidade	240,03	295,44*	339,45*	281,10	6,98	0,0040	<,0001		
Profundidade de cripta	252,33	282,33	290,04	248,30	6,40	0,7227	0,0020		
Relação vilos:cripta	0,97	1,12	1,21	1,25*	0,04	0,0067	0,3438		
Intestino grosso (µm)									
Altura da CES ⁵	225,53	244,37	316,92*	261,79	6,21	0,0006	0,0036		
Profundidade de cripta	223,45	244,26	287,68*	220,72	6,20	0,1406	0,0002		
Relação CES:cripta	1,09	1,04	1,15	1,15	0,03	0,1860	0,6496		

¹FRM = Fruto-refugo do melão, EPM² = Erro padrão da média, ³L = Linear, ⁴Q = Quadrático, ⁵CES = Camada de Enterócitos superficiais. *Médias que diferem do controle (0/kg de inclusão de FRM) pelo teste de Dunnett a 5% de significância (P<0,05).

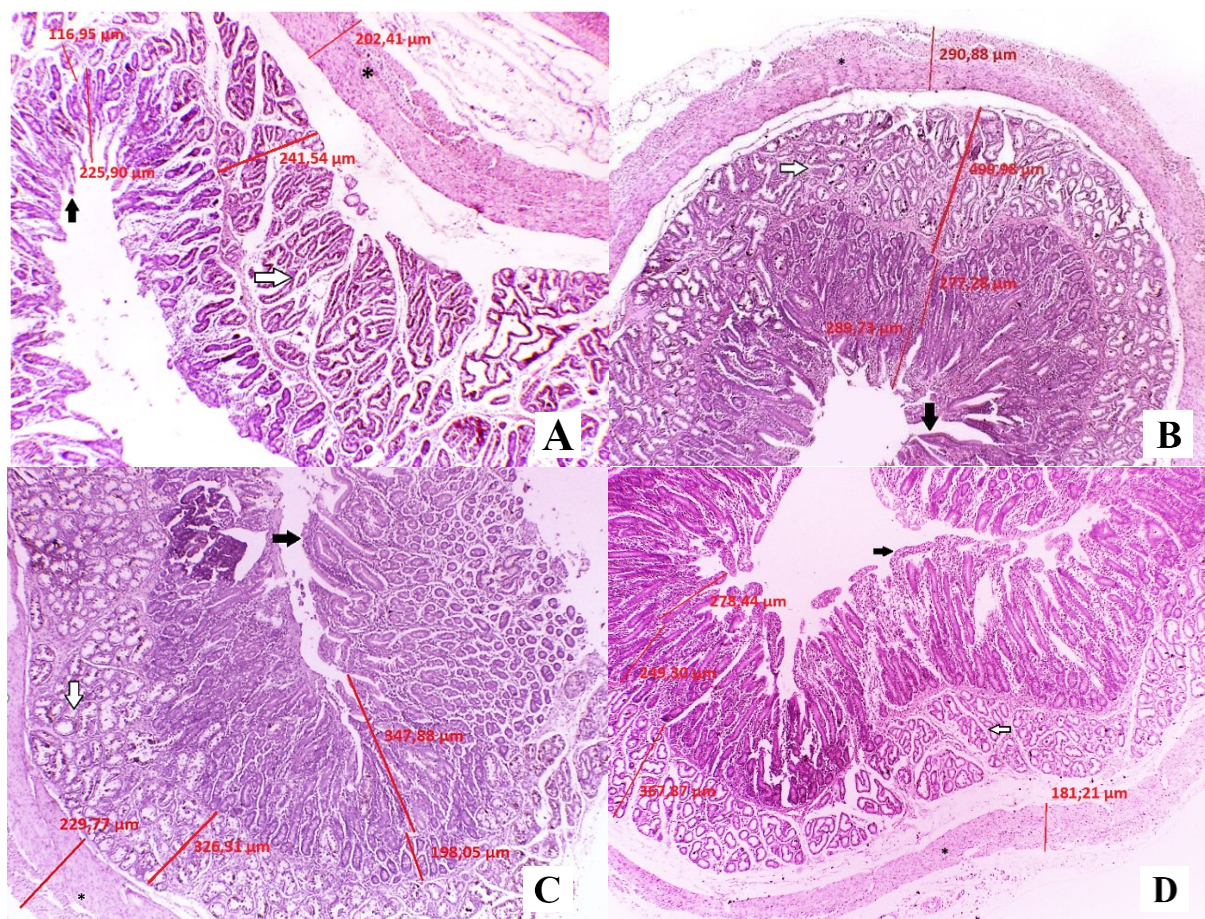


Figura 3. Fotomicrografias (4x) do corte transversal do intestino delgado de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refugo de melão (FRM). Lâminas coradas pelo protocolo de coloração com Hematoxilina e Eosina. A: dieta contendo 0% de inclusão de FRM. B: dieta contendo 7% de inclusão de FRM. C: dieta contendo 14% de inclusão de FRM. D: dieta contendo 21% de inclusão de FRM. Seta preta: vilosidades da mucosa; Seta branca: camada submucosa; Asterisco: camada muscular.

No intestino grosso (figura 4), tanto a altura da camada de enterócitos superficiais quanto a profundidade da cripta foram influenciadas de forma quadrática ($P = 0,003$ e $P = 0,002$, respectivamente), sendo observadas as maiores médias no nível de 14% de FRM (Tabela 5).

