



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

RUANA RAFAELA LIRA TORQUATO PAIVA

**INCLUSÃO DO FRUTO-REFUGO DO MELÃO NA DIETA DE OVINOS**

MOSSORÓ

2024

RUANA RAFAELA LIRA TORQUATO PAIVA

**INCLUSÃO DO FRUTO-REFUGO DO MELÃO NA DIETA DE OVINOS**

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

Linha de Pesquisa: Metabolismo e nutrição de ruminantes

Orientador: Tiago da Silva Teófilo, Prof. Dr.

Coorientador: Patrícia de Oliveira Lima, Profa. Dra.

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a 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 tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L149i Lira Torquato Paiva, Ruana Rafaela.  
INCLUSÃO DO FRUTO-REFUGO DO MELÃO NA DIETA DE  
OVINOS / Ruana Rafaela Lira Torquato Paiva. - 2024.  
58 f. : il.

Orientadora: Tiago da Silva Teófilo. Coorientadora: Patricia de Oliveira Lima. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Produção Animal, 2024.

1. Alimentos alternativos. 2. Cucumis melo L..  
3. Bioquímica. 4. Hematologia. 5. Ruminantes.. I. da Silva Teófilo, Tiago , orient. II. de Oliveira Lima, Patricia, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo 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

# INCLUSÃO DO FRUTO-REFUGO DO MELÃO NA DIETA DE OVINOS

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

Linha de Pesquisa: metabolismo e nutrição de ruminantes

Defendida em: 21 / 02/ 2024.

## BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente  
 **TIAGO DA SILVA TEOFILO**  
Data: 29/04/2024 15:49:40-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Tiago da Silva Teófilo, Prof. Dr. (UFERSA)  
Presidente

Documento assinado digitalmente  
 **AMANDA VASCONCELOS GUIMARAES**  
Data: 23/04/2024 00:12:39-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Amanda Vasconcelos Guimarães, Profa. Dra. (Faculdade Unyleya)  
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente  
 **MARCIA MARCILA FERNANDES PINTO**  
Data: 18/04/2024 11:06:04-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Márcia Marcila Fernandes de Pinto, Dra.  
Membro Examinador

*Á Francisco Torquato Silvero, que semeou o amor pelo estudo na família Torquato. Mesmo sem tê-lo conhecido, hoje colho os frutos da sua dedicação. Obrigado, vô! (In Memoriam).*

*Dedico esta conquista ao meu núcleo familiar, Maykon Rafaell Marques Paiva e Áquila Rafael Torquato Paiva, que não apenas me apoiaram e sustentaram nos momentos difíceis, mas também foram incentivo constante para que eu prosseguisse.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço a Deus, o mentor deste sonho, que fez infinitamente mais do que tudo o que pedi ou pensei, de acordo com o seu poder que atuou em mim (Ef 3:20). Nele deposito toda a minha fé, pois sei que Ele me ama e cuidou de mim em cada etapa da vida, continuando a fazê-lo. Beijo, seu lindo!*

*Agradeço a Maykon Paiva e Áquila Torquato, que não só me apoiaram e sustentaram nos momentos difíceis, mas também foram um incentivo constante para que eu prosseguisse, mesmo nos dias mais desafiadores, quando conciliar maternidade e estudo parecia impossível. Vocês tornaram tudo possível, e sei que, no final, emergimos mais fortes e unidos.*

*Agradeço à família Torquato, em especial ao meu pai, José Kerginaldo Torquato, por me trazer para o seio dessa família que tem sido, desde a minha mais tenra idade, minha base e inspiração para avançar em todos os aspectos da minha vida espiritual, humana e profissional.*

*Agradeço ao meu orientador, Tiago da Silva Teófilo, por ter sido tão positivo e humano durante todo esse processo. Uma pessoa verdadeiramente admirável. Obrigada por tornar possível que eu chegasse até aqui, sempre compreendendo minhas limitações como mãe e em todas as outras áreas.*

*Agradeço à Patrícia de Oliveira Lima por liderar este grande projeto e assumir a responsabilidade de reunir tantos alunos e professores, permitindo que a ciência continue contribuindo para o progresso da sociedade.*

*Agradeço à Márcia Marcila Fernandes Pinto por sua dedicação ao experimento que possibilitou os dados apresentados aqui neste estudo. Espero poder retribuir com resultados igualmente significativos.*

*Agradeço a toda a equipe envolvida neste estudo, pois a contribuição de cada um tornou possível a realização deste sonho.*

*Agradeço à Banca Examinadora pela disposição em contribuir para enriquecer este estudo com seus conhecimentos.*

## RESUMO

O principal objetivo deste estudo foi investigar as implicações nos parâmetros hematológicos e bioquímicos em ovinos sujeitos a diferentes graus de substituição do milho pelo fruto-refugo do melão na alimentação. Trinta ovinos machos clinicamente saudáveis foram aleatoriamente distribuídos em cinco tratamentos, representando distintos níveis de substituição do milho na dieta. Conduzido em uma fazenda no Nordeste do Brasil ao longo de 61 dias, com coletas de dados após 14 dias de adaptação, o experimento utilizou uma dieta formulada para atender às necessidades nutricionais dos animais, composta por feno de capim elefante, ração concentrada e melão *in natura*. A análise hematológica revelou que a substituição do milho pelo fruto-refugo do melão não impactou significativamente os parâmetros hematológicos, indicando estabilidade ao longo dos períodos de adaptação e experimental. No entanto, foi observado um aumento progressivo nos leucócitos durante o período experimental, especialmente nos grupos com maior inclusão de melão, sugerindo uma possível resposta a agressões nos tecidos causadas pela dieta. Em relação à bioquímica sérica, variáveis como albumina, creatinina e triglicérides permaneceram dentro dos padrões normais, enquanto a ureia apresentou variações, indicando possíveis efeitos na função renal. Danos hepáticos foram evidenciados pelo aumento nos níveis das enzimas AST e GGT, ressaltando a sensibilidade desta última como indicador de lesão hepática crônica. Aumentos nos níveis de colesterol e variações na glicemia também foram observados, apontando para complexos efeitos metabólicos. Esses resultados ressaltam a necessidade de compreender a resposta fisiológica única dos ovinos à inclusão do fruto-refugo do melão na dieta, conforme refletido nos parâmetros hematológicos e bioquímicos, com o objetivo de assegurar uma formulação equilibrada e a preservação da saúde do rebanho.

**Palavras-chave:** Alimentos alternativos; *Cucumis melo* L.; Bioquímica; Hematologia; Ruminantes.

## ABSTRACT

The main objective of this study was to investigate the implications on hematological and biochemical parameters in sheep subjected to different degrees of replacement of corn by melon fruit in their diet. Thirty clinically healthy male sheep were randomly distributed into five treatments, representing different levels of corn replacement in the diet. Conducted on a farm in the Northeast of Brazil over 61 days, with data collected after 14 days of adaptation, the experiment used a diet formulated to meet the nutritional needs of the animals, consisting of elephant grass hay, concentrated feed and fresh melon. natural. Hematological analysis revealed that replacing corn with melon fruit did not significantly impact hematological parameters, indicating stability throughout the adaptation and experimental periods. However, a progressive increase in leukocytes was observed during the experimental period, especially in the groups with greater melon inclusion, suggesting a possible response to tissue damage caused by the diet. Regarding serum biochemistry, variables such as albumin, creatinine and triglycerides remained within normal limits, while urea showed variations, indicating possible effects on renal function. Liver damage was evidenced by increased levels of AST and GGT enzymes, highlighting the sensitivity of the latter as an indicator of chronic liver damage. Increases in cholesterol levels and variations in blood glucose were also observed, pointing to complex metabolic effects. These results highlight the need to understand the unique physiological response of sheep to the inclusion of melon fruit in the diet, as reflected in hematological and biochemical parameters, with the aim of ensuring a balanced formulation and preservation of flock health.

**Keywords:** Alternative foods; *Cucumis melo* L.; Biochemistry; Hematology; Ruminants.

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO - EFEITO DA INCORPORAÇÃO DO MELÃO NOS SISTEMAS METABÓLICOS DE RUMINANTES: UMA ANÁLISE ATUALIZADA.**

|          |   |                                                                                        |    |
|----------|---|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 | – | Composição bromatológica da casca do melão ( <i>Cucumis melo</i> L.).....              | 21 |
| Tabela 2 | – | Composição bromatológica da polpa e da semente do melão ( <i>Cucumis melo</i> L.)..... | 22 |

### **CAPÍTULO 2 - PARÂMETROS SANGUÍNEOS EM OVINOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE MELÃO EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO**

|          |   |                                                                                                                                              |    |
|----------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 | – | Composição química dos ingredientes das dietas.....                                                                                          | 43 |
| Tabela 2 | – | Composição percentual e química das dietas experimentais.....                                                                                | 43 |
| Tabela 3 | – | Variáveis hematológicas de ovinos alimentados com dietas contendo crescentes níveis de substituição do milho pelo fruto-refugo do melão..... | 46 |
| Tabela 4 | – | Leucograma de ovinos alimentados com dietas contendo crescentes níveis de substituição do milho pelo fruto-refugo do melão.....              | 48 |
| Tabela 5 | – | Perfil bioquímico de ovinos alimentados com dietas contendo crescentes níveis de substituição do milho pelo fruto-refugo do melão.....       | 54 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|            |                                                 |
|------------|-------------------------------------------------|
| IBGE       | INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA |
| CT         | CASCA TOTAL                                     |
| FSC        | FRAÇÃO SÓLIDA DA CASCA                          |
| FLC        | FRAÇÃO LÍQUIDA DA CASCA                         |
| AGCC       | ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA                   |
| ATP        | ADENOSINA TRIFOSFATO                            |
| ACETIL-COA | ACETIL COENZIMA A                               |
| CA         | CÁLCIO                                          |
| ZN         | ZINCO                                           |
| P          | FÓSFORO                                         |
| UI         | UNIDADE DE INFORMAÇÃO                           |
| PH         | POTENCIAL HIDROGENIÔNICO                        |
| LPS        | LIPOPOLISSACARÍDEOS                             |
| CLA        | ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO                       |
| MS         | MATÉRIA SECA                                    |
| FA         | FOSFATASE ALCALINA                              |
| AST        | ASPARTATO AMINOTRANSFERASE                      |
| ALT        | ALANINA AMINOTRANSFERASE                        |
| CK         | CREATINA QUINASE                                |
| GGT        | GAMA GLUTAMIL TRANSFERASE                       |
| SPRD       | SEM PADRÃO RACIAL DEFINIDO                      |
| DIC        | DELINEAMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO           |
| PB         | PROTEÍNA BRUTA                                  |
| FDN        | FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO                      |

|           |                                                    |
|-----------|----------------------------------------------------|
| EE        | EXTRATO ETÉREO                                     |
| FDA       | FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO                          |
| MN        | MATÉRIA NATURAL                                    |
| NDT       | NUTRIENTES DIGESTÍVEIS TOTAIS                      |
| EN        | ENERGIA METABOLIZÁVEL                              |
| CNF       | CARBOIDRATOS NÃO-FIBROSOS                          |
| FDNCP     | FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO CORRIGIDO PARA CINZAS E |
|           | PROTEÍNA                                           |
| EDTA      | ÁCIDO DIETILENODIAMINO TETRA-ACÉTICO               |
| HB        | HEMOGLOBINA                                        |
| HT        | HEMATÓCRITO                                        |
| HE        | HEMÁCIAS                                           |
| PT        | PROTEÍNAS TOTAIS                                   |
| VCM       | VOLUME CORPUSCULAR MÉDIO                           |
| CHCM      | CONCENTRAÇÃO DE HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MÉDIA      |
| NEUTR.SEG | NEUTRÓFILOS SEGMENTADOS                            |
| LINFO     | LINFÓCITOS                                         |
| TNF       | FATOR DE NECROSE TUMORAL                           |
| IL        | INTERLEUCINA                                       |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                              |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA.....</b>                                                                                         | <b>14</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS .....</b>                                                                                                       | <b>16</b> |
| 2.1      | OBJETIVO GERAL.....                                                                                                          | 16        |
| 2.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                                                                                   | 16        |
| <b>3</b> | <b>HIPÓTESE.....</b>                                                                                                         | <b>17</b> |
| <b>4</b> | <b>CAPÍTULO 1 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                                                                                  | <b>18</b> |
| 4.1      | EFEITO DA INCORPORAÇÃO DO MELÃO ( <i>CUCUMIS MELO L.</i> ) NO METABOLISMO DE RUMINANTES: UMA REVISÃO ATUALIZADA .....        | 20        |
| 4.2      | FATORES QUE INFLUENCIAM NO DESENVOLVIMENTO DA MUCOSA RUMINAL .....                                                           | 23        |
| 4.3      | METABOLISMO HEPÁTICO DE ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA (AGCC) .....                                                           | 25        |
| 4.4      | DIGESTÃO E ABSORÇÃO INTESTINAL EM RUMINANTES.....                                                                            | 25        |
| 4.5      | EFEITOS DA ACIDOSE NA MUCOSA RUMINAL E NO PARÊNQUIMA HEPÁTICO.....                                                           | 28        |
| 4.6      | DIETA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NA MUSCULATURA DE RUMINANTES.....                                                            | 30        |
| 4.7      | DIETA E PERFIL HEMATOLÓGICO E BIOQUÍMICO EM RUMINANTES.....                                                                  | 31        |
| 4.8      | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                                                                                    | 32        |
|          | REFERÊNCIAS.....                                                                                                             | 32        |
| <b>5</b> | <b>CAPÍTULO 2 - PARÂMETROS SANGUÍNEOS EM OVINOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE MELÃO EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO.....</b> | <b>38</b> |

|     |                                               |    |
|-----|-----------------------------------------------|----|
| 5.1 | INTRODUÇÃO.....                               | 40 |
| 5.2 | MATERIAL E MÉTODOS.....                       | 41 |
| 5.3 | ANIMAIS E PROCEDIMENTOS<br>EXPERIMENTAIS..... | 41 |
|     | DIETAS<br>EXPERIMENTAIS.....                  | 42 |
|     | COLETA DE<br>AMOSTRAS.....                    | 43 |
|     | ANÁLISE DO<br>SANGUE.....                     | 44 |
|     | ANÁLISE<br>ESTATÍSTICA.....                   | 45 |
| 5.8 | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                   | 45 |
| 5.9 | CONCLUSÃO.....                                | 55 |
|     | REFERÊNCIAS.....                              | 55 |

## 1 INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

Embora o Brasil mantenha uma posição de destaque na produção de ruminantes em escala global, os desafios econômicos persistem, particularmente no âmbito dos custos consideráveis, sobretudo os associados à alimentação. Dependendo da região e das condições edafoclimáticas, bem como do nível de tecnificação da atividade, pode ser necessária a inclusão de alimento concentrado na dieta dos animais, aumentando ainda mais os custos de criação (Lima et al.,2012; Pazidora et al.,2019).