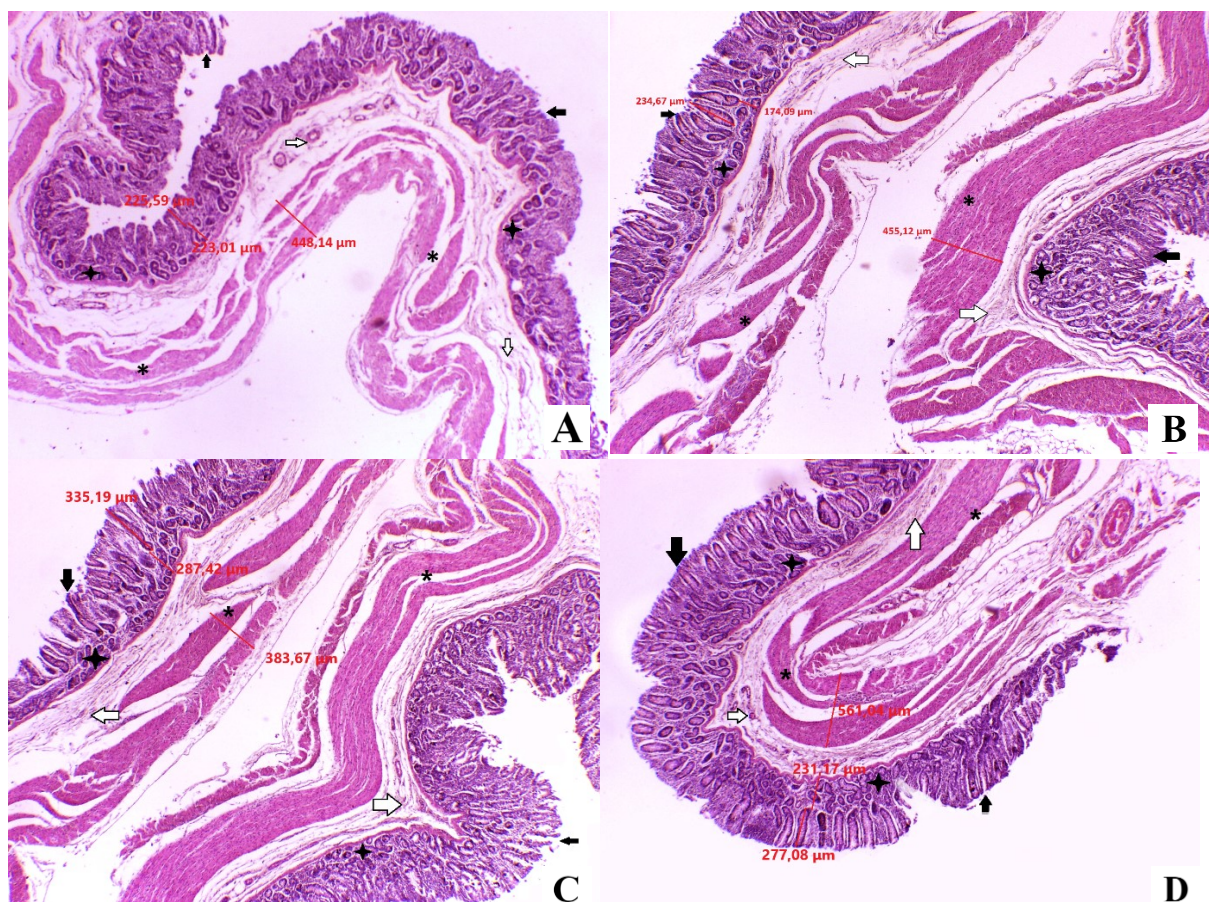


Figura 4. Fotomicrografias (4x) do corte transversal do intestino grosso de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refugo de melão (FRM). Lâminas coradas pelo protocolo de coloração com Hematoxilina e Eosina. A: dieta contendo 0% de inclusão de FRM. B: dieta contendo 7% de inclusão de FRM. C: dieta contendo 14% de inclusão de FRM. D: dieta contendo 21% de inclusão de FRM. Seta preta: camada de enterócitos superficiais; Estrela de quatro pontas: criptas de Lieberkühn; Seta branca: camada submucosa; Asterisco: camada muscular.

Esses resultados mostram que a altura das vilosidades do intestino delgado e da camada de enterócitos superficiais do intestino grosso aumentaram quando o FRM foi adicionado até o nível de 14%. Esse aumento pode ser explicado pela elevação da densidade energética da dieta com esse nível de inclusão, uma vez que os incrementos no tamanho das vilosidades estão associados a uma maior oferta de energia (Montanholi *et al.*, 2013).

O nível de inclusão de 21% de FRM proporcionou uma melhor relação entre as vilosidades/criptas do intestino delgado, o que está relacionado à menor profundidade de criptas observada nesse nível. Esse resultado é desejável, pois indica a capacidade do intestino de melhor absorver os nutrientes da ração, além de reduzir as perdas energéticas por renovação celular (Sun *et al.*, 2022). Portanto, evidencia que o FRM pode melhorar a estrutura do intestino e aumentar sua capacidade absorptiva.

5.4 Aspectos morfológicos do fígado

A inclusão de FRM na dieta resultou em aumento da inflamação mononuclear no fígado (Figura 5). A intensidade da inflamação foi classificada como leve (+) na dieta sem inclusão de FRM, enquanto nos borregos alimentados com 21% de FRM, a intensidade foi considerada moderada (++) como apresentado na Tabela 7. Além disso, observou-se uma redução no glicogênio hepático com a inclusão de FRM na dieta (Figura 6).

Tabela 7. Frequência e intensidade de lesões histopatológicas no fígado de cordeiros alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto refugo de melão (FRM).

Lesões	Nível do FRM			
	0%	7%	14%	21%
Frequência				
Inflamação mononuclear	40 (2/5)			80 (4/5)
Degeneração hidrópica	20 (1/5)			40 (2/5)
Esteatose	20 (1/5)			
Necrose		20 (1/5)		
Manguito perivascular		20 (1/5)	40 (2/5)	20 (1/5)
Intensidade				
Inflamação mononuclear	+	-	-	++
Degeneração hidrópica	++	-	-	++
Esteatose	+	-	-	-
Necrose	-	++	-	-
Manguito perivascular	-	+	+	++

(-) ausente; (+) leve; (++) moderada.

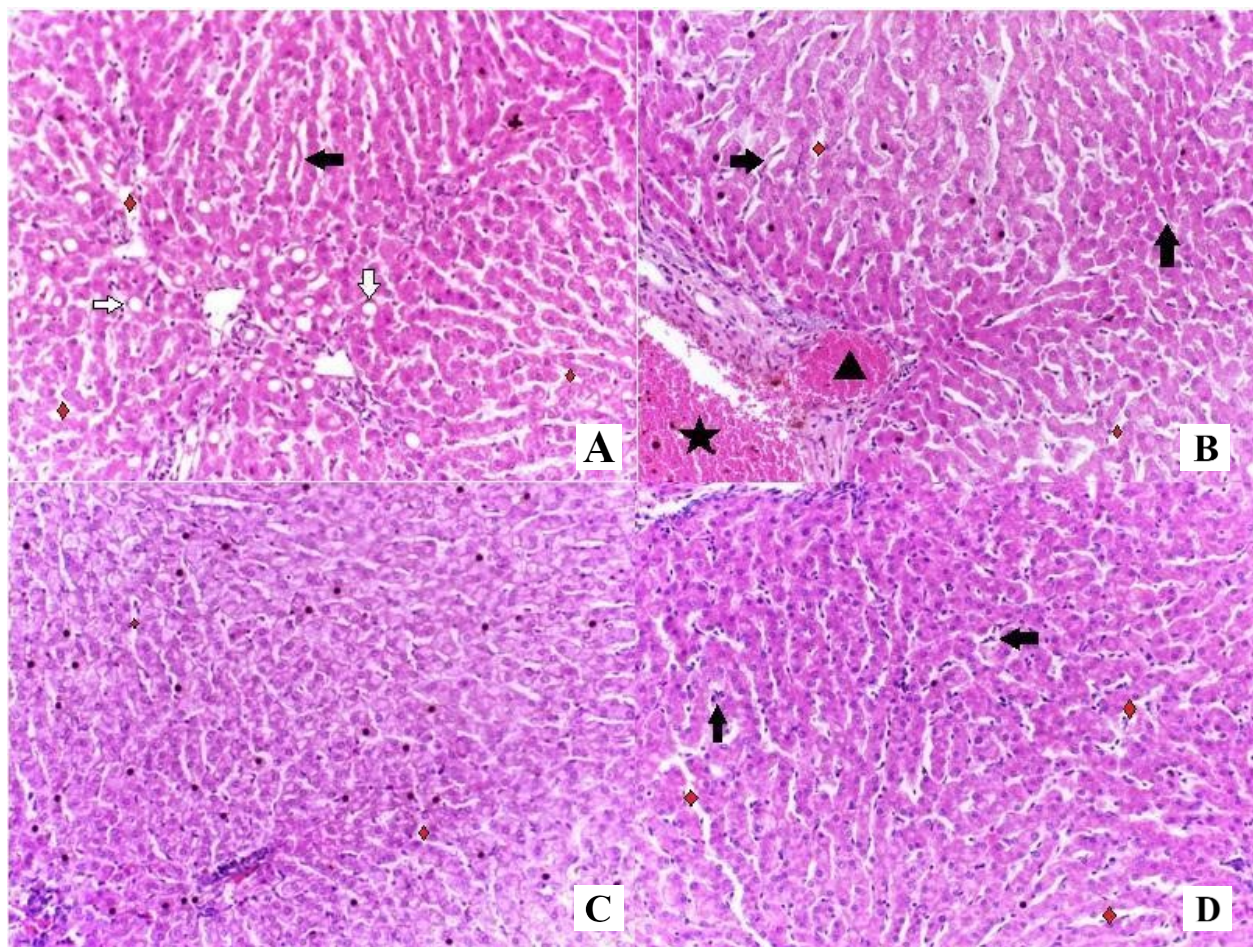


Figura 5. Fotomicrografias (4x) do corte transversal do fígado de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refugo de melão (FRM). Lâminas coradas pelo protocolo de coloração com Hematoxilina e Eosina. A: dieta contendo 0% de inclusão de FRM. B: dieta contendo 7% de inclusão de FRM. C: dieta contendo 14% de inclusão de FRM. D: dieta contendo 21% de inclusão de FRM. Sinusóide (losango vermelho), esteatose (seta branca), células de Kupffer (seta preta), Ramo da veia porta (estrela e triângulo).

No presente estudo, observou-se que, na dieta sem a inclusão de FRM, a prevalência de inflamação hepática foi de 40%, enquanto nos animais alimentados com a dieta contendo maior inclusão de FRM, essa prevalência aumentou para 80%. A presença de lesões, como inflamação no fígado, pode estar associada a injúrias induzidas por diversas agressões, incluindo efeitos tóxicos de compostos antinutricionais (Cullen, 2009). Nesse contexto, as lesões histopatológicas observadas no parênquima hepático de alguns animais do grupo controle podem estar relacionadas à presença de fatores antinutricionais no capim Canarana. Apesar da escassez de estudos que caracterizem esses compostos no capim Canarana, sabe-se que outras espécies de *Echinochloa*, como o milheto (*Echinochloa esculenta*), apresentam em sua

composição ácido fítico (3,30-3,70 mg/100g) (Panwar; Dubey; Verma, 2016), tanino (0,301 mg/100g), oxalato (0,02 mg/100g) e inibidor de tripsina (31,95 mg/10g) (Gupta; Shrivastava; Shrivastava, 2013; Bhatt *et al.*, 2022).

Por outro lado, as lesões hepáticas observadas nos animais alimentados com FRM podem estar relacionadas ao aumento da concentração de CNF na dieta, o que resultou em maior produção de propionato no rúmen. Esse AGCC serve como precursor na síntese de glicose por gliconeogênese no fígado. O aumento da glicose pode ter causado estresse metabólico, o que, por sua vez, pode ter induzido as respostas inflamatórias, tanto pela ativação das células do sistema imunológico quanto pela liberação de mediadores inflamatórios, como citocinas e espécies reativas de oxigênio (ERO) (Mohanty *et al.*, 2000; Aljada *et al.*, 2004).

A presença do manguito perivascular, um indicativo de inflamação ao redor dos vasos sanguíneos hepáticos, não foi observada na dieta controle. No entanto, sua frequência aumentou com a inclusão de FRM, alcançando 20% nos tratamentos com 7% e 21% de FRM, e 40% nos animais alimentados com 14% de FRM. A intensidade da inflamação perivascular foi classificada como leve (+) nas dietas com 7% e 14% de FRM, e moderada (++) no grupo que recebeu a maior inclusão de FRM (21%). Esses resultados sugerem que a inclusão de FRM em níveis elevados pode estar associada ao desenvolvimento de processos inflamatórios no fígado, com impactos na estrutura vascular hepática.

Achados histopatológicos hepáticos semelhantes foram encontrados por Melo *et al.* (2020), ao testarem o efeito da utilização de melão in natura como dieta exclusiva para bovinos, relacionando esses resultados ao aumento do aporte de glicose proporcionado pela dieta consumida pelos animais o que causou sobrecarga hepática.

A esteatose hepática foi observada apenas na dieta sem FRM, com frequência de 20% e intensidade leve (+). Nos demais tratamentos (7%, 14% e 21% FRM), essa lesão não foi detectada, sugerindo que a inclusão de FRM pode ter um efeito protetor na redução do acúmulo de gordura no fígado. Isso pode estar relacionado à modulação do metabolismo lipídico promovida pelos carboidratos e compostos bioativos presentes no FRM (Madeira, 2017).

A inclusão de FRM na dieta impactou as reservas de glicogênio hepático, com uma redução proporcional ao aumento dos níveis de FRM (Figura 6; Figura 7). Esses resultados podem estar associados ao aumento da inflamação mononuclear no fígado observada com a inclusão desse subproduto. O dano nos hepatócitos pode contribuir para a diminuição do glicogênio hepático, devido a alterações nas vias metabólicas e nos processos de armazenamento e produção de glicose (Sharabi *et al.*, 2015). No entanto, apesar da inclusão de

21% de FRM ter levado a menor reserva de glicogênio em comparação com os outros níveis de inclusão, não houve impacto significativo no metabolismo dos animais, uma vez que os níveis de GPT não foram alterados pela inclusão do FRM.

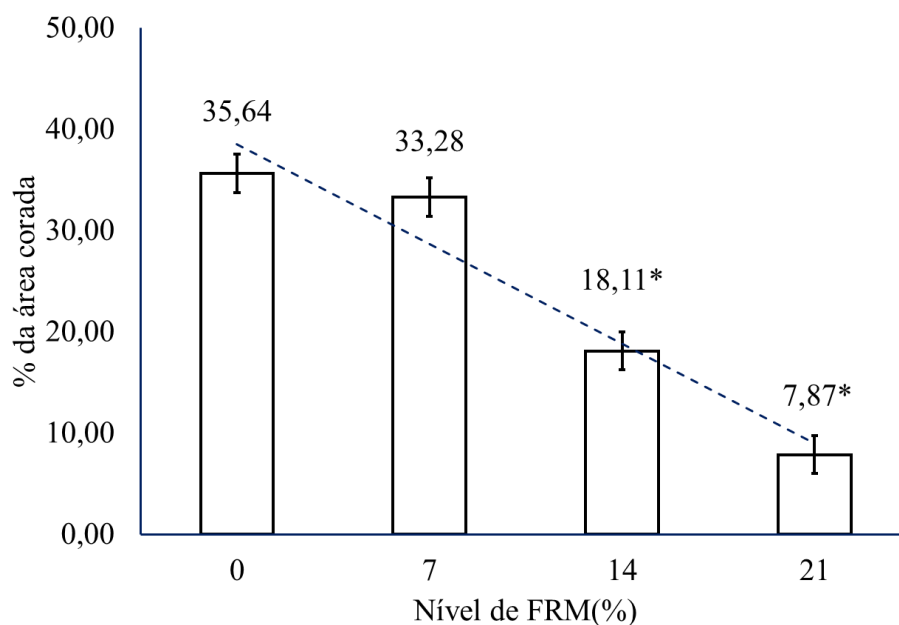


Figura 6. Proporção de área corada pelo método do ácido periódico de Schiff (PAS) indicando presença de glicogênio nas células do fígado de cordeiros alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto refugo de melão (FRM). Ajuste linear negativo significativo ($P < .0001$) entre FRM (x) e área corada, $Y = 38,50 - 1,41x$ ($r^2 = 0,34$). (*) é referente a comparação das médias pelo teste de Dunnett (5%) com tratamento controle (0).