Diante deste contexto desafiador, a utilização estratégica de resíduos oriundos da agroindústria de frutas emerge como uma alternativa promissora para otimizar a rentabilidade na criação de ruminantes, ao mesmo tempo em que contribui para a sustentabilidade, conferindo um propósito valioso aos resíduos. Esta prática não apenas reduz os custos associados à alimentação, mas também desempenha um papel crucial na mitigação da competição por grãos entre animais domésticos e a população humana (Barreto et al.,2014; Sahoo et al 2021).

As frutas são produzidas em abundância em todo o território brasileiro, destacando-se o melão, que é cultivado de forma contínua e em larga escala no Nordeste do país. Esta região é notória por suas condições edafoclimáticas adversas e pelo período prolongado de escassez de alimentos, principalmente no seu semiárido, o que dificulta a produção de ovinos na região no período de estiagem (Lima et al.,2012; Oliveira et al.,2015a; Oliveira et al.,2015b).

O melão se destaca como uma opção viável na alimentação de ruminantes, não apenas devido à sua disponibilidade ao longo do ano, mas também devido à sua alta palatabilidade e qualidade nutricional (Barreto et al.,2014; Pinto et al.,2019). Adicionalmente, o fruto apresenta um elevado teor de água e quantidades consideráveis de carboidratos, especialmente os carboidratos não fibrosos, que representam uma fonte essencial de energia para esses animais (Melo et al., 2020).

No entanto, a introdução de alimentos alternativos pode causar desequilíbrios nutricionais, levando a alterações metabólicas por deficiência ou excesso de nutrientes. Se essas mudanças ultrapassarem a capacidade do organismo de manter o equilíbrio, as doenças da produção podem surgir, resultando em danos à saúde dos animais e prejuízos econômicos para os produtores (Santos et al.,2018; Gonzales,2021).

A avaliação da saúde animal frequentemente se baseia em parâmetros sanguíneos como indicadores de alterações fisiológicas. No entanto, os parâmetros hematológicos ainda são subutilizados na produção de ovinos (Schultz et al.,2022). Um exemplo disso é que, embora o

uso de frutas tropicais, como o melão, tenha sido previamente investigado na dieta de ovinos (Costa et al., 2011; Lima et al., 2012; Oliveira et al., 2015a; Oliveira et al., 2015b), poucos pesquisadores abordaram a análise dos parâmetros sanguíneos ao introduzi-las na dieta.

Contudo, é essencial avaliar as modificações metabólicas resultantes de uma nova dieta por meio da análise de componentes e metabólitos sanguíneos (Braun, Trumel e Bézille, 2010; Van Saun 2023; Gonzalez 2021). Tais alterações exercem influência direta sobre a medula óssea. Caso ela não receba um equilíbrio adequado de macro e micronutrientes para a produção de células em quantidade suficiente e com alta qualidade, não será capaz de atender às demandas produtivas e reprodutivas dos animais (Thrall, 2015).

Adicionalmente, o pleno funcionamento do metabolismo animal está também diretamente ligado à operação adequada de órgãos vitais, como fígado e rins, os quais são cruciais inclusive para garantir a eritropoiese adequada na medula óssea (Thrall, 2015). Assim, se a dieta não fornece os nutrientes necessários a esses órgãos, ou se eles forem prejudicados por metabólitos provenientes dela, podem surgir alterações detectáveis nas séries eritrocitária, leucocitária e bioquímica desses animais, assim como em outros exames (Oliveira et al., 2015a; Schultz et al., 2022). Com base nas considerações apresentadas, objetivou-se com este estudo analisar os parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos alimentados com níveis crescentes do fruto-refugo do melão em substituição ao milho.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 *Objetivo Geral*

Com este estudo objetiva-se investigar as implicações nos parâmetros hematológicos e bioquímicos em ovinos submetidos a diferentes níveis de substituição do milho pelo fruto-refugo do melão na alimentação, visando compreender a resposta fisiológica desses animais.

### 2.2 *Objetivos específicos*

1. Avaliar o estado de saúde geral dos animais alimentados com o fruto-refugo do melão através da análise de parâmetros sanguíneos.
2. Examinar o efeito da substituição do milho pelo fruto-refugo do melão na composição hematológica dos ovinos.
3. Analisar os efeitos metabólicos resultantes da inclusão de fruto-refugo de melão em substituição ao milho na alimentação de ovinos, através da avaliação dos marcadores bioquímicos no soro sanguíneo.

### 3. HIPÓTESE

**H0** - A inclusão do fruto-refugo do melão na dieta dos ovinos, em substituição parcial ao milho, não influencia significativamente os parâmetros hematológicos e bioquímicos desses animais.

**H1** - A inclusão do fruto-refugo do melão na dieta dos ovinos, em substituição parcial ao milho, influencia significativamente os parâmetros hematológicos e bioquímicos desses animais.

## **CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO**

*(Artigo experimental)*

De acordo com as normas da revista Ciência Animal Brasileira  
(Fator de impacto 2023/2024 0.174)

## **Efeito da incorporação do melão no metabolismo de ruminantes: uma análise atualizada**

### **Effect of melon incorporation on ruminant metabolism: an updated analysis**

Ruana Rafaela Lira Torquato Paiva, Juliane Nayra Dantas Silva, Patrícia de Oliveira Lima, Márcia Marcila Fernandes Pinto, Tiago da Silva Teófilo

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil

#### **Resumo**

A incorporação do melão na alimentação de ruminantes no Brasil visa abordar desafios econômicos e sustentáveis na pecuária, aproveitando os resíduos abundantes da agroindústria e proporcionando uma solução financeiramente viável. Além de contribuir para a redução de custos, a inclusão do melão na dieta é respaldada pela sua composição nutricional rica. A compreensão aprofundada dos processos digestivos, especialmente no compartimento ruminal, é crucial para avaliar os impactos do melão na saúde e desempenho digestivo dos ruminantes. A metabolização hepática de ácidos graxos, influenciada pela suplementação com melão, apresenta potenciais riscos de doenças metabólicas. O intestino delgado, desempenhando papel essencial na digestão e absorção de nutrientes, é influenciado pela introdução do melão na dieta, o que afeta a eficiência digestiva e nutricional. Estudos indicam que a inclusão de melão nas dietas pode gerar estresse metabólico, destacando a necessidade de investigar seus impactos nos sistemas metabólicos de ruminantes, considerando aspectos como saúde, desempenho digestivo, metabolização hepática e eficiência nutricional.

**Palavras-chave:** alimentos alternativos; *Cucumis melo* L., fruta; metabolismo; poligástricos.

#### **Abstract**

The incorporation of melon into ruminant feed in Brazil aims to address economic and sustainable challenges in livestock farming, taking advantage of the abundant waste from the agroindustry and providing a financially viable solution. In addition to contributing to cost reduction, the inclusion of melon in the diet is supported by its rich nutritional composition. An in-depth understanding of digestive processes, especially in the rumen compartment, is crucial to assess the impacts of melon on the health and digestive performance of ruminants. Hepatic metabolism of fatty acids, influenced by melon supplementation, presents potential risks of metabolic diseases. The small intestine, playing an essential role in the digestion and absorption of nutrients, is influenced by the introduction of melon into the diet, which affects digestive and nutritional efficiency. Studies indicate that the inclusion of melon in diets can generate metabolic stress, highlighting the need to investigate its impacts on the metabolic systems of ruminants, considering aspects such as health, digestive performance, liver metabolism and nutritional efficiency.

**Key-words:** alternative foods; *Cucumis melo* L., fruit; metabolism; polygastric..

#### **1. Introdução**

A utilização do melão na alimentação de animais ruminantes no Brasil visa enfrentar desafios econômicos e sustentáveis na pecuária. Os resíduos provenientes da agroindústria do melão, que são abundantes devido à produção em larga escala, representam uma fonte promissora para a alimentação animal. Isso não apenas reduz custos, mas também confere uma finalidade sustentável a resíduos anteriormente descartados [1;2].

A inclusão do melão na dieta de ruminantes é respaldada pela sua composição química rica em nutrientes [3;4], embora haja variações nos resultados de estudos quanto ao seu impacto no ganho de peso [5]. Diversas análises indicam que uma abordagem recomendável seria a substituição de ingredientes da dieta por melão, como medida preventiva para evitar possíveis efeitos adversos na saúde dos animais [6;7;8]. Essa recomendação destaca a importância de uma abordagem equilibrada para garantir benefícios nutricionais sem comprometer o bem-estar dos animais.

A compreensão dos processos digestivos, especialmente no compartimento ruminal, é importante para avaliar os efeitos do melão na dieta de ruminantes. Os ácidos graxos de cadeia curta, resultantes da fermentação ruminal, desempenham um papel relevante na absorção de nutrientes e no equilíbrio celular da mucosa ruminal [9;10]. Esse entendimento é fundamental para identificar como o melão pode afetar a saúde e o desempenho digestivo dos animais ruminantes.

A metabolização hepática de ácidos graxos em ruminantes é crucial para o metabolismo energético, englobando captação, síntese e oxidação dos ácidos graxos provenientes da fermentação ruminal. Fatores como a composição da dieta, estado fisiológico e doenças metabólicas influenciam esse processo [11]. A introdução da suplementação com melão pode modificar a quantidade e a variedade de ácidos graxos produzidos, potencialmente aumentando o risco de doenças metabólicas e impactando a metabolização hepática.

O intestino delgado desempenha um papel fundamental na digestão e absorção de macronutrientes, como amido, proteína (microbiana e de escape) e lipídios. No entanto, a transformação dos componentes alimentares durante a fermentação ruminal influencia significativamente a composição da digesta que flui para o intestino. A suplementação com melão pode influenciar a composição e disponibilidade desses nutrientes, impactando a eficiência digestiva e nutricional dos ruminantes [12;13].

Estudos indicam que a inclusão de melão nas dietas de ruminantes pode causar estresse metabólico, evidenciado por problemas como acidose, degeneração hepática e inflamações [6;7;8]. Diante disso, é importante examinar os possíveis impactos negativos dessa suplementação na saúde dos animais, considerando as implicações abrangentes da acidose ruminal. Assim, buscou-se investigar os efeitos da incorporação do melão nos sistemas metabólicos de ruminantes, analisando as alterações em saúde, desempenho digestivo, metabolização hepática e eficiência nutricional.

### **O uso do melão (*Cucumis melo* L.) como componente na alimentação de animais ruminantes.**

A pecuária de ruminantes no Brasil destaca-se globalmente, contudo, os custos, especialmente relacionados à alimentação, tornam-se significativos apesar do sucesso da atividade. Em determinadas regiões, devido às condições edafoclimáticas ou ao nível de tecnificação, a inclusão de alimentos concentrados na dieta dos animais é necessária, o que amplia ainda mais os custos de produção. Para tornar a atividade economicamente viável, é crucial implementar melhorias no sistema de produção, com foco especial na área de alimentação [1; 2].

O Brasil é um grande produtor de frutas, com destaque para o melão, cultivado de forma contínua e em grande escala no Nordeste do país. Essa região enfrenta condições edafoclimáticas adversas e períodos prolongados de escassez de alimentos, especialmente em seu semiárido, dificultando a criação de ruminantes [5; 6; 7]. Diante desse cenário, a utilização de resíduos da agroindústria processadora de frutas surge como uma alternativa para aumentar a rentabilidade na produção de ruminantes. A integração desses resíduos na dieta dos animais contribui para a sustentabilidade da prática, conferindo uma utilidade aos resíduos do melão, que de outra forma poderiam prejudicar o meio ambiente. Além disso, essa abordagem reduz os custos com alimentação e atenua a competição por grãos entre animais e a população humana [5; 14].

Devido aos altos índices de produtividade da cultura no Brasil, uma quantidade significativa de frutas é descartada como refugo, resultando em uma perda anual estimada de 195 mil toneladas de biomassa e nutrientes. Além disso, o país tem experimentado um aumento contínuo na produção de melão, sugerindo um potencial aumento desses resíduos orgânicos [16]. O refugo de melão tem sido utilizado como suplementação para ruminantes no estado do Rio Grande do Norte (RN), o principal produtor de melão no país [8; 17]. Refugo refere-se a frutas com tamanho inadequado ou defeitos em sua aparência, impossibilitando sua comercialização para consumo humano [18].

O melão destaca-se como um alimento para animais devido à sua presença constante ao longo do ano e sua palatabilidade reconhecida por produtores que costumam utilizá-lo na alimentação de seus animais [18; 2]. Além disso, possui teores significativos de água e carboidratos, especialmente sacarose, o açúcar mais abundante de interesse nutricional, representando uma fonte atrativa de energia para os animais [8; 19].

Estudos como o de Kpodo et al. (4) avaliaram as propriedades físico-químicas e funcionais da polpa e dos extratos de pectina de três espécies da família Cucurbitaceae, incluindo o melão. Observou-se que *Cucumis melo* L. apresentou os mais elevados teores de carboidratos e proteínas, sugerindo que a polpa desses frutos pode ser preferencialmente utilizada para extração de carboidratos, enquanto as sementes são boas fontes de proteínas.

A composição química da casca, polpa e semente do melão confirma sua viabilidade como alimento para animais, apesar de variações que podem ocorrer devido a fatores como adubação, irrigação e variedade do fruto. O processo de agroindustrialização das frutas tende a resultar em frutos com menor variação em sua composição química, favorecendo sua utilização na alimentação animal.

**Tabela 1-** Composição bromatológica química da casca do melão (*Cucumis melo* L.)

| Composição (%)      | CT        | CT   | FSC (MS) | FLC (MS) |
|---------------------|-----------|------|----------|----------|
| Proteína Bruta      | 1,2<br>4  | 2,03 | 0,82     | 21,8     |
| Carboidratos totais | 3,0<br>5  | 2,13 | 84.81    | 66.40    |
| Extrato Etéreo      | 0,1       | 0,25 | 1.48     | 0.25     |
| Matéria Mineral     | 0,9<br>6  | 1,19 |          |          |
| Umidade             | 93,<br>23 | 89,8 |          |          |

| Variedade do fruto | Cantalupensis Naud. | Inodorus Naud | Inodorus Naud |
|--------------------|---------------------|---------------|---------------|
| Referência         | (21)                | (20)          | (3)           |

CT: Casca total; MS: Matéria Seca; FSC: Fração sólida da Casca; FLC: Fração Líquida da Casca

**Tabela 2-** Composição bromatológica química da polpa e da semente do melão (*Cucumis melo* L.)

| Composição (%)      | Polpa | Polpa               | Semente       | Semente             | Semente       |
|---------------------|-------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|
| Proteína Bruta      | 1     | 0,7                 | 34,4          | 9,56                | 20,1          |
| Carboidratos totais | 8     | 7,5                 |               | 15,57               | 15,18         |
| Extrato Etéreo      | 0     | -                   | 28            | 0,94                | 25,2          |
| Matéria Mineral     | 0,5   | 0,5                 | 3,3           | 1,64                | 3,2           |
| Umidade             | 91    | 91,3                | 4,8           | 56,3                | 5,6           |
| Variedade do fruto  |       | Cantalupensis Naud. | Inodorus Naud | Cantalupensis Naud. | Inodorus Naud |
| Referência          | (21)  | (20)                | (22)          | (20)                | (23)          |

Um volume substancial de pesquisas tem sido dedicado à avaliação da inclusão do melão na dieta de ruminantes, assegurado por estudos conduzidos por Costa et al. (24). Estes investigaram a substituição completa do milho moído pelo melão na alimentação de ovinos, analisando seu impacto na composição corporal dos animais. Os resultados evidenciaram a ausência de efeitos adversos sobre os aspectos nutricionais e sensoriais da carne. Parâmetros como aroma, textura, suculência e palatabilidade permaneceram inalterados, sugerindo a viabilidade do melão como alternativa na dieta de ovinos sem comprometer a qualidade da carne.

Em um estudo conduzido por Lima et al. (5), o desempenho, consumo e digestibilidade aparente de ovinos alimentados com diferentes níveis de substituição do milho moído pelo melão (0%, 30%, 60% e 100%) foram examinados. Os resultados demonstraram uma redução linear no ganho de peso dos animais à medida que aumentava a proporção de substituição. Apesar da carne não ter tido sua qualidade prejudicada, a substituição completa resultou em um aumento no tempo necessário para o abate dos animais.

Lima et al. (25) realizaram uma pesquisa com foco em vacas leiteiras, constatando um aumento na produção de leite com a inclusão do melão em substituição ao farelo de trigo. Esse incremento na produtividade não comprometeu a qualidade do produto final, destacando o potencial benéfico da incorporação do melão na dieta desses animais para otimizar a produção leiteira.

A inclusão de alimentos alternativos, como o melão, na dieta de ruminantes pode ocasionar desequilíbrios nutricionais, predispondo a alterações metabólicas e o surgimento de doenças associadas à produção. Portanto, ajustes na dieta demandam uma

análise minuciosa não apenas em termos produtivos, mas também em relação à saúde e ao bem-estar dos animais (26;27).

Melo et al. (8) observaram alterações nos parâmetros ruminais e na histologia hepática de bovinos alimentados exclusivamente com dieta à base de melão, além de um aumento nos níveis de glicose sanguínea e acúmulo de glicogênio hepático. Recomendou-se cautela, sugerindo a substituição parcial da dieta total para mitigar os potenciais riscos associados ao elevado teor de carboidratos solúveis.

Oliveira et al. (7) avaliaram os efeitos clínicos da administração súbita de diferentes quantidades de melão (25% e 75% de MS), rico em açúcar, em ovinos não adaptados. No grupo suplementado com 25%, não foram observados sinais clínicos adversos, enquanto no grupo com 75% houve manifestações de acidose láctica, indicadas por pH ruminal abaixo de 5,0, taquicardia, taquipneia e aumento da circunferência abdominal.

Outro estudo conduzido por Oliveira et al. (6) focou na avaliação dos parâmetros sanguíneos, sugerindo que a inclusão equilibrada de até 25% de matéria seca de melão na dieta de ruminantes é segura, mantendo os parâmetros sanguíneos e clínicos dentro da normalidade. Suplementações mais elevadas podem ser consideradas, desde que haja adaptação gradual dos animais ao substrato.

Apesar das limitações em termos de proporções na dieta e características nutricionais e químicas, a sustentabilidade e a viabilidade econômica do aproveitamento do melão refugo in natura o tornam um coproduto de valor para a cadeia produtiva de ruminantes, especialmente em áreas com escassez de alimentos.

### **Fatores que influenciam no desenvolvimento da mucosa ruminal**

O compartimento ruminal perdeu suas glândulas gástricas após profundas alterações filogenéticas, em tamanho e forma, causadas pela característica áspera e volumosa da alimentação dos ruminantes. Este compartimento agora é recoberto por um epitélio estratificado queratinizado rugoso e sem glândulas, portanto todos os processos digestivos realizados no rúmen são exclusivamente resultantes da digestão fermentativa (9;10).

A natureza rugosa da mucosa ruminal foi anteriormente interpretada como uma adaptação para a quebra mecânica dos alimentos ingeridos pelos ruminantes. Contudo, uma vez descoberto os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), produtos da fermentação ruminal, ela tem sido considerada como uma estrutura desenvolvida para aumentar a superfície epitelial de absorção, desempenhando um papel significativo na ingestão de alimentos e ganho de peso dos animais (28;29;10).

Os AGCC, butirato, propionato e acetato, são absorvidos pelas papilas ruminais e representam aproximadamente 70% da energia necessária para crescimento, manutenção e produção destes animais (9). A mucosa ruminal é um tecido multicamadas que experimenta renovação celular constante (30). Os AGCC são metabolizados nas camadas mais profundas dessa mucosa ruminal e sua absorção é facilitada pelos plexos capilares subepiteliais bastante numerosos no rúmen (28;29).

Nesse contexto, os AGCC têm papel relevante regulando a proliferação e a apoptose celular no compartimento ruminal. Esses dois processos importantes na vida celular devem estar em constante equilíbrio nas células da membrana mucosa para manter sua integridade e sua função normal o que reflete diretamente na saúde do animal (9).

A homeostase epitelial requer eventos de proliferação e diferenciação celular que se originam no estrato basal (30). Sabe-se que a densidade das mitocôndrias celulares aumenta em direção à lâmina basal fornecendo a energia necessária para o transporte

de AGCC e outros nutrientes (cetonas, lactato, ureia, minerais etc). Isto sugere que os metabólitos energéticos são conduzidos ativamente no estrato basal e que são importantes para manter a homeostase epitelial do rúmen (10).

Os AGCC e demais nutrientes induzem alterações morfofuncionais nas papilas ruminais, pois, a necessidade de uma maior quantidade de sangue para absorção desses metabólitos proporciona uma maior oferta de agentes tróficos, hormonais e mitogênicos que atingem as papilas devido uma maior irrigação do tecido, e determinam seu maior desenvolvimento (29).

Esses sinais fisiológicos estimulam as células no estrato basal a se separarem da membrana basal subjacente, retirarem-se do ciclo celular e iniciarem o processo de diferenciação terminal e migração para a superfície (10). Essas células comprometidas atravessam as camadas epidérmicas antes de serem eliminadas da superfície epidérmica como células cornificadas. Na epiderme do rúmen, como em outros tipos de epiderme, a morte celular e a perda por cornificação ocorrem continuamente. Assim, novas células diferenciadas devem ser geradas ao longo da vida para repor as células perdidas (30).

Gui e Shen (9) atestaram isso ao fornecerem a cabras um aumento do concentrado dietético de 10 para 35% e obtiveram como resultando uma maior produção de AGCC e um ciclo celular ruminal acelerado com maior expressão de seus genes reguladores como ciclina A, ciclina B1, ciclina D1, ciclina E1, CDK1, CDK2, CDK4 e CDK6. Por outro lado, os autores também perceberam que a ingestão dessa mesma dieta promoveu a apoptose das células ruminais pelo aumento da expressão de genes apoptóticos caspase 3, caspase 8, caspase 9, p53 e Bax.

Eles relacionaram o aumento da proliferação como uma resposta compensatória para substituir as células perdidas por necrose ou apoptose. Em contrapartida o material nutritivo proveniente da célula apoptótica pode ser usado para a proliferação celular. Assim os autores demonstraram que para a homeostase das células teciduais ruminais, o equilíbrio entre ganho celular via mitose e perda celular por diferenciação e apoptose é crítico (9).

A plasticidade da área de absorção também muda de acordo com o tipo de AGCC produzido. Por exemplo, ruminantes que ingerem um alto teor de concentrado apresentam uma distribuição mais uniforme das papilas ruminais na mucosa, que podem se tornar mais longas e maiores devido uma maior produção dos ácidos butírico e propiônico durante a fermentação microbiana (31). Por outro lado, quando a alimentação dos ruminantes é baseada em consumo de forragem e a fermentação induz a produção de grandes quantidades de acetato, ocorre uma redução no tamanho das papilas (29; 32).

Os compostos pécticos demonstram uma propensão favorável para gerar acetato durante a fermentação ruminal, o que é considerado benéfico. Subprodutos provenientes da agroindústria de frutas, notavelmente ricos em pectina, são extensivamente empregados na alimentação de ruminantes, oferecendo vantagens positivas no desempenho produtivo, conforme indicado por Oliveira et al. (33).

Estudos com ruminantes utilizando polpa de citros peletizada e bagaço de laranja desidratado mostraram-se promissores, evidenciando a riqueza em pectina desses subprodutos e seus efeitos semelhantes às dietas baseadas em volumosos (34;35). Além disso, a análise de Kpodo et al.(4) revelou que o melão é uma fonte também significativa de pectina, destacando-se pelos mais altos teores desse polissacarídeo vegetal. Essas descobertas ressaltam a diversidade de frutas com potencial para beneficiar a alimentação de ruminantes, influenciando positivamente a fermentação ruminal e o desenvolvimento do sistema digestivo.

Outras alterações da mucosa do rúmen bem descritas, em virtude da dieta fornecida, incluem alongamento e expansão lateral, ramificação e proliferação de papilas e espessamento da camada cornificada do epitélio. No entanto, os estudos histológicos dos efeitos da dieta são escassos e a variabilidade entre os estudos significa que não há padrões de referência abrangentes (31).

Apesar de diversas alterações morfológicas da mucosa ruminal serem bem descritas em resposta à dieta, estudos histológicos detalhados são escassos, evidenciando a necessidade de pesquisas mais abrangentes para compreender completamente os efeitos da dieta na estrutura e função do rúmen.

### **Metabolismo hepático de Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC)**

A metabolização hepática de ácidos graxos em ruminantes é um processo complexo e fundamental para o metabolismo energético desses animais. No fígado dos ruminantes, ocorrem diversas reações bioquímicas envolvendo a captação, síntese e oxidação dos ácidos graxos (11). Os ácidos graxos provenientes da fermentação microbiana no rúmen são absorvidos pelo epitélio intestinal e, posteriormente, transportados para o órgão por meio da circulação portal.

O fígado capta praticamente todo o propionato e butirato que entram no sangue portal ao passo que o acetato, em sua maior parte, torna-se disponível aos tecidos periféricos (11). Uma vez no órgão, os ácidos graxos são submetidos à beta-oxidação, um processo bioquímico que ocorre na matriz mitocondrial. Durante a beta-oxidação, os ácidos graxos são degradados em unidades de dois carbonos, gerando acetil-CoA e NADH. O acetil-CoA é posteriormente utilizado no ciclo de Krebs para a produção de energia na forma de ATP, enquanto o NADH é direcionado para a cadeia respiratória, onde participa da fosforilação oxidativa (36; 37)

Além da beta-oxidação, o fígado dos ruminantes também desempenha um papel importante na síntese de ácidos graxos. Através de vias metabólicas como a lipogênese, o fígado é capaz de converter carboidratos não estruturais, como a glicose e o lactato, em ácidos graxos. Essa síntese ocorre principalmente durante o período pós-prandial, quando a disponibilidade de nutrientes é elevada. Os ácidos graxos sintetizados no fígado podem ser utilizados como fonte de energia ou armazenados nos tecidos adiposos para uso futuro (37;38).

No entanto, é importante ressaltar que a metabolização hepática de ácidos graxos em ruminantes pode ser afetada por diversos fatores, como a composição da dieta, o estado fisiológico do animal e a presença de doenças metabólicas. Alterações na ingestão de nutrientes, por exemplo, podem levar a mudanças na disponibilidade de substratos para o fígado, afetando assim a síntese e oxidação de ácidos graxos (11; 38). Portanto, o entendimento dos mecanismos envolvidos na metabolização hepática de ácidos graxos em ruminantes é essencial para uma nutrição adequada e o manejo eficiente desses animais.

### **Digestão e absorção intestinal em ruminantes**

Nos ruminantes, a composição da digesta que flui para o intestino sofre mudanças significativas devido à complexa fermentação microbiana no rúmen. Isso resulta na produção de ácidos graxos voláteis e proteínas microbianas (12;13). A transformação dos componentes alimentares durante a fermentação ruminal desempenha um papel crucial na metabolização dos nutrientes, afetando a qualidade e a natureza dos elementos que alcançam o intestino para absorção e utilização posterior.

O intestino delgado é o principal local de digestão e absorção dos macronutrientes amido de escape, proteína (microbiana e de escape) e lipídios. Contudo, devido à influência da microbiota ruminal no perfil desses nutrientes, uma descrição completa dos processos que ocorrem no órgão ainda permanece indefinida (12).

Sabe-se que de maneira semelhante ao que ocorre nos mamíferos não ruminantes, a digesta que entra no intestino delgado é ácida devido à excreção de ácido clorídrico no abomaso. Para que ocorra a digestão dos nutrientes, são necessários tampões secretados pelo pâncreas e pelo fígado para neutralização do pH e obtenção de uma atividade enzimática ideal (12; 39).

Quando dietas à base de forragem são fornecidas a esses animais, praticamente nenhum carboidrato solúvel flui para o intestino delgado porque, as pequenas quantidades nas forragens são rapidamente fermentadas no rúmen (11). Nesse caso, os carboidratos que podem alcançar o intestino delgado são celulose e hemicelulose e quase não sofrem mais modificações porque não há enzimas para digeri-las e a população de microrganismos nesse segmento é muito menor (12; 40).