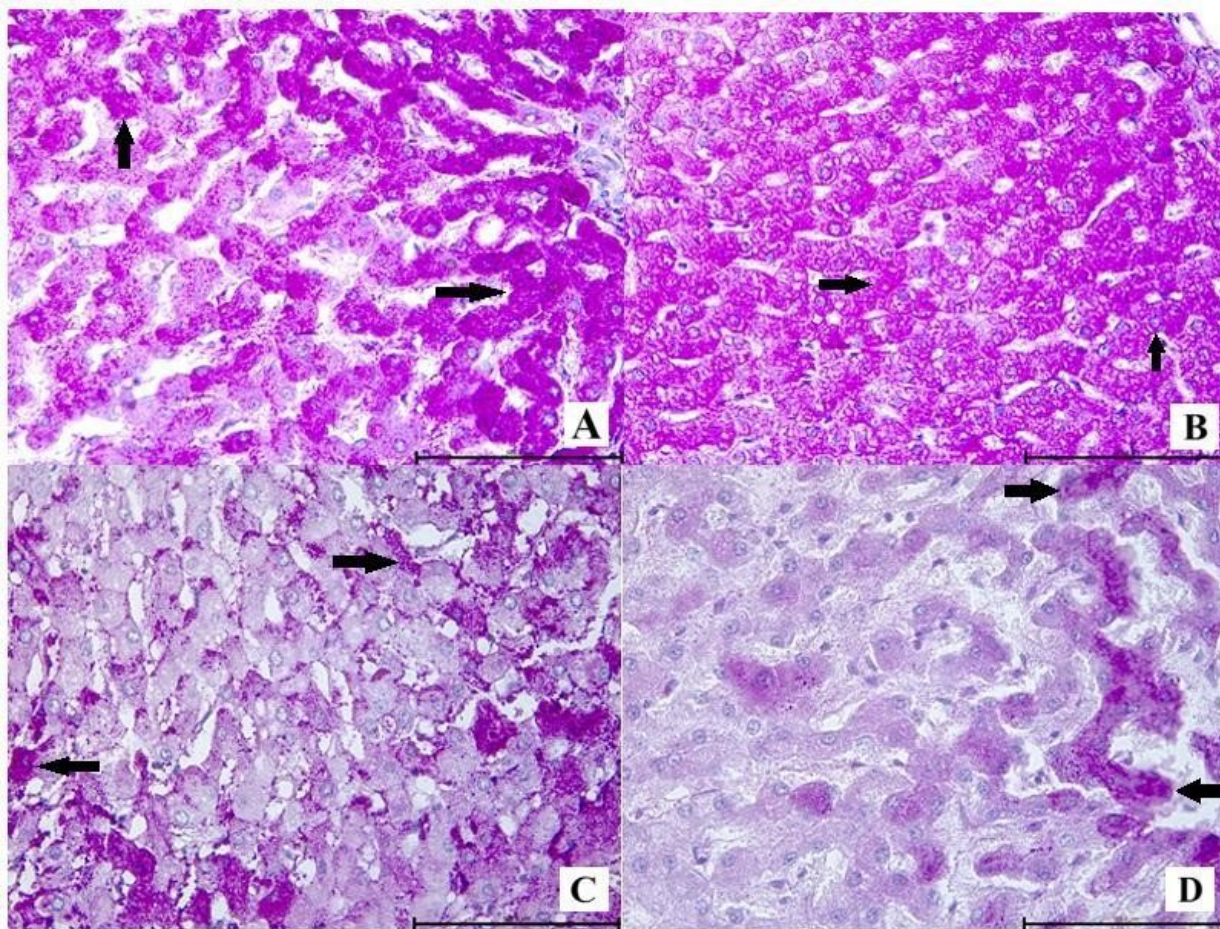


Figura 7. Fotomicrografias (20x) de grânulos de glicogênio (seta preta) no citoplasma de hepatócitos obtidos através de corte transversal do fígado de borregos alimentados com silagem de capim canarana contendo níveis crescentes de fruto-refugo de melão (FRM). Lâminas coradas pelo protocolo de coloração com Ácido Periódico de Schiff (P.A.S.). A: dieta contendo 0% de inclusão de FRM. B: dieta contendo 7% de inclusão de FRM. C: dieta contendo 14% de inclusão de FRM. D: dieta contendo 21% de inclusão de FRM.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em níveis moderados (7 a 14%), a inclusão de FRM na dieta de borregos promove alterações morfológicas benéficas em órgãos do sistema digestório, melhorando a capacidade absorptiva e digestiva dos animais. Níveis elevados (21%), no entanto, induzem respostas inflamatórias hepáticas e reduzem as reservas de glicogênio, o que pode impactar negativamente o metabolismo hepático. Portanto, a inclusão de FRM deve ser realizada de forma equilibrada, considerando seus benefícios para o rúmen e intestinos, além de seus possíveis efeitos adversos no fígado.

REFERÊNCIAS

- ABREU, E. M. A.; FERNANDES, A. R.; MARTINS, A. R. A.; RODRIGUES, T. E., 2006. Forage production and nutritive value of forage species under pasture conditions in lowland soils of the Guamá River. **Acta Amazonica**, 36 (1): 11-18. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/262712019_Forage_production_and_nutritive_value_of_forage_species_under_pasture_conditions_in_lowland_soils_of_the_Guama_River>. Acesso em: 26/07/2024.
- ABIOLA, F.; MBÉGUÉRÉ, M.; KONÉ, D. **Acceptability and Market Potential of Forage Plants Grown in Treatment Wetlands**. World Wide Workshop for Young Environmental Scientists, Arcueil, France, May 2010, 1-8. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00521357>
- ADEBOWALE, E. A. Nutritive evaluation of *Echinochloa pyramidalis* using west african dwarf goats. In: SMITH, O. B; BOSMAN, H. G. (Eds). **Goat production in the humid tropics**. Proceedings of a workshop at the University of Ife, Ile-Ife, Nigeria, 20-24 July 1987. Disponível em <<https://edepot.wur.nl/231125#page=92>>.
- ALJADA, Ahmad et al. Glucose intake induces an increase in activator protein 1 and early growth response 1 binding activities, in the expression of tissue factor and matrix metalloproteinase in mononuclear cells, and in plasma tissue factor and matrix metalloproteinase concentrations. **The American journal of clinical nutrition**, v. 80, n. 1, p. 51-57, 2004.
- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of animal science**, v. 87, n. 10, p. 3317-3334, 2009.
- ALMEIDA, J. S. *et al.* Utilização de subprodutos de frutas na alimentação animal. **Nutritime** – ISSN 1983-9006 www.nutritime.com.br Artigo 248- Volume 11 - Número 03 – p. 3430–3443 – Maio/Junho 2014.
- AMARO A.L., SPADAFORA N.D., PEREIRA M.J., DHORAJIWALA R., HERBERT R.J., MÜLLER C.T., ROGERS H.J., PINTADO M. Multitrait analysis of fresh-cut cantaloupe melon enables discrimination between storage times and temperatures and identifies potential markers for quality assessments. **Food Chem.** 2018;241:222–231. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.08.050.
- ANDRADE, A. C. *et al.* Características Morfológicas da Canarana-Ereta-Lisa (*Echinochloa pyramidalis* Lam.) em Diferentes Idades de Rebrotação. **Rev. Cient. Prod. Anim.**, v.10, n.1, 2008. Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84753/1/424-1600-1-PB.pdf>>. Acesso em 22/06/2024.
- ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011.
- ANTUNOVIĆ, Z. *et al.* Partial replacement of soybean meal with pumpkin seed cake in lamb diets: Effects on carcass traits, haemato-chemical parameters and fatty acids in meat. **South African Journal of Animal Science**, v. 48, n. 4, p. 695-704, 2018.
- ARAÚJO, C. G. F.; SILVA, V. N.; BRAGA, A. P.; RANGEL, A. H. N. Utilização do refugo de melão (*Cucumis melo* L.) na suplementação de borregos na caatinga. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.4, n.1, p.98 - 102 janeiro/março de 2009
- ARBOUCHE, F.; ARBOUCHE, H. S. Valorisation des résidus de la récolte du melon “jaune canari” pour l’alimentation du bétail: Influence de la zone de culture. **Livestock Research for Rural Development**. Volume 19, Article #139, 2007a. <http://www.lrrd.org/lrrd19/10/arbo19139.htm>
- ASCHENBACH, J. R. *et al.* (2010). Gluconeogenesis in dairy cows: the secret of making sweet milk from sour dough. **IUBMB life**, 62(12), 869–877. <https://doi.org/10.1002/iub.400>.