No entanto, quando são fornecidas dietas de alto concentrado de 40% a 62% do amido dietético pode contornar o rúmen e adentrar no intestino delgado. Estudos têm demonstrado que o amido é um fator importante que afeta a função exócrina do pâncreas (39). Isso porque de forma semelhante ao que ocorre nos animais de estômago simples o amido que flui para o intestino delgado é primeiro hidrolisado pela  $\alpha$ -amilase pancreática que é ativada no lúmen intestinal. Essa enzima hidrolisa as ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4 da cadeia do amido, ou de polímeros de glicose de origem bacteriana, liberando oligossacarídeos como a maltose e maltotriose ainda com pouca ou nenhuma glicose livre (39;40).

Posteriormente as principais atividades de hidrólise do amido no intestino delgado funcionam por meio das enzimas sacarase-isomaltase e maltase-glicoamilase presentes na membrana luminal do epitélio intestinal. Estudos propõem que maltase-glicoamilase é responsável pela rápida hidrólise em baixas ingestões de amido, enquanto a sacarase-isomaltase fornece hidrólise sustentada em altas ingestões de amido (13). Essas enzimas intestinais reduzem ainda mais o tamanho das cadeias e aumenta a quantidade de glicose livre. Os polímeros de glicose resultantes (dois a quatro resíduos) são facilmente hidrolisados pela atividade da maltase (12).

A glicose livre é absorvida do lúmen intestinal para os enterócitos principalmente por meio do cotransportador  $\text{Na}^+$ /glicose presente na membrana apical dessa célula. A passagem da glicose para o sangue pode ocorrer por difusão facilitada. Contudo, o mais comum é que ela seja metabolizada dentro do próprio enterócito devido à alta demanda de energia requerida pelo epitélio intestinal (11;13).

Embora o processo digestivo no intestino delgado em muito se assemelhe ao que ocorre em não ruminantes, os ruminantes tem menor capacidade do que estes para digerir amido (11). A evidência é que aproximadamente 40% do amido de escape não pode ser digerido e utilizado por ruminantes. Essa limitação não está totalmente elucidada, mas sabe-se que, dentre outras causas, está relacionada com a atividade inadequada da amilase no intestino delgado (12; 39).

Proteína alimentar não digerida, proteína microbiana da fermentação ruminal e quantidades limitadas de aminoácidos livres adentram o intestino delgado em um fluxo relativamente contínuo em ruminantes. Isso sugere que neste segmento digestivo há um sistema altamente eficiente na assimilação de proteínas (11; 41).

A digestão e assimilação de proteínas e aminoácidos começa no abomaso onde as condições ácidas os solubilizam e ativam pepsinas que quebram ligações peptídicas

específicas. Os produtos desse processo digestivo fluem para o intestino delgado através do esfíncter pilórico (13).

O fluxo de peptídeos para o duodeno estimula a secreção de enzimas pancreáticas por meio da ação da colecistoquinina. Proteases, incluindo tripsina e quimotripsina, são secretadas pelo pâncreas e se tornam ativas acima de pH 7, ou seja, quando o quimo estiver efetivamente tamponado, um processo que pode não ocorrer até que este passe para o jejuno (41). As proteases pancreáticas hidrolisam grandes polipeptídeos em polipeptídeos menores que são então hidrolisados por peptidases da mucosa intestinal em pequenos peptídeos e aminoácidos (12;13).

Os peptídeos e aminoácidos livres são absorvidos pelas células epiteliais através de sistemas de transporte ativo, em sua maioria, dependentes de sódio e de prótons (11). O transporte facilitado e a difusão passiva também podem ser utilizados por esses nutrientes. O principal transportador de peptídeos no intestino delgado é o Pept1 e existem vários transportadores de aminoácidos livres (12).

Os lipídios, predominantemente constituídos por triglicerídeos, são substâncias insolúveis em água. No rúmen, esses triglicerídeos passam por uma extensa modificação, convertendo-se em ácidos graxos livres que são liberados como produto desse processo (12). Esses ácidos graxos insaturados podem ser tóxicos para alguns microrganismos ruminais. Como uma estratégia de defesa, ainda no rúmen, esses ácidos passam por um processo chamado de biohidrogenação, parcial ou completa, realizado pelas bactérias, resultando na formação de ácidos graxos mais saturados (41).

O fluxo de ácidos graxos para o intestino delgado ocorre principalmente na forma saturada, originando uma composição lipídica na dieta que difere daquela dos lipídios que atingem o intestino delgado. No entanto, triglicerídeos e fosfolipídios que conseguem escapar da lipólise ruminal podem ser posteriormente hidrolisados por lipases e fosfolipases pancreáticas (11; 39).

Os lipídeos que adentram no duodeno podem estar adsorvidos às partículas digestivas fibrosas. A adsorção é impulsionada no abomaso frente a um pH mais baixo, condição em que os ácidos graxos se encontram protonados. Contudo, à medida que adentram no intestino delgado o aumento do pH e ação dos ácidos biliares estimulam a formação de micelas que é um pré-requisito essencial para serem absorvidos por difusão passiva (11). Esses ácidos graxos são amplamente reesterificados na parede intestinal e transportados através do ducto linfático torácico para a circulação sanguínea e daí para a glândula mamária e outros tecidos (42; 12).

A absorção de minerais e vitaminas difere de outros nutrientes porque não são digeridos em formas mais simples para serem assimilados e os seus processos de absorção variam a depender de fatores químicos, vegetais e animais (42). Por isso, pouco se sabe sobre a absorção de vitaminas e minerais em ruminantes, mas estudos comprovam que assim como os não ruminantes o intestino delgado é o principal local de absorção da maioria desses micronutrientes (12).

Os sistemas de transporte envolvidos na absorção das vitaminas diferem dependendo se as vitaminas são hidrossolúveis ou lipossolúveis (12). As vitaminas hidrossolúveis sintetizadas no rúmen durante a fermentação ruminal são absorvidas no intestino por processos ativos, saturáveis e mediados por carreadores que são regulados positivamente durante as deficiências. Além disso, os carreadores podem ser compartilhados, como por exemplo o que é utilizado pela biotina e o ácido pantotênico. No entanto, a maioria das vitaminas hidrossolúveis são absorvidas principalmente por difusão passiva (42).

Os mecanismos específicos que mediam a absorção de vitaminas lipossolúveis em ruminantes são menos conhecidos. Contudo, supõe-se que o processo ocorra forma

semelhante aos animais de estômago simples em que estas são absorvidas em micelas de gordura através do sistema linfático (42).

Para os minerais, o mecanismo de absorção é afetado por uma variedade de fatores, incluindo a forma molecular do mineral. As formas inorgânicas são absorvidas por difusão ou por transportadores específicos que são altamente regulados. As formas quelatadas (em aminoácidos ou proteínas) são normalmente absorvidas em maior extensão por meio de diferentes transportadores (por exemplo, transportadores de aminoácidos) (41; 42).

Outro fator que interfere na absorção desses nutrientes são as interações com outros minerais dentro do trato digestivo. Por exemplo, as dietas são geralmente formuladas para proporções específicas de Ca:P pois estes minerais têm efeitos antagônicos na absorção um do outro quando fornecidos de forma desbalanceada. Da mesma forma, o Ca pode ter efeitos antagônicos na absorção de Zn e de outros cátions bivalentes (41; 42).

Embora a verdadeira extensão e importância dessas relações em ruminantes não seja totalmente elucidada nutricionistas buscam equilibrar as concentrações de minerais nas dietas fornecidas para evitar interações negativas e consequente deficiência mineral nesses animais (42).

O intestino delgado desempenha um papel primordial na digestão e absorção dos macronutrientes essenciais, como amido, proteína (de origem microbiana e de escape) e lipídios. Contudo, a notável influência da microbiota ruminal na composição desses nutrientes adiciona complexidade, tornando desafiadora uma descrição completa e abrangente dos processos metabólicos que ocorrem nesse órgão vital.

### **Efeitos da acidose na mucosa ruminal e no parênquima hepático**

A prática geral no sistema de manejo intensivo moderno de ruminantes é alimentar esses animais com dietas prontamente fermentáveis. A alimentação progressivamente mais rica em grãos tem seu uso justificado no incremento da produtividade e do desempenho de bovinos, ovinos e caprinos de alto rendimento (43). Contudo, como consequência, esses animais adaptados para digerir e metabolizar dietas predominantemente fibrosas, podem estar em maior risco de desenvolver doenças metabólicas (44).

A doença metabólica de maior relevância econômica em ruminantes é a acidose ruminal, conforme destacado por HU et al. (43). Essa condição grave surge quando esses animais consomem dietas propensas à fermentação rápida, resultando em uma diminuição do pH ruminal. Tal acidificação é desencadeada pelo acúmulo de ácidos graxos de cadeia curta, conjugado à ação desses ácidos em conjunto com o ácido lático, como elucidado por ORTOLANI et al. (45).

As células epiteliais ruminais, ao contrário das células abomasais, não são protegidas por muco e são vulneráveis ao insulto acidótico (46). Assim, em quadros de acidose em que pH ruminal pode alcançar um nível abaixo de 5,6 é comum ocorrer a rumenite e eventualmente à paraqueratose ruminal, erosão, ulceração do epitélio ruminal e mucosas hiperêmicas (45).

A rumenite, identificada como a lesão preponderante na acidose ruminal, assume uma relevância crítica no contexto da saúde gastrointestinal dos ruminantes. Uma vez que o epitélio ruminal se inflama, ocorre um comprometimento significativo na adesão celular, resultando na redução substancial da função de barreira natural do órgão. Esse

comprometimento da integridade do epitélio ruminal, por sua vez, contribui para um aumento notável na permeabilidade, estabelecendo um ambiente propício para a translocação de microrganismos e toxinas para outras áreas do organismo (44).

A função de barreira é conseguida por junções aderentes, células compactas e junções comunicantes. Já foi demonstrado em estudos anteriores que a expressão de proteínas associadas à junção de células ruminais, incluindo claudina-1, claudina-4 e ocludina, foi regulada negativamente em modelos de indução de acidose ruminal e pode ser parte do mecanismo que reduz a função de barreira no rúmen (43).

É bem reconhecido que níveis elevados de lipopolissacarídeos (LPS) ou outros padrões moleculares associados a micróbios, pode também comprometer diretamente a função de barreira por meio de vias mediadas por inflamação (43). Tal função também pode ser comprometida devido ao grande aumento da osmolaridade da digesta retículo-ruminal durante a acidose, pois isso resulta em um grande fluxo de água para essas células epiteliais, podendo causar sua ruptura (47).

O comprometimento da função de barreira do epitélio retículo-ruminal, resulta na colonização das áreas lesionadas por bactérias e na translocação de toxinas. Em ambos os casos ocorre o aumento da inflamação local e a passagem desses microrganismos e tóxicos para a circulação portal e para a circulação periférica instaurando diversos problemas de saúde no animal (48).

A acidose ruminal e a rumenite são amplamente aceitas como fatores predisponentes para a ocorrência de abscessos hepáticos. O abscesso hepático é uma infecção polimicrobiana, que ocorre devido à entrada, sobrevivência, proliferação e estabelecimento de bactérias piogênicas no parênquima hepático (49). Esses microrganismos adentram o fígado através da circulação portal e ficam aprisionadas no sistema capilar portal do órgão, levando ao desenvolvimento da infecção (50).

Os abscessos hepáticos podem ser classificados como leves, moderados ou graves, sendo a forma grave mais frequentemente associado a reduções no desempenho dos ruminantes. A distribuição destes no fígado não apresenta padrão consistente, com abscessos superficiais e profundos distribuídos quase uniformemente (49;51).

A lesão, independente da gravidade, inicialmente se estabelece como um microabscesso, possivelmente induzido por um êmbolo no sinusóide, e então progride para necrose coagulativa envolvendo hepatócitos adjacentes. Progressivamente, a lesão se transforma em um verdadeiro abscesso encapsulado e cheio de pus (48;50).

O lúmen desses abscessos é preenchido por leucócitos necróticos, hepatócitos em degeneração e uma quantidade variável de detritos coagulados. Além disso, uma camada de macrófagos e células gigantes multinucleadas envolve o centro necrótico. As bactérias são vistas comumente dentro dos neutrófilos, macrófagos e células gigantes (49).

Histologicamente também é possível observar a perda progressiva da celularidade na zona de transição entre a camada celular mista e a cápsula. A camada capsular consiste em tecido fibroso maduro na parte externa e fibroblastos imaturos na parte interna, e varia em espessura (51).

Se as bactérias dos abscessos hepáticos ou mesmo as bactérias ruminais forem liberadas na circulação, elas podem colonizar os pulmões, válvulas cardíacas, rins ou articulações. Os êmbolos sépticos podem ocasionar endocardite, pielonefrite e artrite ou

ainda podem desencadear o gravíssimo quadro de trombose da veia cava caudal e hemorragia pulmonar (45;46).

Outras possibilidades de lesões ao parênquima hepático foram listadas no estudo de caso conduzido por Melo et al. (8), que investigaram a utilização exclusiva de melão in natura como dieta para bovinos. Nesse estudo, foram identificados indícios sanguíneos coerentes com acidose, juntamente com degeneração vacuolar, infiltrações inflamatórias e congestão na biópsia hepática.

Esses resultados apontam para a presença de estresse metabólico devido à ingestão de uma dieta rica em carboidratos solúveis. A sobrecarga de substâncias, resultante, por exemplo, do excesso no consumo de carboidratos solúveis, torna o fígado incapaz de removê-las eficazmente da corrente sanguínea, levando ao acúmulo de metabólitos e desencadeando congestão, lesões e ativação da resposta imunológica do hospedeiro (8).

### **Dieta e perfil de ácidos graxos na musculatura de ruminantes**

A dieta desempenha um papel crucial na composição e perfil de ácidos graxos na musculatura de ruminantes. A escolha dos alimentos e a formulação da dieta podem influenciar significativamente a quantidade e o tipo de ácidos graxos presentes no tecido muscular. Por exemplo, dietas ricas em carboidratos fermentáveis tendem a aumentar a concentração de ácidos graxos saturados de cadeia curta e média no tecido muscular (55).