- ASCHENBACH, J. R.; GABEL, G. 2000. Effect and absorption of histamine in sheep rumen: significance of acidotic epithelial damage. **J. Anim. Sci.** 78:464-470. PMID: 10709939. DOI: [10.2527/2000.782464x](https://doi.org/10.2527/2000.782464x)
- BANKS, W.J. **Histologia veterinária aplicada**. 2ª ed. São Paulo: Manole, 1992. p.437-39.
- BANNINK, A.; FRANCE, J.; LOPEZ, S.; GERRITS, W. J.; KEBREAB, E.; TAMMINGA, S.; DIJKSTRA, J. 2008. Modelling the implications of feeding strategy on rumen fermentation and functioning of the rumen wall. **Anim. Feed Sci. Technol.** 143:3–26. doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.05.00
- BARBIERO, L.; VALLES, V.; REGEARD, A.; CHEVERRY, C. 2001. Residual alkalinity as tracer to estimate the changes induced by forage cultivation in a non-saline irrigated sodic soil. **Agricultural Water Management**, 50 (3): 229-241. Disponível em <[https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(00\)00124-4](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(00)00124-4)>. Acesso em 22/06/2024.
- BARBOZA, S. C. R.; OLIVEIRA, J. S.; SOUZA, M. T. C.; LIMA JÚNIOR, D. M.; LIMA, H. B.; GUERRA, R. R. 2019. Ovines submitted to diets containing cassava foliage hay and spineless cactus forage: histological changes in the digestive and renal systems. **Tropical Animal Health and Production**, 51, 1689-1697. DOI: 10.1007/s11250-019-01863-9.
- BARRÊTO JÚNIOR, R. A. *et al.* Avaliação do potencial da polpa cítrica em causar acidose láctica ruminal aguda em bovinos. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.** 45:419-42, 2008.
- BENEDETI, P. DEL. B. *et al.* Effects of grain processing methods on the expression of genes involved in volatile fatty acid transport and pH regulation, and keratinization in rumen epithelium of beef cattle. **PloS one**, v. 13, n. 6, p. e0198963, 2018.
- BETHANCOURT-GARCIA, Javier A. *et al.* Efeitos da monensina e de uma mistura de óxido de magnésio no desempenho, comportamento alimentar e morfometria ruminal de gado de corte zebuino alimentado com dietas ricas em amido. **Translational Animal Science**, v. 8, p. txae131, 2024.
- BIANCO, V. V.; PRATT, H. K. Compositional changes in muskmelon during development and in response to ethylene treatment. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 102, n. 1, p. 127-133, 1977.
- BHATT, D. *et al.* Nutritional advantages of barnyard millet and opportunities for its processing as value-added foods. **J Food Sci Technol.** 2023 Nov;60(11):2748-2760. doi: 10.1007/s13197-022-05602-1. Epub 2022 Oct 3. PMID: 37711577; PMCID: PMC10497464.
- BRAGA, A. P. *et al.* Produção de massa verde e efeito da idade de corte sobre a composição químico-bromatológica do feno de canarana erecta lisa (*Echinochloa pyramidalis*, Hitch). **Revista Caatinga**, 21(4):01-05, 2008. Available from: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/831/405>
- BRASIL. Decreto nº 10.468, 18 de agosto de 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 ago. 2020, p. 5, Seção 1.
- BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; OLIVEIRA, F. C. L.; JOBIM, C. C.; ROMAN, J. Forragens conservadas como estratégia no planejamento forrageiro. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 40, 2008
- CALAMARI, L. *et al.* Rumination time around calving: An early signal to detect cows at greater risk of disease. **Journal of Dairy Science**, 97: 3635–3647, 2014.
- CAMILE, N. K. *et al.* Effects of *Cyperus alternifolius*, *Echinochloa pyramidalis*, *Typha angustifolia*, and *Imperata cylindrica* on Growth Performance, Feed Digestibility, Gut

- Microbiota, Haemato-biochemical and Immunity Parameters in Broiler Chickens. **J. World Poult. Res.** 13(2): 268-279, June 25, 2023.
- CASTELLS, L. *et al.* Effects of forage provision to young calves on rumen fermentation and development of the gastrointestinal tract. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 8, p. 5226-5236, 2013.
- CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção-avaliação-classificação**. Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, 2007. 232p.
- CHAGAS, M. A. *et al.* **Atlas de Histologia Veterinária**. LaBEc - Laboratório de Biomorfologia Celular e Extracelular. Universidade Federal Fluminense, 2007. Disponível em: <<http://www.atlashistovet.uff.br/SistDigestorio.htm>>. Acesso em: 11 nov. 24
- CHAVES, D. R. *et al.* Morfogenese de capim-canarana com duas frequências e duas intensidades de desfolhação. **Arch. Zootec.** 67 (259): 396-402. 2018. Disponível <<https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/3796/2275>>.
- CHENG D., WANG Z., LI S., ZHAO J., WEI C., ZHANG Y. Genome-Wide Identification of CCD Gene Family in Six Cucurbitaceae Species and Its Expression Profiles in Melon. **Genes**. 2022;13:262. doi: 10.3390/genes13020262.
- CHURCH, D. C. Digestive physiology and nutrition of ruminants. In: **Digestive physiology**. 3ed. Oxford Press Inc, 350p., 1979.
- CLAYTON, W. D.; HARMAN, K. T.; WILLIAMSON, H., GrassBase - The Online World Grass Flora. The Board of Trustees, Royal Botanic Gardens, Kew, 2006.
- COSTA, N. D.; GRANJEIRO, L. C. Composição química do fruto e seus usos. In: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. (Ed.). **Frutas do Brasil - Melão: produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças. Cap. 4, pp.22. ISBN: 857383-184-7.
- COSTA, R. G.; LIMA, C. A. C.; MEDEIROS, A. N.; LIMA, G. F. C.; MARQUES, C. A. T.; SANTOS, N. M. Características de carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis do fruto-refugo de melão em substituição ao milho moído na dieta. **Revista Brasileira De Zootecnia**, 40(4), 866–871, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000400022> Acesso em 02/03/2024
- COSTA, S. F. *et al.* Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros - I Aspectos histológicos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.60, p.1-9, 2008.
- COSTA, S. F. *et al.* Morphological aspects of rumen, omasum and liver of bulls fed different levels of crude glycerin. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 71 (01), Jan-Feb 2019 <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9973>
- DAVIS, P.; MUÑOZ, H.; MANSARAM, M.; DEGROOT, P. J.; SEATON, V.; BROOMES, N. CUMBERBATCH, B.; FORDE, L.; MUNROE EDITORS, 19970705037, English, Conference paper, Guyana, Mon Repos, Annual review conference proceedings of the National Agricultural Research Institute with the Caribbean Agricultural Research and Development Institute (CARDI), October 20-23, 1992, Mon Repos, East Coast Demerara, Guyana., (107–112), National Agricultural Research Institute, Performance of Barbados Blackbelly sheep on a cut-and-carry system., (1994).
- DIEHO, K. *et al.* Morphological adaptation of rumen papillae during the dry period and early lactation as affected by rate of increase of concentrate allowance. **J Dairy Sci.** 2016 Mar;99(3):2339-2352. doi: 10.3168/jds.2015-9837. Epub 2016 Jan 21. PMID: 26805997.
- DETMANN, E.; COSTA E SILVA, L.F.; ROCHA, G.C.; PALMA, M.N.N.; RODRIGUES, J.P.P. **Métodos para análise de alimentos**. Métodos para análise de alimentos-INCT-Ciência Animal, 2ª ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2021. 350p
- DONADIO, L. C.; ZACCARO, R. P. Valor nutricional de frutas. Jaboticabal/SP: **EMBRAPA Clima Temperado**, 2012. 248p.