O uso de resíduos da indústria da fruta na dieta de ovinos é uma estratégia promissora para enriquecer o perfil de ácidos graxos na musculatura. Esses resíduos contêm compostos bioativos que podem influenciar o metabolismo dos ácidos graxos na carne da espécie (56). O melão, por exemplo, é uma fonte nutritiva e rica em compostos bioativos, como carotenoides e polifenóis (57). Estudos indicam que a inclusão de frutos na dieta de ruminantes aumenta ácidos graxos benéficos, como os ômega-3, e reduz ácidos graxos saturados. Essas mudanças podem melhorar a qualidade da carne, tornando-a mais saudável e nutritiva.

A fermentação ruminal também desempenha um papel importante na produção de ácidos graxos voláteis, que podem ser absorvidos pelo animal e utilizados como substrato para a síntese de ácidos graxos na musculatura. A proporção dos diferentes ácidos graxos voláteis, como acetato, propionato e butirato, no rúmen pode afetar a síntese e o perfil de ácidos graxos no tecido muscular de ruminantes (29).

A suplementação de ácidos graxos na dieta de ruminantes também pode ter um impacto significativo no perfil de ácidos graxos na musculatura. A adição de fontes específicas de ácidos graxos, como ácido linoleico conjugado (CLA) ou ácidos graxos ômega-3, pode aumentar a concentração desses ácidos graxos benéficos no tecido muscular, proporcionando potenciais benefícios para a saúde humana, como a redução do risco de doenças cardiovasculares (55;58).

Outro fator importante a considerar é o tempo de suplementação de determinados ácidos graxos na dieta. Estudos demonstraram que a duração da suplementação pode influenciar a incorporação e o acúmulo de ácidos graxos na musculatura de ruminantes (58). Portanto, é essencial desenvolver estratégias de suplementação adequadas, levando em conta o tempo necessário para que os ácidos graxos sejam incorporados aos tecidos musculares em níveis significativos.

### **Dieta e perfil hematológico e bioquímico em ruminantes**

Os ruminantes apresentam uma variedade de demandas nutricionais, energéticas e metabólicas, que se refletem nos seus perfis hematológicos e bioquímicos. Embora esses perfis possam ser influenciados por fatores externos, como condições ambientais, climáticas, práticas de manejo diversas, e também por fatores individuais, como raça, sexo, idade e condições fisiopatológicas, uma série de estudos tem sido conduzida para estabelecer valores padrão do hemograma e da bioquímica sérica nesses animais (59).

Com o aumento dos custos na produção de ruminantes, torna-se crucial explorar alternativas alimentares, como o aproveitamento de resíduos e subprodutos da agroindústria processadora de frutas (1;5). No entanto, a introdução de alimentos alternativos pode ocasionar desequilíbrios nutricionais, resultando em alterações metabólicas devido à deficiência ou excesso de nutrientes. Tais mudanças, se não controladas adequadamente, podem levar ao surgimento de doenças metabólicas, afetando a saúde dos animais e resultando em prejuízos econômicos para os produtores (59;61).

As modificações metabólicas decorrentes de uma nova dieta, avaliadas por meio da análise de componentes e metabólitos sanguíneos, são especialmente observadas nos perfis hepáticos, renais, musculares e energéticos (60). Essas alterações são influenciadas pela necessidade da medula óssea em receber um equilíbrio adequado de macro e micronutrientes para produzir células sanguíneas em quantidade e qualidade suficientes, atendendo às demandas produtivas e reprodutivas dos animais (62). A falta desse equilíbrio compromete a síntese de células sanguíneas, refletindo-se nos parâmetros sanguíneos dos animais.

Além disso, o funcionamento adequado do metabolismo animal está diretamente ligado à operação adequada de órgãos vitais, como fígado e rins, cruciais inclusive para garantir a eritropoiese adequada na medula óssea. Dessa forma, se a dieta não fornece os nutrientes necessários a esses órgãos, ou se eles forem prejudicados por metabólitos provenientes da dieta, podem surgir alterações detectáveis nos componentes da série eritrocitária, leucocitária e bioquímica sanguínea, bem como em outros exames (62).

Oliveira et al. (6) investigaram os efeitos da administração de diferentes quantidades de melão em ovinos não adaptados para avaliar as variáveis hemogasométricas, bioquímicas e hematológicas. A inclusão de 25% da matéria seca (MS) de melão resultou em poucas alterações sanguíneas, enquanto a inclusão de 75% provocou mudanças nos parâmetros sanguíneos, indicando uma discreta acidose metabólica sistêmica e hiperglicemia.

Melo et al. (8) estudaram o uso do melão in natura como única fonte alimentar para bovinos de corte. Os autores, reconhecendo que o plasma sanguíneo reflete de maneira fidedigna a situação metabólica dos tecidos, optaram por analisar parâmetros séricos, incluindo glicose, fosfatase alcalina, AST (aspartato aminotransferase), ALT (alanina aminotransferase) e ureia. Os metabólitos sanguíneos estavam dentro da faixa normal para a espécie, com exceção da glicose, que variou de 130,33 a 171,50 mg/dL, ultrapassando os valores fisiológicos.

Durante experimentos, Guzmán et al. (63) avaliaram, entre outros fatores, os parâmetros bioquímicos no sangue de cabras no início da lactação, empregando polpa de laranja desidratada como substituto para cereais em suas dietas. Todos os parâmetros bioquímicos plasmáticos analisados estavam dentro dos intervalos de referência para cabras saudáveis. Entretanto, as dietas com o resíduo orgânico resultaram em uma

redução nos níveis de CK (creatina quinase) plasmática e AST, indicando uma diminuição no dano oxidativo aos músculos decorrentes do tratamento dietético.

Molosse et al. (64) introduziram farinha de resíduo de uva na dieta de cordeiros lactentes, analisando diversos parâmetros, como perfil metabólico, leucograma e proteinograma. A inclusão da suplementação do resíduo resultou em aumento nos níveis séricos de imunoglobulinas, interpretado pelos autores como uma melhoria nas respostas humorais. Além disso, foram observadas concentrações mais elevadas de glicose e triglicerídeos nos cordeiros do grupo que recebeu 2% de suplementação no concentrado.

Esses estudos, apesar de abordarem diferentes espécies, estados fisiológicos e critérios de produção, convergem para a importância fundamental de compreender as implicações nutricionais e metabólicas de fontes alimentares não convencionais nos perfis hematológico e bioquímico, assegurando a saúde e o desempenho adequado dos ruminantes. É importante ressaltar que esses perfis, embora valiosos como ferramentas diagnósticas, requerem complementação com exames clínicos, histórico sanitário-produtivo e análises cuidadosas, além de um ajuste adequado da dieta (59; 60).

## 5. Considerações finais

O estudo aborda o impacto da inclusão de melão na alimentação de ruminantes no Brasil, visando enfrentar desafios econômicos e promover a sustentabilidade na pecuária. Embora o melão ofereça uma fonte promissora de nutrientes e redução de custos, a análise destaca a necessidade de uma abordagem equilibrada para evitar efeitos adversos no ganho de peso e na saúde dos animais. A compreensão dos processos digestivos, metabolização hepática e eficiência nutricional é crucial, pois a introdução do melão pode influenciar esses aspectos, aumentando o risco de doenças metabólicas.

## Declaração de conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Referências

1. Pazidora, R.D.; Pazidora, B.R.C.N.; Ferreira, E.; Muniz, I.M.; Andrade, E.R.; Siqueira, J.V.s.; Scherer, F.; Venturoso, O.J.; Souza, P.J.. Digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos alimentados com resíduos de agroindústrias processadoras de frutas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 71, n. 6, p. 2093-2102, dez. 2019. Doi:<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10706>.
2. Pinto, M. M. F.; Gonçalves, J. S.; Souza, I. T. N.; Batista, N. V.; Melo, V. L. L.; Firmino, S. S.; Pinedo, L. A.; LIMA, P. O.. Utilização do melão (*Cucumis melo* L.) na alimentação de ruminantes: uma revisão. *Brazilian Journal Of Development*, v. 5, n. 12, p. 31466-31481, 2019.
3. Gomez-Garcia, R. et al. Chemical valorization of melon peels towards functional food ingredients: bioactive profile and antioxidant properties. *Food Chemistry*, v. 335, jan, 2021. Doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127579.

4. Kpodo, F. M.; Jato, J.; Adjei, C. N. A.; Walter, A.; Agbenorhevi, J.K.; Duah, J.; Nuro-Ameyaw, P. Physicochemical and functional properties of pulp and pectin from agro-waste of three Cucurbitaceae species. *Food Chemistry Advances*, v. 3, p. 100530, dez. 2023. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100530>.
5. Lima, C. A. C.; Lima, G. F. C.; Costa, R. G.; Medeiros, A. N.; Aguiar, E. M.; Lima Junior, 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*, v. 41, n. 1, p. 164-171, jan. 2012. Doi:<https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000100024>.
6. Oliveira, F. L. C.; Barreto-Júnior, R. A.; Minervino, A. H. H.; Reis, L. F.; Araújo, C. A. S. C.; Rodrigues, F. A. M. L.; Souza, R. S.; Gameleira, J. S.; Souza, F. J. A.; Mori, C. S.. Avaliação hemogasométrica, bioquímica e hematológica de ovinos suplementados com melão. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 67, n. 5, p. 1272-1278, out. 2015a. Doi:<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8085>.
7. Oliveira, F. L. C.; Barreto Júnior, R. A.; Minervino, A. H. H.; Reis, L. F.; Tavares, M. D.; Vale, R. G.; Gameleira, J. Silva; Souza, F. J. A.; Mori, C. S.; Ortolani, E. Lippi. Clinical evaluation of unadapted sheep submitted to sudden intake of melon with high levels of sugar. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 6, p. 3721, 9 dez. 2015b. Universidade Estadual de Londrina. Doi:<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n6p3721>.
8. Melo, V. L. L.; Batista, N. V.; Pinto, M. M. F.; Teófilo, T. S.; Oliveira, P. V. Carlos de; Lima, Patrícia de Oliveira. Melão in natura como dieta exclusiva para bovinos: um estudo de caso. *Research, Society And Development*, v. 9, n. 10, p. 1-22, 17 set. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8341>.
9. Gui, H.; Shen, Z.. Concentrate diecombined effects of short-chain fatty acid and t modulation of ruminal genes involved in cell proliferation and apoptosis is related to pH in rumen of goats. *Journal Of Dairy Science*, v. 99, n. 8, p. 6627-6638, ago. 2016. Doi:doi: 10.3168/jds.2015-10446.
11. Na, S. W.; Guan, L. L.. Understanding the role of rumen epithelial host-microbe interactions in cattle feed efficiency. *Animal Nutrition*, v. 10, p. 41-53, set. 2022. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.04.002>.
12. Kozloski, G. V.. Digestão, absorção e metabolismo visceral. In: KOZLOSKI, Gilberto Vilmar. *Bioquímica dos Ruminantes*. 2. ed. Santa Maria: Ufsm, 2009. Cap. 2. p. 117-124.
13. Swanson, K. C. Small Intestinal Anatomy, Physiology, and Digestion in Ruminants. *Reference Module In Food Science*, p. 1-7, 2019. Doi:[10.1016/B978-0-08-100596-5.22638-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22638-3).
14. Harmon, D.L.; Swanson, K.C. Review: nutritional regulation of intestinal starch and protein assimilation in ruminants. *Animal*, v. 14, p. 17-28, 2020. Doi:<https://doi.org/10.1017/S1751731119003136>.
15. Sahoo, A.; Sarkar, S.; Lal, B.; Kumawat, P.; Sharma, S.; De, K.. Utilization of fruit and vegetable waste as an alternative feed resource for sustainable and eco-friendly sheep farming. *Waste Management*, v. 128, p. 232-242, jun. 2021. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.050>.
16. Embrapa Agroindústria Tropical. Melão desperdiçado é alternativa à maçã na indústria de bebidas. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28868795/melao-desperdicado-e-alternativa-a-maca-na-industria-de-bebidas#:~:text=Sete%20mil%20hectares%20para%20o,mil%20hectares%20cultivados%20foi%20perdida..> Acesso em: 20 dez. 2023.

17. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de Melão. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/br>. Acesso em: 20 dez. 2023.
18. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de Melão. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/rn>. Acesso em: 20 dez. 2023.
19. Barreto, H. F. M.; Lima, P. O.; Souza, C. M. S.; Moura, A. A. C.; Alencar, R. D.; Chagas, F. P. T. Uso de coprodutos de frutas tropicais na alimentação de ovinos no Semiárido do Brasil. *Archivos de Zootecnia*, v. 63, n. 241, p. 117-131, 28 jan. 2014. Doi: <https://doi.org/10.21071/az.v63i241.594>
20. Lima, R. E. M.; Calvet, A. S. F.; Farias, F. C.; Araújo, L. F.; Bezerra, M. A.. Nutrição mineral e força da fonte na produção e qualidade de frutos de melão amarelo. *Brazilian Journal of Animal And Environmental Research*, v. 6, n. 2, p. 1547-1557, 29 maio 2023. Doi: <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n2-047>.
21. Storck, C. R. et al. Leaves, stalk, pell and seeds of vegetables: nutritional composition, utilization and sensory analysis in food preparations. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 3, p.537-543, mar, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000300027>.
22. Gondim, J. A. M. et al. Centesimal composition and minerals in peels of fruit. *Food Science and Technology*, Campinas, 25(4): 825-827, out.-dez. 2005. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400032>
23. KALE, J. et al. A comparative study of the properties of 10 seed varieties Melon and seed oils. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14463>
24. MALACRIDA, C. B. et al. Composição química e potencial antioxidante de extratos de sementes de melão amarelo em óleo de soja. *Revista Ciência Agronômica*, v. 38, n. 4, 2007, pag. 372-376, 2007.
25. Costa, R. G.; Lima, C. A. C.; Medeiros, A. N.; Lima, G. F. C.; Marques, C. A. T.; Queiroga, R. C. R. E. Composição centesimal e análise sensorial da carne de ovinos Morada Nova alimentados com dietas contendo melão em substituição ao milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 12, p. 2799-2804, dez. 2011. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982011001200026>.
26. Lima, G.F.C.; Silva, J.G.M.; Aguiar, E.M.; Ferreira, M.A.; Rangel, A.H.N. e Torres, J.F. 2011. Frutos refugo de melão em substituição ao farelo de trigo na alimentação de vacas leiteiras. *Revista Caatinga*, v. 24, n.3, p. 190-197.
27. Gonzalez, F. H. D. Indicadores de bioquímica sanguínea em transtornos metabólicos de ruminantes. *Revista Brasileira de Buiatria - Rbb*, v. 4, n. 4, p. 82-99, 2021. Doi: <http://dx.doi.org/10.4322/2763-955x.2022.002>.
28. Van Saun, R. J.. *Metabolic Profiling in Ruminant Diagnostics*. *Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice*, v. 39, n. 1, p. 49-71, mar. 2023. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2022.10.004>.
29. DYCE, K. M. *Tratado de anatomia veterinária*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 856 p.
30. Millen, D. D.; Arrigoni, M. B.; Pacheco, R. D. L. (ed.). *Rumenology*. São Paulo: Springer Cham, 2016. 314 p.
31. Yohe, T.T.; Tucker, H.L.M.; Parsons, C.L.M.; Geiger, A.J.; Akers, R.M.; Daniels, K.M.. Short communication: initial evidence supporting existence of potential rumen epidermal stem and progenitor cells. *Journal Of Dairy Science*, v. 99, n. 9, p. 7654-7660, set. 2016. American Dairy Science Association. Doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-10880>.