- ENDL, J. *et al.* Repeated domestication of melon (*Cucumis melo*) in Africa and Asia and a new close relative from India. **Am J Bot.** 2018 Oct;105(10):1662-1671. doi: 10.1002/ajb2.1172. Epub 2018 Oct 9. Erratum in: *Am J Bot.* 2024 Feb;111(2):e16274. doi: 10.1002/ajb2.16274. PMID: 30299543.
- FAMASUL, Federação da Agricultura e Pecuária do Mato Grosso do Sul. **Ovinocultura: economia e mercado.** Boletim Casa Rural, ed. nº06, dez. 2023. Disponível em: <https://portal.sistema famasul.com.br/sites/default/files/boletimcasapdf/BOLETIM_OVINOCULTURA_ED6_DEZEMBRO_0.pdf>. Acesso em 02/03/2024
- FAO, 2010. Grassland Index. **A searchable catalogue of grass and forage legumes.** FAO, Rome, Italy.
- FERREIRA, A. C. H. *et al.* Desempenho produtivo de ovinos alimentados com silagens de capim-elefante contendo subprodutos do processamento de frutas. **Rev. Ciênc. Agron.**, v.40, p.315-322, 2009. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27161/1/API-Desempenho-produtivo-de-ovinos-alimentados-com-silagens-de-capim-elefante.pdf>>.
- FIRMINO, S. S. *et al.* Effects of refused melon fruit in Canarana grass ensilage on intake, digestibility, serum biochemistry, performance, carcass characteristics and meat attributes of feedlot lambs. **Trop Anim Health Prod.** 2024 May 8;56(4):153. doi: 10.1007/s11250-024-03988-y. PMID: 38717731.
- FLUCK, A. C. *et al.* Alimentos alternativos na alimentação de ruminantes. In: OELKE, C. A.; GALATI, R. L. (Org.). **Zootecnia: tópicos atuais em pesquisa.** 1. ed. Viçosa, MG: UFV, 2023. v. 2, p. 12-31.
- FRAPPIER, B. L. Sistema digestivo. In: EURELL, J. A.; FRAPPIER, B. L. **Histologia veterinária de Dellmann.** 6ª ed. Barueri, SP: Manole, 2012.
- FRYXELL, J.M. Food limitation and demography of a migratory antelope, the white-eared kob. **Oecologia** 72, 83–91 (1987). <https://doi.org/10.1007/BF00385049>
- GAYOTTO, L. C. C.; ALVES, V. A. F.; MELLO, E. S. Fígado e vias Biliares. In: FILHO, G. B. **Bogliolo Patologia.** 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 1328p. p. 643-699.
- GRAHAM, Christopher; SIMMONS, Nicholas L. Functional organization of the bovine rumen epithelium. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 288, n. 1, p. R173-R181, 2005.
- GUPTA, S.; SHRIVASTAVA, S. K.; SHRIVASTAVA, M. Study of biological active factors in some new varieties of minor millet seeds. **Int J Innov Eng Technol.** 2013;3:115–117.
- HALIK, G. *et al.* Pumpkin (*Cucurbita maxima* D.) Silage as a Feed that Improves Nutritional Properties of Cow's Milk. **J. Agr. Sci. Tech.**, vol. 20: 1383-1394, 2018.
- HEUZÉ V.; TRAN G.; BOVAL, M. 2016. **Antelope grass (*Echinochloa pyramidalis*).** Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. Disponível em <<https://www.feedipedia.org/node/448>>. Acesso em 22/06/2024.
- HOLTZAPPLE, Mark T. *et al.* Microbial communities for valorizing biomass using the carboxylate platform to produce volatile fatty acids: a review. **Bioresource Technology**, v. 344, p. 126253, 2022.
- HUGHES, D.; KING, L. G. (1995). The Diagnosis and Management of Acute Liver Failure in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 25(2), 437–460. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(95\)50036-1](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(95)50036-1).
- IBGE, INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção de melão (2022). Produção agropecuária, 2024. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/rn>>. Acesso em: 01/03/2024.
- IDEMA, Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu município: Mossoró.** 35p. (2008) Disponível em:

- <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013950.PDF>>. Acesso em 01/03/2024.
- IMAGE J. National Institute of Health, Bethesda, MD, USA; <https://imagej.nih.gov/ij/>.
- ISHAK, K.; BAPTISTA, A.; BIANCHI, L.; CALLEA, F.; GROOTE, J.; GUDAT, F.; DENK, H.; DESMET, V.; KORB, G.; MACSWEEN, R. N. 1995. Histological grading and staging of chronic hepatitis. **Journal of Hepatology**, 22, 696-699. DOI: 10.1002/cld.1014
- ÍTAVO, L. C. V.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; ÍTAVO, C. C. B. F.; MORAES, E. H. B. K.; RENNÓ, L. N.; PAULINO, P. V. R. Produção Microbiana e Parâmetros Ruminiais de Novilhos Alimentados com Dietas Contendo Vários Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1553-1561, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000600027>
- JIANG, Yahui *et al.* Effects of the higher concentrate ratio on the production performance, ruminal fermentation, and morphological structure in male cattle-yaks. **Veterinary Medicine and Science**, v. 8, n. 2, p. 771-780, 2022.
- JING, X. P. *et al.* Dietary supplements during the cold season increase rumen microbial abundance and improve rumen epithelium development in Tibetan sheep. **J Anim Sci.** 2018 Jan; 96(1): 293–305. Published online 2018 Jan 27. doi: [10.1093/jas/skx032](https://doi.org/10.1093/jas/skx032)
- JONES, T. C.; HUNT, R. D.; KING, N. W. **Patologia Veterinária**. 6ª ed. São Paulo: Manole, 2000. 1415p. Sistema Digestivo, p. 1063-1130.
- JUNQUEIRA, L.C.U.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 11ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 524p.
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5th ed. San Diego: Academic Press, 1997, 932p.
- KLIR, Z. *et al.* Influence of pumpkin seed cake and extruded linseed on milk production and milk fatty acid profile in Alpine goats. **Animal**, v.11, n. 10, pp 1772-1778, 2017.
- LANDIM, A.V. *et al.* Feeding restriction in the pre and postpartum period of hair ewes raised in the semi-arid region: implications on performance and carcass traits of the progeny. **Trop Anim Health Prod** **54**, 303 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03279-4>
- LEBIOEX. Aprenda a quantificar expressão de glicogênio e colágeno pelo software Image-J. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=FO69M96p9Ko>>. Acesso em: 29 nov. 2024.
- LI M., DUAN X., LIU T., QI H. Short-term suboptimal low temperature has short- and long-term effects on melon seedlings. **Sci. Hortic.** 2022; 297:110967. doi: 10.1016/j.scienta.2022.110967.
- LIMA, C. A. C.; LIMA, G. F. C.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N.; AGUIAR, E. M.; LIMA JÚNIOR, V. Efeito de níveis de melão em substituição ao milho moído sobre o desempenho, o consumo e a digestibilidade dos nutrientes em ovinos Morada Nova. **Revista Brasileira De Zootecnia**, 41(1), 164–171, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000100024>
- LIMA, G. F. C. *et al.* Frutos refugo de melão em substituição ao farelo de trigo na alimentação de vacas leiteiras. *Ver Caatinga*, 24: 190-197, 2011.
- LIU, L., KAKIHARA, F. & KATO, M. Characterization of six varieties of *Cucumis melo* L. based on morphological and physiological characters, including shelf-life of fruit. **Euphytica** **135**, 305–313 (2004). <https://doi.org/10.1023/B:EUPH.0000013330.66819.6f>
- LÓPEZ ROSAS, Hugo *et al.* Environmental impact of invasion by an African Grass (*Echinochloa pyramidalis*) on tropical wetlands: using functional differences as a control strategy. **Impacts of Invasive Species on Coastal Environments: Coasts in Crisis**, p. 315-372, 2019 Disponível em <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-91382-7_9#citeas>. Acesso em 22/06/2024.
- LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; MOURA CARVALHO, L. O. D.; COSTA, N. A.; NASCIMENTO, C. N. B.; DUXRA, S. Recria e engorda de machos bubalinos leiteiros em

- pastagem cultivada de canarana erecta lisa (*Echinochloa pyramidalis*). In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, Fortaleza, 1980. **Anais...** Fortaleza, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1980.
- LOUSADA JUNIOR, J. E.; COSTA, J. M. C.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. Fortaleza, **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.70-76, 2006. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1953/195317425013.pdf>>. Acesso em 02/02/2024.
- LOUSADA JUNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; RODRIGUES, N. M.; LÔBO, R. N. B.; VASCONCELOS, V. R.; FERREIRA, A. C. H.; OLIVEIRA FILHO, G. S. **Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca de subprodutos da agroindústria processadora de frutas**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Embrapa Caprinos e Ovinos, Recife/PE, 2002. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44348/1/AAC-Consumo-e-digestibilidade.pdf>>. Acesso em 02/03/2024.
- LOUSADA JUNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; LÔBO, R. N. B. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. Viçosa, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.2, p.659-669, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000200036>
- MACHEIX, J. J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. **Fruit phenolics**. Boca Raton: CRC Press, 1990. 378p
- MADEIRA, P. M. R. **Agregação de valor ao resíduo de melão: caracterização, avaliação de atividade antioxidante, antiproliferativa, potencial prebiótico e produção de enzimas**. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-graduação em biotecnologia, Renorbio, Natal/RN, 2017.
- MALLEK-AYADI, S.; BAHLOUL, N.; KECHAOU, N. Chemical composition and bioactive compounds of *Cucumis melo* L. seeds: Potential source for new trends of plant oils. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 113, January 2018, Pages 68-77.
- MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Susceptibilidade de Bovinos das Raças Jersey e Gir à Acidose Láctica Ruminal: Ii – Acidose Metabólica e Metabolização do Lactato-L. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 61-65, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000100011>
- MAYNARD, D. N.; ELMSTROM, G. W. Triploid watermelon production practices and varieties. **Acta Horticulturae**, v. 318, p. 169-173, 1992.
- MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Carboidratos na nutrição de gado de corte. In: MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 18 p.
- MELO, L. Q. *et al.* 2013. Rumen morphometrics and the effect of digesta pH and volume on volatile fatty acid absorption. **J. Anim. Sci.** 91:1775–1783. doi:10.2527/jas.2011-4999
- MELO, V. L. de L.; BATISTA, N. V. ; PINTO, M. M. F.; TEÓFILO, T. da S.; OLIVEIRA, P. V. C. de; LIMA, P. de O. Fresh melon as an exclusive diet for cattle: a case study. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e289108341, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8341. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8341>. Acesso em: 6 feb. 2025.
- MELO, V. L. L. *et al.* Fresh melon as an exclusive diet for cattle: a case study. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, e289108341, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8341>
- MENDLINGER, S.; PASTERNAK, D. Effect of time of salination of flowering, yield and fruit quality factors in melon, *Cucumis melo* L. **Journal of the America Society for Horticultura Science**, Alexandria, v.67, n.4, p.529-534, 1992.
- MENEZES, J. B. *et al.* Qualidade pós-colheita de melão tipo Galia durante a maturação e o armazenamento refrigerado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 159-164, 1998