32. Ferguson, H.J.; Koh-Tan, H.H.C.; Johnston, P.e.J.; Wallace, R.J.; Andonovic, I.; Michie, C.; McCartney, C.A.; Strachan, E.M.; Snelling, T.J.; Harvey, C.D. Light microscopic observations of the ruminal papillae of cattle on diets with divergent forage to cereal ratios. *Animal*, v. 16, n. 3, p. 100462, mar. 2022. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100462>.
33. Almeida, M. T.C.; Ezequiel, J.M.B.; Paschoaloto, J.R.; Perez, H.L.; Carvalho, V.B.; Castro Filho, Edivilson S.; Van Cleef, Eric H.C.B. Rumen and liver measurements of lambs fed with high inclusions of crude glycerin in adaptation and finishing period of feedlot. *Small Ruminant Research*, v. 167, p. 1-5, out. 2018. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.08.001>.
34. Oliveira, V. S.; Santana neto, J. A.; Valença, R. L.; Silva, B. C. D.; Santos, A. Caroline P. CARBOIDRATOS FIBROSOS E NÃO FIBROSOS NA DIETA DE RUMINANTES E SEUS EFEITOS SOBRE A MICROBIOTA RUMINAL. *Veterinária Notícias, Uberlândia*, v. 22, n. 2, p. 1-18, dez. 2016.
35. Peixoto, E. L. T.; Morens, M. J. F.; Fonseca, C.E.M.; Moura, E. S.; Lima, K. R.; Lopes, F. C. F.; Cabral, L. . Citrus pulp in lamb diets: intake, digestibility, and ruminal parameters. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 5, p. 3421, 21 out. 2015. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p3421>.
36. Valença, R. L.; FERREIRA, A. C. D.; Santos, A. C. P.; Silva, B. C. D.; Oliveira, V. S.; Santana neto, J. A.; Lima, J. U. N.; Oliveira, E. S. Silagem de bagaço de laranja pré-seco e a sua utilização na alimentação de ruminantes – Revisão. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 15, n. 1, p. 68-73, 10 maio 2016. Universidade do Estado de Santa Catarina. <http://dx.doi.org/10.5965/223811711512016068>.
37. Besten, G. D.; Van Eunen, K.; Groen, A. K.; Venema, K.; Reijngoud, Dirk-Jan; Bakker, B. M.. The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism. *Journal of Lipid Research*, v. 54, n. 9, p. 2325-2340, set. 2013. Doi: [10.1194/jlr.R036012](https://doi.org/10.1194/jlr.R036012)
38. Angeli, E.; Rodriguez, F. M. I.; Rey, F.; Santiago, G.; Matiller, V.; Ostega, H. H.; Hein, G. J. Liver fatty acid metabolism associations with reproductive performance of dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, v. 208, p. 106104, set. 2019. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.06.016>.
39. Schonfeld, P.; Wojtczak, L.. Short- and medium-chain fatty acids in energy metabolism: the cellular perspective. *Journal Of Lipid Research*, v. 57, n. 6, p. 943-954, jun. 2016. Doi: [10.1194/jlr.R067629](https://doi.org/10.1194/jlr.R067629).
40. Guo, L.; Yao, Junhu; Cao, Yangchunan. Regulation of pancreatic exocrine in ruminants and the related mechanism: the signal transduction and more. *Animal Nutrition*, v. 7, n. 4, p. 1145-1151, dez. 2021. Doi: [10.1016/j.aninu.2021.09.004](https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.09.004).
41. Trota, R. J; Sitorski, L. G; Acharya, S.; Brake, D. W; Swanson, K. C. Duodenal Infusions of Starch with Casein or Glutamic Acid Influence Pancreatic and Small Intestinal Carbohydrase Activities in Cattle. *The Journal Of Nutrition*, v. 150, n. 4, p. 784-791, abr. 2020. Doi: [10.1093/jn/nxz319](https://doi.org/10.1093/jn/nxz319)
42. Sutton, J. D.; Crompton, L. A.; Reynolds, C. K.. Nutrition, Digestion and Absorption: small intestine of lactating ruminants. *Encyclopedia Of Dairy Sciences*. p. 102-109, 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-818766-1.00022-2>.
43. Suttle, N. . Ruminant Nutrition – Digestion and Absorption of Minerals and Vitamins. *Reference Module In Food Science*, p. 1-8, 2016. Elsevier.
44. Hu, H.; Yang, S.; Cheng, M.; Song, L.; Xu, M.; Gao, M.; Yu, Z.. Long-term effect of subacute ruminal acidosis on the morphology and function of rumen epithelial barrier in lactating goats. *Journal Of Integrative Agriculture*, v. 21, n. 11, p. 3302-3313, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.08.087>.

45. Elmhadi, M. E.; Ali, D. K.; Khogali, Mawahib K.; Wang, Hongrong. Subacute ruminal acidosis in dairy herds: microbiological and nutritional causes, consequences, and prevention strategies. *Animal Nutrition*, v. 10, p. 148-155, set. 2022. Doi: [10.1016/j.aninu.2021.12.0080](https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.12.0080)
46. Ortolani, E. L.; Sousa, R. S.; Minami, N. S.; Oliveira, F. L. C. ; Dias, M. R. Borges; Sucupira, M. C. Araripe; Barreto Júnior, R. A.; Minervino, A. H. H.. Acidoses ruminais em bovinos: uma revisão. *Revista Brasileira de Buiatria - RBB*, v. 2, n. 2, p. 39-64, 2021.
47. Krause, K. M.; Oetzel, G. R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: a review. *Animal Feed Science And Technology*, v. 126, n. 3-4, p. 215-236, mar. 2006. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.004>
48. Plaizier, J.C.; Mulligan, F.J.; Neville, E.W.; Guan, L.L.; Steele, M.A.; Penner, G.B.. Invited review: effect of subacute ruminal acidosis on gut health of dairy cows. *Journal Of Dairy Science*, v. 105, n. 9, p. 7141-7160, set. 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2022-21960>.
49. Pinedo, P.; Melendez, P.. Liver Disorders Associated with Metabolic Imbalances in Dairy Cows. *Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice*, v. 38, n. 3, p. 433-446, nov. 2022. Doi: [10.1016/j.cvfa.2022.07.004](https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2022.07.004).
50. Amachawadi, R. G.; Nagaraja, T.G. Pathogenesis of Liver Abscesses in Cattle. *Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice*, v. 38, n. 3, p. 335-346, nov. 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2022.08.001>.
51. Nagaraha, T.G.; Lechtenberg, Kelly F.. Liver Abscesses in Feedlot Cattle. *Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice*, v. 23, n. 2, p. 351-369, jul. 2007. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.05.002>.
52. Reinhardt, C.D.; Hubbert, M.E. Control of liver abscesses in feedlot cattle: a review contribution no. 10-205-j from the kansas agric. exp. stn., manhattan 66506. *The Professional Animal Scientist*, v. 31, n. 2, p. 101-108, abr. 2015. Doi: <https://doi.org/10.15232/pas.2014-01364>
53. <https://doi.org/10.15232/pas.2014-01364>
54. Souza, J. G.; Ribeiro, C. V. M . Biohidrogenação ruminal e os principais impactos no perfil de ácidos graxos da carne: revisão. *Research, Society And Development*, v. 10, n. 13, p. 1-13, 3 out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21039>
55. Salami, S.A.; Luciano, G.; O'Grady, M.N.; Biondi, L.; Newbold, C.J.; Kerry, J.P.; Priolo, A. (2019). Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production. *Animal Feed Science and Technology*, 251:37–55. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.02.006>.
56. Qian, O. Y; Harith, S.; Shahril, M. R. Shahidan, N. BIOACTIVE COMPOUNDS IN Cucumis melo L. AND ITS BENEFICIAL HEALTH EFFECTS: A SCOPING REVIEW. *Malaysian Applied Biology*, p. 1-13, nov. 2019.
57. Chikwanha, O. C.; Vahmani, P.; Muchenje, V.; Dugan, M. E.R.; Mapiye, C.. Nutritional enhancement of sheep meat fatty acid profile for human health and wellbeing. *Food Research International*, v. 104, p. 25-38, fev. 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.005>.
58. Gonzalez, F. H. D. Indicadores de bioquímica sanguínea em transtornos metabólicos de ruminantes. *Revista Brasileira de Buiatria - Rbb*, v. 4, n. 4, p. 82-99, 2021. Doi: <http://dx.doi.org/10.4322/2763-955x.2022.002>.
59. Van Saun, Robert J.. Metabolic Profiling in Ruminant Diagnostics. *Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice*, v. 39, n. 1, p. 49-71, mar. 2023. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2022.10.004>.
60. Santos, C.B.; Araujo, M.J.; Bezerra, L.R.; Marques, C.A.T.; Torreão, J.N.C.; Freitas, N.E.; Oliveira Neto, C.B.; Morais, J.S.. Parâmetros hematológicos e bioquímicos

de cabras lactantes alimentadas com dietas contendo glicerina bruta oriunda da produção de biodiesel proveniente de óleo de fritura. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 70, n. 6, p. 1867-1876, dez. 2018. Doi:<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10022>.

61. Thrall, M. A.; Weiser, G.; Allison, R. W.; Campbel, T.W.. *Hematologia e Bioquímica veterinária*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. 678 p.

62. Guzman, J.L.; Perez-Ecija, A.; Zarazaga, L.A.; Martin-Garcia, A.I.; Horcada, A.; Delgado-Pertinéz, M.. Using dried orange pulp in the diet of dairy goats: effects on milk yield and composition and blood parameters of dams and growth performance and carcass quality of kids. *Animal*, v. 14, n. 10, p. 2212-2220, 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1017/s1751731120000932>.

63. Molosse, V. L.; Deolindo, G. L.; Cécere, B. G.; Marcon, H.; Rosa, G.; Vedovatto M.; Zotti, C. A.; Silva, A. D.; Fracasso, M.; Morsch, V. M.. Effect of dietary supplementation with grape residue flour on weight gain, metabolic profile, leukogram, proteinogram and antioxidant response in suckling lambs. *Research In Veterinary Science*, v. 139, p. 112-120, out. 2021. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.07.004>.

**CAPÍTULO 2 - Parâmetros sanguíneos em ovinos alimentados com diferentes níveis de melão em substituição ao milho**

*(Artigo experimental)*

De acordo com as normas da revista Ciência Animal Brasileira  
(Fator de impacto 2023/2024 0.174)

## **Parâmetros sanguíneos em ovinos alimentados com diferentes níveis de melão em substituição ao milho**

### **Blood parameters in sheep fed different levels of melon replacing corn**

Ruana Rafaela Lira Torquato Paiva, Patrícia de Oliveira Lima, Márcia Marcila Fernandes Pinto, Michelly Fernandes de Macedo, Dorgival Moraes de Lima Junior, Tiago da Silva Teófilo

1 Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil

#### **Resumo**

Objetivou-se avaliar as possíveis implicações nos parâmetros hematológicos e bioquímicos em ovinos alimentados com diferentes níveis de substituição do milho pelo fruto-refugo do melão. Para isso, trinta ovinos machos clinicamente saudáveis foram aleatoriamente distribuídos em cinco tratamentos, representando distintos níveis de substituição do milho na dieta. O experimento foi conduzido ao longo de 61 dias, com coletas de dados após 14 dias de adaptação, utilizou-se uma dieta formulada para atender às necessidades nutricionais dos animais, composta por feno de capim elefante, ração concentrada e melão *in natura*. A análise hematológica revelou que a substituição do milho pelo fruto-refugo do melão proporcionou um aumento progressivo nos leucócitos durante o período experimental, especialmente nos grupos com maior inclusão de melão, sugerindo uma possível resposta a agressões nos tecidos causadas pela dieta. Em relação à bioquímica sérica, variáveis como albumina, creatinina e triglicérides permaneceram dentro dos padrões normais, enquanto a ureia apresentou variações, indicando possíveis efeitos na função renal. Danos hepáticos foram evidenciados pelo aumento nos níveis das enzimas AST e GGT, ressaltando a sensibilidade desta última como indicador de lesão hepática crônica. Aumentos nos níveis de colesterol e variações na glicemia também foram observados, apontando para complexos efeitos metabólicos. Esses resultados ressaltam a necessidade de compreender a resposta fisiológica única dos ovinos à inclusão do fruto-refugo do melão na dieta, conforme refletido nos parâmetros hematológicos e bioquímicos, com o objetivo de assegurar uma formulação equilibrada e a preservação da saúde do rebanho.

**Palavras-chave:** alimentos alternativos; *Cucumis melo* L.; bioquímica; hematologia; ruminantes.

#### **Abstract**

The objective was to evaluate the possible implications on hematological and biochemical interferences in sheep fed with different levels of replacement of corn with the melon fruit. For this, thirty clinically healthy male sheep were randomly distributed into five treatments, representing different levels of corn replacement in the diet. The experiment was conducted over 61 days, with data collection after 14 days of adaptation, using a diet formulated to meet the nutritional needs of the animals, consisting of elephant

grass hay, technical feed and fresh melon. A hematological analysis revealed that replacing corn with melon fruit provided a progressive increase in leukocytes during the experimental period, especially in groups with greater melon inclusion, providing a possible response to tissue damage caused by the diet. In relation to serum biochemistry, variables such as albumin, creatinine and triglycerides were adequate within normal limits, while urea showed variations, but possible effects on renal function. Liver damage was evidenced by increased levels of AST and GGT enzymes, highlighting the sensitivity of the latter as an indicator of chronic liver damage. Increases in cholesterol levels and variations in blood glucose were also observed, pointing to complex metabolic effects. These results highlight the need to understand the unique physiological response of sheep to the inclusion of melon fruit in the diet, as reflected in hematological and biochemical parameters, with the aim of ensuring a balanced formula and preserving the health of the herd.

**Key-words:** alternative foods; *Cucumis melo* L.; biochemistry; hematology; ruminants.

## 1. Introdução

Embora o Brasil mantenha uma posição de destaque na produção de ruminantes em escala global, os desafios econômicos persistem, particularmente no âmbito dos custos consideráveis, sobretudo os associados à alimentação. Dependendo da região e das condições edafoclimáticas, bem como do nível de tecnificação da atividade, pode ser necessária a inclusão de alimento concentrado na dieta dos animais, aumentando ainda mais os custos de criação (1).

Diante deste contexto desafiador, a utilização estratégica de resíduos oriundos da agroindústria de frutas emerge como uma alternativa promissora para otimizar a rentabilidade na criação de ruminantes, ao mesmo tempo em que contribui para a sustentabilidade, conferindo um propósito valioso aos resíduos. Esta prática não apenas reduz os custos associados à alimentação, mas também desempenha um papel crucial na mitigação da competição por grãos entre animais domésticos e a população humana (1-3).

As frutas são produzidas em abundância em todo o território brasileiro, destacando-se o melão, que é cultivado de forma contínua e em larga escala no Nordeste do país. Esta região é notória por suas condições edafoclimáticas adversas e pelo período prolongado de escassez de alimentos, principalmente no seu semiárido, o que dificulta a produção de ovinos na região no período de estiagem (1;4-5).

O melão se destaca como uma opção viável na alimentação de ruminantes, não apenas devido à sua disponibilidade ao longo do ano, mas também devido à sua alta palatabilidade e qualidade nutricional (2;6). Adicionalmente, o fruto apresenta um elevado teor de água e quantidades consideráveis de carboidratos, especialmente os

carboidratos não fibrosos, que representam uma fonte essencial de energia para esses animais (7).

No entanto, a introdução de alimentos alternativos pode causar desequilíbrios nutricionais, levando a alterações metabólicas por deficiência ou excesso de nutrientes. Se essas mudanças ultrapassarem a capacidade do organismo de manter o equilíbrio, as doenças da produção podem surgir, resultando em danos à saúde dos animais e prejuízos econômicos para os produtores (8; 9).

A avaliação da saúde animal frequentemente se baseia em parâmetros sanguíneos como indicadores de alterações fisiológicas. No entanto, os parâmetros hematológicos ainda são subutilizados na produção de ovinos (10). Um exemplo disso é que, embora o uso de frutas tropicais, como o melão, tenha sido previamente investigado na dieta de ovinos (1;4-5;11), poucos pesquisadores abordaram a análise dos parâmetros sanguíneos ao introduzi-las na dieta.

Contudo, é essencial avaliar as modificações metabólicas resultantes de uma nova dieta por meio da análise de componentes e metabólitos sanguíneos (12-13;9). Tais alterações exercem influência direta sobre a medula óssea. Caso ela não receba um equilíbrio adequado de macro e micronutrientes para a produção de células em quantidade suficiente e com alta qualidade, não será capaz de atender às demandas produtivas e reprodutivas dos animais (14).

Adicionalmente, o pleno funcionamento do metabolismo animal está também diretamente ligado à operação adequada de órgãos vitais, como fígado e rins, os quais são cruciais inclusive para garantir a eritropoiese adequada na medula óssea (14). Assim, se a dieta não fornece os nutrientes necessários a esses órgãos, ou se eles forem prejudicados por metabólitos provenientes dela, podem surgir alterações detectáveis nas séries eritrocitária, leucocitária e bioquímica desses animais, assim como em outros exames (4;10). Com base nas considerações apresentadas, objetivou-se com este estudo analisar os parâmetros hematológicos e bioquímicos em ovinos submetidos a diferentes níveis de substituição do milho pelo resíduo de melão.

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Animais e procedimentos experimentais**

Todos os procedimentos experimentais foram analisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

O experimento foi conduzido em uma fazenda comercial localizada no município de Mossoró-RN à -5.2647 latitude e -37.3785 longitudes. A região em questão apresenta características de clima quente, com um ambiente semiárido e uma distribuição irregular de chuvas ao longo do ano.

Foram utilizados 30 ovinos, machos, com aproximadamente 20 kg de peso corporal, sem padrão racial definido (SPRD), não castrados e clinicamente saudáveis. Foi utilizado neste estudo apenas machos para fins de padronização dos grupos experimentais.

Para realização do experimento, os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos que representavam os níveis de substituição do milho pelo melão e seis repetições. Os animais foram mantidos em baias individuais de 1m<sup>2</sup>, providas de comedouro e bebedouro por um período de 61 dias dividido em 14 dias para adaptação às dietas seguidas por 47 dias para coleta de dados.

A alimentação diária dos animais foi realizada duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16 horas, como ração total, *ad libitum*, em quantidade suficiente para obter sobra de 10% do total oferecido. O melão *in natura* foi picado e ofertado junto com o feno e o concentrado no comedouro. Durante o período experimental, todas as manhãs, foram coletadas e pesadas as sobras dos alimentos para ajuste da quantidade ofertada e cálculo do consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

## **2.2 Dietas experimentais**

A dieta experimental foi formulada conforme preconizado pelo *National Research Council* (15) e desenvolvida para atender os requerimentos nutricionais dos cordeiros e fazê-los alcançar um ganho médio diário de 200 g. Esta foi composta por feno de capim elefante e ração concentrada constituída por milho, farelo de soja, farelo de trigo e núcleo mineral e vitamínico (16) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

|                           | Matéria<br>seca<br>(g/kg<br>MN <sup>1</sup> ) | Matéria<br>orgânica<br>(g/kg<br>MS <sup>2</sup> ) | Matéria<br>mineral<br>(g/kg MS <sup>2</sup> ) | Proteína<br>bruta (g/kg<br>MS <sup>2</sup> ) | Extrato<br>etéreo<br>(g/kg<br>MS <sup>2</sup> ) | FDN <sup>3</sup><br>(g/kg MS <sup>2</sup> ) | FDA <sup>4</sup><br>(g/kg<br>MS <sup>2</sup> ) | CNF <sup>5</sup><br>(g/kg<br>MS <sup>2</sup> ) |
|---------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Feno de capim<br>elefante | 938,2                                         | 917,7                                             | 82,3                                          | 26,3                                         | 12,9                                            | 690,4                                       | 408,7                                          | 188,1                                          |
| Milho grão                | 892,1                                         | 987,7                                             | 12,3                                          | 84,6                                         | 47,5                                            | 90,7                                        | 30,5                                           | 764,9                                          |
| Farelo de soja            | 910,1                                         | 934,1                                             | 65,9                                          | 480,1                                        | 30,6                                            | 121,4                                       | 88,3                                           | 302,0                                          |
| Fruto-refugo<br>do melão  | 67,4                                          | 874,2                                             | 125,8                                         | 148,6                                        | 39,6                                            | 246,7                                       | 163,2                                          | 439,3                                          |
| Farelo de trigo           | 912,2                                         | 938,5                                             | 61,5                                          | 156,4                                        | 46,5                                            | 383,1                                       | 135,6                                          | 352,5                                          |

<sup>1</sup>Matéria natural; <sup>2</sup>Matéria seca; <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro; <sup>4</sup>Fibra em detergente ácido; <sup>5</sup>Carboidratos não-fibrosos.

Para a obtenção dos tratamentos experimentais o milho foi substituído pelo melão *in natura*, na matéria seca total da dieta, nos percentuais de zero, 25, 50, 75 e 100% (16) (Tabela 2). Para tal o melão foi picado em um picador artesanal, e assim reduzido em pequenos fragmentos para melhorar a digestibilidade. Todos os procedimentos relacionados aos animais até o momento foram realizados previamente por Pinto (16).

Tabela 2. Composição percentual e química das dietas experimentais

|                                            | Nível de fruto-refugo do melão (%) |       |       |       |       |
|--------------------------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                            | 0                                  | 25%   | 50%   | 75%   | 100%  |
| Feno de capim elefante                     | 30                                 | 30    | 30    | 30    | 30    |
| Milho grão                                 | 40                                 | 30    | 20    | 10    | 0     |
| Fruto-refugo do melão                      | 0                                  | 10    | 20    | 30    | 40    |
| Farelo de soja                             | 12                                 | 12    | 12    | 12    | 12    |
| Farelo de trigo                            | 15                                 | 15    | 15    | 15    | 15    |
| Ureia                                      | 1                                  | 0,8   | 0,4   | 0,2   | 0     |
| Núcleo mineral <sup>1</sup>                | 1                                  | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Sal comum                                  | 1                                  | 1,2   | 1,6   | 1,8   | 2     |
| Matéria seca (g/kg MN <sup>2</sup> )       | 914.0                              | 831.6 | 749.1 | 666.6 | 584.2 |
| Matéria orgânica (g/kg MS <sup>3</sup> )   | 923.3                              | 911.9 | 900.6 | 889.2 | 877.9 |
| Proteína bruta (g/kg MS <sup>3</sup> )     | 150.9                              | 151.7 | 146.8 | 147.6 | 148.4 |
| Extrato etéreo (g/kg MS <sup>3</sup> )     | 33.5                               | 32.7  | 31.9  | 31.1  | 30.4  |
| FDNcp <sup>4</sup> (g/kg MS <sup>3</sup> ) | 315.4                              | 331.0 | 346.6 | 362.2 | 377.8 |
| FDA <sup>5</sup> (g/kg MS <sup>3</sup> )   | 165.7                              | 179.0 | 192.3 | 205.6 | 218.8 |
| CNF <sup>6</sup> (g/kg MS <sup>3</sup> )   | 471.5                              | 440.9 | 412.4 | 381.8 | 351.3 |
| NDT <sup>7</sup> (g/kg MS <sup>3</sup> )   | 806.2                              | 797.5 | 752.1 | 707.4 | 683.1 |
| EM <sup>8</sup> (Mcal/dia)                 | 2,91                               | 2,88  | 2,72  | 2,56  | 2,47  |

<sup>1</sup>Níveis de garantia (kg): Cálcio (mín.) 218.00 g/kg; Cálcio (máx.) 281.00 g/kg; Fósforo (mín.) 71.00 g/kg; Enxofre (mín.) 20.00 g/kg; Magnésio (mín.) 20.00 g/kg; Potássio (mín.) 28.20 g/kg; Cobalto (mín.) 30.00 mg/kg; Cobre (mín.) 400.00 mg/kg; Cromo (mín.) 10.00 mg/kg; Ferro (mín.) 2,500.00 mg/kg; Iodo (mín.) 40.00 mg/kg; Manganês (mín.)

1,350.00 mg/kg; Molibdênio (mín.) 198.00 mg/kg; Selênio (mín.) 15.00 mg/kg; Zinco (mín.) 1,700.00 mg/kg; Vitamina A (mín.) 135,000.00 U.I./kg; Vitamina D3 (mín.) 68,000.00 U.I./kg; Vitamina E (mín.) 450.00 U.I./kg; Flúor (máx.) 710.00 mg/kg <sup>2</sup>Matéria natural; <sup>3</sup>Matéria seca; <sup>4</sup>Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; <sup>5</sup>Fibra em detergente ácido; <sup>6</sup>Carboidratos não-fibrosos; <sup>7</sup>Nutrientes digestíveis totais; <sup>8</sup>Energia metabolizável.

## 2.3 Coleta de amostras

A coleta de amostras sanguíneas foi realizada durante o período de adaptação e durante o período experimental. A contenção física apropriada dos animais foi aplicada para reduzir o estresse durante a coleta das amostras. A obtenção dessas amostras foi realizada através da punção da veia jugular externa, considerada a abordagem mais adequada para pequenos ruminantes (17). Para garantir a obtenção asséptica do sangue, o local foi previamente higienizado com uma solução de álcool 70%, utilizando uma gaze. Utilizou-se uma seringa plástica descartável estéril de 3 mL e seguiu-se todas as precauções necessárias para garantir a preservação adequada das amostras.

O sangue total foi colhido em dois tubos: um contendo ácido dietilenodiamino tetra-acético (EDTA) como anticoagulante para a realização do hemograma completo que foi devidamente homogeneizado com a amostra e outro sem anticoagulante para obtenção de soro para a realização da bioquímica. As amostras sem anticoagulante permaneceram à temperatura ambiente por 40 minutos até a completa formação do coágulo, sendo então centrifugadas por 15 minutos a 1.000 x g para obtenção do soro, que foi armazenado a -20 °C até a análise. As amostras coletadas em tubos com EDTA foram refrigeradas (2 a 6 °C) e, em seguida, utilizadas para determinar parâmetros do eritrograma.

## 2.4 Análise do sangue

### 2.4.1 Análise Hematológica

A contagem total de eritrócitos e leucócitos, bem como a medição do conteúdo de hemoglobina (Hb), foram realizadas utilizando um analisador semiautomático CELM® 530. O hematócrito foi obtido após centrifugação capilar (1000 rpm por 5 min). A contagem diferencial de leucócitos foi conduzida em esfregaços sanguíneos corados com corante comercial (método Romanowsky) utilizando um microscópio óptico com ampliação de 1000x. A análise do hemograma foi concluída dentro de 2 horas após a coleta da amostra.

#### 2.4.2 Bioquímica sérica

Os níveis séricos de proteínas totais (PT), glicose, albumina e ureia foram mensurados utilizando o analisador semiautomático Bio-2000 BioPlus® e kits comerciais (Analisa®, Gold Analisa Diagnóstica, Belo Horizonte, Brasil), seguindo as recomendações do fabricante por métodos enzimáticos ou cinéticos, conforme a variável avaliada. Os níveis de globulina foram calculados matematicamente (proteínas totais – albumina). Todas as análises bioquímicas foram conduzidas simultaneamente em até 15 dias após o término do experimento.

#### 2.5 Análises estatísticas

Foram realizados testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e de homogeneidade das variâncias de Levene. Em seguida, as variáveis que apresentaram distribuição normal e homogeneidade de variância foram submetidas à análise de variância (ANOVA), seguida por testes de comparação múltipla de Tukey para avaliar as diferenças entre os grupos de dietas.