- MENTSCHER J., LEISER R., MÜLLING C., PFARRER C., AND CLAUS R.. 2001. Butyric acid stimulates rumen mucosa development in the calf mainly by a reduction of apoptosis. **Arch. Anim. Nutr.** 55:85–102. doi:10.1080/17450390109386185
- MERTENS, D. R. Forage Quality. **Research Summaries**, p. 62, 1994.
- MOHANTY, Priya et al. Glucose challenge stimulates reactive oxygen species (ROS) generation by leucocytes. **The journal of clinical endocrinology & metabolism**, v. 85, n. 8, p. 2970-2973, 2000.
- MONFORTE, A.J., OLIVER, M., GONZALO, M.J., ALVAREZ, J.M., DOLCET-SANJUAN, R., ARFFLS, P., 2004. Identification of quantitative trait loci involved in fruit quality traits in melon (*Cucumis melo* L.). **Theor. Appl. Genet.** 108, 750–758. <https://doi.org/10.1007/s00122-003-1483-x>
- MONTANHOLI, Y. *et al.* Small intestine histomorphometry of beef cattle with divergent feed efficiency. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 55, p. 1-6, 2013.
- MONTHS, F. S. T.; MBÉGUÉ, M.; KONÉ, D. Acceptability and market potential of forage plants grown in treatment wetlands. **World Wide Workshop for Young Environmental Scientists**: 2010, May 2010, Arcueil, France. fhal-00521357f
- MOREIRA, S.R.; MELO, A.M.T. de; PURQUERIO, L.F.V.; TRANI, P.E.; NARITA, N. **Melão (*Cucumis melo* L.)**. 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/melao/index.htm>. Acesso em: 26/8/2024
- MORFOLOGIA PARA GRADUANDOS. TUTORIAL: Calibração do ImageJ para a realização de análises histomorfométricas. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-l_65v9j9xA>. Acesso em: 29 nov. 2024.
- NAKAMEA, I.J. **Agrianual – anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 2004. 496p.
- NASCIMENTO, C.N.B. do; SERRAO, E.A. de S.; SIMAO NETO, M.; MOREIRA, E.R.; GONÇALVES. C.A. 8 MOURA CARVALHO, L.O.D. de. Desempenha comparativo de bovinos e bubalinos engordados em pastagem cultivada da canarana erecta lisa L. (*Echinochloa pyramidalis*). In: REUNIAO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 15. Belém, 1978. **Anais...** Beldrn, SUDAM, 1978
- NEIVA, J. N. M; NUNES, F. C. S; CÂNDIDO, M. J. D; RODRIGUEZ, N. M; LÔBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.4, p.1845-1851, 2006 (supl.)
- NEIVA, J.N.M.; VIEIRA, N.F.; PIMENTEL, J.C.M.; GONÇALVES, J.S.; *et al.* Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com diferentes níveis de subproduto da goiaba In: 39ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife. **Anais...** Recife, PE: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM). Disponível <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44345/1/AAC-Avaliacao-do-valor-nutritivo.pdf>>.
- NOBREGA G. H.; CEZAR M. F.; SOUZA, O. B.; PEREIRA FILHO, J. M.; CUNHAM, G. G. CARDÃO, M. A; FERREIRA, R. C.; SANTOS, J. R. S. Regime alimentar para ganho compensatório de ovinos em confinamento: desempenho produtivo e morfometria do rúmen e do intestino delgado. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, 66 (5), 2014.
- NOSCHANG, J; SCHMIDT, A. P.; BRAUNER, C. *Saccharomyces cerevisiae* na nutrição de ruminantes: Revisão. **Pubvet**, 13(02), 2019. Disponível em: <<https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/924>>.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. P. 916, 2007.
- OCDE/FAO** (2023), *OCDE-FAO Agricultural Outlook 2023-2032*, OCDE Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>. Acesso em 02/03/2024
- OLIVEIRA, B. C. *et al.* Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte. **Nutr. Rev. Eletrônica**, v. 14, p. 6066-6075, 2017b.
- OLIVEIRA, F. I. C. *et al.* A cultura do melão. In: EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produção de melão e mudanças climáticas: Sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017a. pp. 24-26.
- OLIVEIRA, F. L. C.; BARRÊTO JÚNIOR, R. A.; MINERVINO, A. H. H.; TAVARES, M. D.; VALE, R. G.; ARAÚJO, C. A. S. C.; SOUSA, R. S.; ORTOLANI, E. L. (2016). Effects of sudden melon intake on ruminal parameters of non-adapted sheep. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 36(5), 378–382. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000500004>
- OLIVEIRA, F. L. C.; BARRÊTO-JÚNIOR, R. A.; MINERVINO, A. H. H.; REIS, L. F.; ARAÚJO, C. A. S. C.; RODRIGUES, F. A. M. L.; SOUSA, R. S.; GAMELEIRA, J. S.; SOUZA, F. J. A.; MORI, C. S.; ORTOLANI, E. L. (2015). Avaliação hemogasométrica, bioquímica e hematológica de ovinos suplementados com melão. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, 67(5), 1272–1278. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8085>
- OLIVEIRA, V. S.; SANTOS, A. C. P.; VALENÇA, R. L. Development and physiology of the digestive tract of ruminants. **Ciência Animal**, v.29, n.3, p.114-132, 2019. Disponível em <<https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/10085/8374>>.
- PANWAR, P; DUBEY, A.; VERMA, A. K. Evaluation of nutraceutical and antinutritional properties in barnyard and finger millet varieties grown in Himalayan region. **J Food Sci Technol**. 2016; 53:2779–2787. doi: 10.1007/s13197-016-2250-8.
- PATHOT, Y. D.; BERHANU, W. T. Effect of harvesting stage on yield and nutritive value of antelope grass (*Echinochloa pyramidalis*) hay under natural pasture in Nuer Zone of Gambella, Ethiopia. **African Journal of Agricultural Research**. Vol.19(4), pp. 374-379 , April 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.5897/AJAR2022.16274>>. Acesso em: 26/07/2024.
- PEREIRA, L. G. R. *et al.* Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e de polpa de frutas na alimentação de ruminantes. Embrapa Semiárido, Petrolina. (**Embrapa Semiárido. Documentos**, 220)., 2009. 30 pp.
- PEREIRA, E.S. *et al.* Digestão intestinal da proteína de forrageiras e coprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste brasileiro por intermédio de três estágios. **Rev Bras Saúde Prod Anim**, 11: 403-413, 2013.
- PINTO, M. M. F. *et al.* Utilização do melão (*Cucumis melo* L.) na alimentação de ruminantes: Uma revisão. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 12, p. 31466-31481, dec. 2019. ISSN 2525-8761
- PRADO, I.N. *et al.* Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduo industrial de abacaxi sobre o desempenho de bovinos confinados. **Rev. Bras. de Zootecnia**, v.32, p.737-744. 2003. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/rbz/a/xpkJ4rJHDjm43CK9VX9MPts/>>.
- QUATTROCCHI, U., 2006. CRC World dictionary of grasses: common names, scientific names, eponyms, synonyms, and etymology. **CRC Press**, Taylor and Francis Group, Boca Raton, USA.
- RAZZAGHZADEH, S.; AMINI-JABALKANDI, J.; HASHEMI, A. Effects of different levels of Pumpkin (*Cucurbita Pepo*) residue silage replacement with forage part of ration on male buffalo calves fattening performance. **Italian Journal of Animal Science**, 6(sup2), 575–577, 2007. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.s2.575>

REIS, J; PAIVA, P. C. A; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. V; REZENDE, C. A. P. Composição química, consumo voluntário e digestibilidade de silagens de resíduos do fruto de maracujá (*passiflora edulis* sims f. *flavicarpa*) e de capim-elefante (*pennisetum purpureum* schum) cv. cameroon e suas combinações. **Ciência Agrotecnica**, v.24, n.1, p.213-224, 2000.

ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. **Cucurbits**. New York: CABI, 1997. 226 p

RUSSO, V. C.; DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L. **Melão amarelo (CAC) minimamente processado submetido a diferentes cortes e concentrações de cloreto de cálcio armazenado em atmosfera modificada passiva**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 1, p. 227-236, jan./mar. 2012.

SÁ, C.R.L. *et al.* Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com níveis crescentes do subproduto da manga (*Mangifera indica* L). In: 41ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM). Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50892/1/AAC-Valor-nutritivo.pdf>>.

SAMUELSON, D. A. **Tratado de histologia veterinária** / Don A. Samuelson; [tradução de Newton da Cruz Rocha... *et al.*]. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

SAMUELSON, P. **Tratado de histologia veterinária**. Elsevier Health Sciences, 2011.

SANTOS, K. R. P.; AGUIAR JÚNIOR, F. C. A.; ANTONIO, E. A.; SILVA, F. R.; SILVA, K. T.; MARINHO, K. S. N.; LIMA JÚNIOR, N. B. **Manual de Técnica Histológica de Rotina e de Colorações**. Editora da Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2021. Disponível em:

<<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/40530/1/Manual%20de%20T%C3%A9cnica%20Histológica%20de%20Rotina%20e%20de%20Coloração%20A7%C3%B5es.%20SANTOS%20et%20al.%2C%202021.pdf>>. Acesso em: 30/11/2023.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Melões voltam a liderar a pauta de exportação potiguar em fevereiro**. Agência SEBRAE de Notícias. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/rn/melões-voltam-a-liderar-a-pauta-de-exportacao-potiguar-em-fevereiro,857538>>. Acesso em: 29 dez. 2024.

SENAR, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Ovinocultura: criação e manejo de ovinos de corte**. Coleção SENAR – 265, 95p., Brasília/DF, 2019. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/265_Ovino_corte.pdf>. Acesso em 02/03/2024

SERRÃO, E. A. S.; BATISTA, H. A. M.; BOULHOSA, J. A. Z. **Canarana erecta lisa Echinochloa pyramidalis (Lam.) Hitchc. et Chase**. Belém, PA: IPEAN, 1970.

SERRÃO, E. A. S.; SIMÃO NETO, M.; NASCIMENTO, C. N. B. do; VEIGA, J. B. da; GUIMARÃES, M. C. de F. Engorda de novilhos anelados em pastagens de canarana erecta lisa, braquiária e congo. **Comunicado nº 27**, EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1970. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/376340/engorda-de-novilhos-anelados-em-pastagens-de-canarana-erecta-lisa-braquiaria-e-congo>>.

SHARABI, K.; TAVARES, C. D. J.; RINES, A. K.; PUIGSERVER, P. Molecular pathophysiology of hepatic glucose production. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 46, 21-33pp, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2015.09.003>.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; BEZERRA, L. R.; CARVALHO, S. T.; ABREU, C. L.; LEÃO, A. G. Valor Nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de ruminantes. **Comunicata Scientiae**, 5(4): 370-379, 2014.

SILVA, H. R.; MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, R.A.; OLIVEIRA, L.A.; 53 RODRIGUES, A.G.; SOUZA, A.F.; MAENO, P.. Cultivo do meloeiro para o Norte de Minas Gerais. **Circular Técnica 20**, p. 20, 2000.

SILVA, Kleitiane Balduino *et al.* Ruminant and histological characteristics and nitrogen balance in lamb fed diets containing cactus as the only roughage. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 637-645, 2020.

- SILVA, V. F. *et al.* Uso de aditivos nas silagens de capins tropicais: revisão de literatura. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v.7, n.2, p.1-17, 2024.
- SOARES, R. B. **Análise da sustentabilidade da cadeia produtiva do melão: o caso do agropolo Baixo Jaguaribe - Ceará.** 2009. 291 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- SOUZA, F. F.; DIAS, R. C. S.; QUEIRÓZ, M. A. Aspectos botânicos. In: SOUZA, F. F. Cultivo da melancia em Rondônia. Porto Velho: **Embrapa Rondônia**, 2008. pp. 11. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAF-RO-2010/13315/1/melancia.pdf>>. Acesso em: 29/08/2024.
- SUN, J. *et al.* Influence of increasing levels of oregano essential oil on intestinal morphology, intestinal flora and performance of Sewa sheep. **Italian Journal of Animal Science**, v. 21, n. 1, p. 463-472, 2022.
- TELES, M. M. **Características Fermentativas e Valor Nutritivo de Silagens de Capim-elefante Contendo Subprodutos do Urucum, caju e Manga.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Nordeste, Natal, 2006.
- VALADARES FILHO, S.C., LOPES, S.A. et al, CQBAL 4.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes.** 2018. Disponível em: www.cqbal.com.br
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D. S. 2006. Fermentação Ruminal. In: **Nutrição de Ruminantes.** Jaboticabal: Funep
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2nd Edition, Cornell University Press, Ithaca, 476, 1994.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J Dairy Sci.** 1991 Oct;74(10):3583-97. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2. PMID: 1660498.
- VASCONCELOS, A. M. *et al.* Production and nutritive value of canarana erecta lisa (*Echinocloa pyramidalis* Lam.) in response to harvest intervals. **Cienc. anim. bras.**, Goiânia, v.20, 1-11, e-52300, 2019.
- VASCONCELOS, A. M. *et al.* PRODUCTION AND NUTRITIVE VALUE OF CANARANA ERECTA LISA (*Echinocloa pyramidalis* Lam.) IN RESPONSE TO HARVEST INTERVALS. **Cienc. anim. bras.**, Goiânia, v.20, 1-11, e-52300, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cab/a/VTC3rsHqtGNCpCmXptZbs7M/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 26/07/2024.
- VIANA, J. G. A. Panorama Geral da Ovinocultura no Mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, Ano 4, N° 12, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<https://docs.ufpr.br/~freitasjaf/artigosovinos/panoramaovinos.pdf>>. Acesso em 02/03/2024
- WADHWA, M.; BAKSHI, M. P. S. Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. **Rap Publication**, 4, 1-67, 2013.
- YANG, Q.; MAO, W.; ZHAO, R. Morphological comparison of small intestine development and immune function between Taihu Pig and white pig. **Journal of Nanjing Agricultural University**, v. 24, p. 75-78, 2001.
- ZHANG Z, WEN Y, YUAN L, ZHANG Y, LIU J, ZHOU F, WANG Q, HU X. Genome-Wide Identification, Characterization, and Expression Analysis Related to Low-Temperature Stress of the *CmGLP* Gene Family in *Cucumis melo* L. **Int J Mol Sci.** 2022 Jul 25;23(15):8190. doi: 10.3390/ijms23158190. PMID: 35897766; PMCID: PMC9330424.