Todas as análises estatísticas foram conduzidas utilizando o software IBM-SPSS (versão 20.0, Inc., Chicago, IL, EUA), do pacote estatístico para ciências sociais, no ambiente Windows. Um nível de significância de 0,05 foi adotado, considerando valores de probabilidade menores que esse limite como estatisticamente significativos.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Hemograma e leucograma

Os dados relacionados às variáveis hematológicas e ao leucograma estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Ao longo dos períodos de adaptação e experimental, não foram identificados efeitos significativos nos níveis de inclusão do fruto-refugo do melão em relação aos parâmetros hematológicos, incluindo hemácias, hematócrito, hemoglobina, bem como nos índices hematimétricos absolutos, como volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM). Seixas et al. (18) em seus estudos também constataram que os valores de cada

um dos parâmetros apresentados neste estudo encontram-se dentro das faixas consideradas normais para a espécie, a idade e a região em que a pesquisa foi conduzida.

A avaliação da saúde animal frequentemente recorre a parâmetros sanguíneos como indicadores de alterações fisiológicas; entretanto, os parâmetros hematológicos ainda são subutilizados na produção de ovinos (10). A introdução de um componente novo na dieta de herbívoros, como é a fruta para os ruminantes, poderia causar um desequilíbrio na síntese de células sanguíneas devido à alteração no suprimento dos nutrientes essenciais para esse processo (14). No entanto, não foram observadas alterações nos parâmetros eritrocitários dos animais decorrentes desta introdução. Isso indica que a dieta fornecida atendeu adequadamente às necessidades do organismo para o processo adequado de produção de células vermelhas.

Embora o emprego de frutas tropicais, como o melão, tenha sido previamente investigado na dieta de ovinos (1;4-5;11), poucos pesquisadores abordaram a análise dos parâmetros sanguíneos considerados neste estudo. Contudo, ao analisar um estudo diferente, como o de Molosse et al. (19), que investigaram a inclusão de farinha de resíduo de uva na dieta de cordeiros lactentes, observou-se que não ocorreram também alterações no perfil eritrocitário desses animais.

Schultz et al. (10) realizaram a suplementação de ovelhas com melaço de soja, um subproduto da agroindústria rico em carboidratos como glicose, frutose, sacarose, entre outros. Os pesquisadores avaliaram, entre outros aspectos, o perfil hematológico e observaram que não houve diferença significativa nas concentrações de células sanguíneas, hemoglobina, hematócrito e plaquetas em ovinos que receberam a suplementação de melaço de soja ( $P>0,05$ ). Esses resultados indicam que o nível de inclusão, assim como no presente estudo, foi suficiente para suprir as necessidades nutricionais dos ovinos.

Tabela 3 - Variáveis hematológicas de ovinos alimentados com dietas contendo crescentes níveis de substituição do milho pelo fruto-refugo do melão

| Valores    | Níveis de inclusão de melão |      |      |      |      | EP<br>M | Total Geral |            | Valores de referência* |
|------------|-----------------------------|------|------|------|------|---------|-------------|------------|------------------------|
|            | 0                           | 25   | 50   | 75   | 100  |         | Linear      | Quadrático |                        |
| Hb1 (g/dL) | 8.80                        | 8.70 | 8.10 | 8.40 | 8.33 | 0.14    | 0.2199      | 0.4110     | 9 a 15,8               |
| Hb2 (g/dL) | 9.04                        | 8.88 | 8.64 | 8.57 | 8.65 | 0.10    | 0.1548      | 0.4755     | 9 a 15,8               |

|               |       |       |       |       |       |      |        |        |          |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|--------|----------|
| Ht1 (%)       | 30.33 | 30.00 | 27.50 | 29.20 | 28.67 | 0.55 | 0.3000 | 0.4173 | 27 a 45% |
| Ht2 (%)       | 33.80 | 34.17 | 32.60 | 33.67 | 33.17 | 0.54 | 0.6707 | 0.8567 | 27 a 45% |
| He1 (x106/uL) | 11.72 | 11.52 | 9.63  | 11.16 | 11.04 | 0.39 | 0.5374 | 0.2777 | 9 a 17,5 |
| He2 (x106/uL) | 14.27 | 12.57 | 12.57 | 12.06 | 11.79 | 0.49 | 0.1391 | 0.5878 | 9 a 17,5 |
| VCM1 (fL)     | 26.72 | 26.53 | 29.27 | 26.55 | 26.45 | 0.81 | 0.9334 | 0.4595 | 28-40fL  |
| VCM2 (fL)     | 24.60 | 27.88 | 26.00 | 29.03 | 29.25 | 0.96 | 0.1429 | 0.8853 | 28-40fL  |
| CHCM1 (%)     | 29.06 | 29.10 | 29.57 | 30.01 | 29.11 | 0.25 | 0.5812 | 0.3764 | 31-34%   |
| CHCM2 (%)     | 26.77 | 26.08 | 26.62 | 25.48 | 26.21 | 0.25 | 0.3586 | 0.6006 | 31-34%   |

1  $Y = 5358.06 + 49.22x$  ( $r^2 = 0.30$ ); 2  $Y = 2748.62 + 39.92x$  ( $r^2 = 0.24$ ); EPM (Erro Padrão da Média); Hb (Hemoglobina); Ht (Hematócrito); He (Hemácias); VCM (Volume Corpuscular Médio); CHCM (Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média)

1. Fase de adaptação à dieta; 2. Fase experimental.

\*Valle e Contreras (17)

Durante o período experimental, a substituição do milho pelo fruto-refugo do melão impactou os níveis de leucócitos, revelando uma influência linear significativa. Esse padrão indicou um aumento constante nos grupos com 50%, 75% e 100% de inclusão, em comparação com os grupos controle e de 25% de inclusão. Essa tendência também se refletiu nos neutrófilos segmentados (x103/uL), sugerindo sua contribuição para o aumento total de leucócitos. As demais variáveis do leucograma não apresentaram uma tendência linear ou quadrática significativa devido à inclusão do fruto na dieta para ambas as fases de coleta.

A elevação dos leucócitos, especialmente dos neutrófilos, sugere uma resposta à agressão nos tecidos, visto que essas células constituem a primeira linha de defesa do organismo e migram da circulação sanguínea para o tecido afetado (17). No contexto deste estudo, esse aumento nas células de defesa pode ser associado a alterações metabólicas decorrentes da dieta fornecida aos animais.

Apesar das variações nos parâmetros analisados em comparação com o presente estudo, Oliveira et al. (4) identificaram alterações sanguíneas indicativas de acidose láctica ruminal aguda e acidose metabólica sistêmica em ovinos que ingeriram 75% de melão, enquanto a suplementação com 25% de melão manteve os parâmetros hematológicos dentro da normalidade assim como no presente estudo. A acidose láctica, resultante da produção excessiva de lactato no rúmen devido à presença de glicídios solúveis de fácil fermentação na dieta, pode esgotar as reservas de bicarbonato no plasma sanguíneo, desencadeando complicações como a diminuição da pressão sanguínea e comprometimento do fornecimento de oxigênio aos tecidos, afetando a imunidade celular e humoral (9;20).

Schultz et al. (10) suplementaram ovinos com 0, 3, 6, 9 e 12% de inclusão de melaço de soja na matéria seca e perceberam que os neutrófilos apresentaram valores acima da referência para a espécie para tratamento com suplementação de 3% de melaço de soja. Os autores relacionam o aumento de neutrófilos à inflamação da mucosa ruminal, provocada pela elevada concentração de ácido láctico no conteúdo ruminal, desencadeando o processo de rumenite.

É importante ressaltar que, conforme indicado por Valle e Contreras (17), os ruminantes domésticos possuem uma baixa contagem de leucócitos circulantes e uma mobilização lenta de células-tronco na medula óssea, resultando em picos baixos no leucograma durante as respostas iniciais a agressões. Adicionalmente, a neutrofilia é moderada na inflamação aguda, podendo aumentar discretamente ou retornar aos valores normais na inflamação crônica após a resposta neutrofílica da medula óssea. Essa resposta fisiológica pode explicar a manutenção dessas células de defesa dentro do intervalo de referência, mesmo diante do aumento significativo observado nos diferentes níveis de inclusão do fruto-refugo do melão.

Tabela 4 - Leucograma de ovinos alimentados com dietas contendo crescentes níveis de substituição do milho pelo fruto-refugo do melão

| Valores               | Níveis de inclusão de melão |          |         |         |         | EPM        | Total Geral |            | Valores de referência* |
|-----------------------|-----------------------------|----------|---------|---------|---------|------------|-------------|------------|------------------------|
|                       | 0                           | 25%      | 50%     | 75%     | 100%    |            | Linear      | Quadrático |                        |
| Leucócitos1 (x103/uL) | 9608.33                     | 10316.67 | 9175.00 | 9380.00 | 8425.00 | 462.4<br>3 | 0.339<br>7  | 0.6252     | 4.000 a 12000          |
| Leucócitos2 (x103/uL) | 5380.00                     | 5412.50  | 7485.00 | 6170.83 | 7458.33 | 325.7<br>6 | 0.028<br>2  | 0.7313     | 4.000 a 12000          |
| Neutr.Seg1 (%)        | 51.17                       | 47.33    | 43.67   | 46.40   | 54.17   | 2.57       | 0.789<br>5  | 0.1938     | 10 - 50                |
| Neutr.Seg2 (%)        | 51.00                       | 51.67    | 58.20   | 57.50   | 58.33   | 2.49       | 0.280<br>0  | 0.7595     | 10 - 50                |
| Neutr.Seg1(x103/uL)   | 4942.08                     | 4848.58  | 4523.08 | 4274.80 | 4686.92 | 381.4<br>4 | 0.709<br>3  | 0.7510     | 1500 a 9000            |
| Neutr.Seg2(x103/uL)   | 2737.10                     | 2775.21  | 4420.95 | 3645.58 | 4299.67 | 276.2<br>3 | 0.041<br>1  | 0.5973     | 1500 a 9000            |
| Linfo1 (%)            | 46.83                       | 51.00    | 55.33   | 50.00   | 45.17   | 2.46       | 0.810<br>7  | 0.2025     | 40 - 75                |

|                  |         |         |         |         |         |            |            |        |             |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|------------|--------|-------------|
| Linfo2 (%)       | 45.60   | 46.50   | 39.80   | 39.83   | 39.67   | 2.44       | 0.319<br>2 | 0.8353 | 40 - 75     |
| Linfo1 (x103/uL) | 4480.25 | 5262.42 | 4586.17 | 4779.60 | 3636.50 | 270.0<br>8 | 0.264<br>2 | 0.1958 | 2000 a 9000 |
| Linfo2 (x103/uL) | 2459.00 | 2539.83 | 2910.70 | 2365.04 | 3028.50 | 191.3<br>4 | 0.503<br>7 | 0.8853 | 2000 a 9000 |

1  $Y = 5358.06 + 49.22x$  ( $r^2 = 0.30$ ); 2  $Y = 2748.62 + 39.92x$  ( $r^2 = 0.24$ ); EPM (Erro Padrão da Média); Neutr.Seg

(Neutrófilos segmentados); Linfo (Linfócitos)

1. Fase de adaptação à dieta; 2. Fase experimental.

\*Valle e Contreras (17)

### 3.2 Bioquímica sérica

Os resultados da análise bioquímica sérica, detalhados na Tabela 5, indicam que os parâmetros bioquímicos sanguíneos, como albumina, creatinina e triglicérides, não foram afetados pelos níveis de substituição do fruto-refugo do melão. Os valores permaneceram dentro das médias descritas para ovinos e indicam que os tratamentos dietéticos atenderam às exigências nutricionais.

Ao longo do período experimental, foi notado um aumento nas proteínas totais em comparação com o período de adaptação, possivelmente atribuível ao aumento simultâneo das globulinas. No entanto, os grupos com inclusão de 50% e 75% mostraram uma leve redução nas variáveis. Conforme Van Saun (13), variações nas proteínas totais podem ser atribuídas às mudanças nas concentrações de albumina e globulina. Valores reduzidos indicam possível deficiência ou perda de proteína, enquanto valores crescentes, como observados neste estudo, podem sugerir desidratação, resposta imune ativa ou ambas as condições.

Em estudos com ovinos não adaptados alimentados com melão, Oliveira et al. (5) observaram sinais clínicos de acidose, mas não identificaram desidratação, como é comum nos casos típicos dessa condição. Em uma segunda pesquisa, ao suplementar os ovinos com melão e analisar os parâmetros sanguíneos, os mesmos autores detectaram sinais de acidose metabólica e hiperglicemia, contudo, não registraram um aumento significativo na osmolaridade sanguínea (4). A ausência de desidratação em ambos os estudos, apesar do diagnóstico de acidose, sugere que a transferência de fluidos do sangue para o rúmen foi mínima ou nula, possivelmente devido à elevada quantidade de fluidos presentes no melão.

Sabes et al. (20) destacaram a relevância de dados quantitativos sobre proteínas na investigação e diagnóstico de condições metabólicas. Ao analisar o perfil proteico do soro de ovinos com acidose ruminal aguda induzida, observaram que as mudanças nas concentrações proteicas séricas indicavam inflamação resultante da acidose. Os autores associaram essa inflamação a fatores como níveis elevados de ácido láctico, ruminite e presença de substâncias pró-inflamatórias, que podem aumentar a expressão de proteínas, incluindo as globulinas como também foi destacado por outros resultados encontrados na literatura (14;22;23)

O aumento de globulinas em ruminantes frequentemente está associado a doença inflamatória crônica e hepática como resultado de uma maior produção de proteínas de fase aguda ou de imunoglobulinas (14;21). Ao confrontar os achados deste estudo com investigações prévias, há indícios de que o aumento expressivo nas proteínas totais entre os dois períodos não seja atribuível à desidratação, mas provavelmente resulte de uma interação complexa entre o sistema imunológico dos animais e agentes lesivos. Isso está associado a um possível cenário de acidose e lesão hepática desencadeados pelo tratamento dietético.

Foram notados efeitos do tratamento nas concentrações séricas de ureia durante o período experimental, em que os animais do grupo suplementado com 50% de inclusão do melão apresentaram valores superiores em comparação aos demais grupos. Os níveis sanguíneos de ureia em ruminantes com função renal normal estão associados ao aporte protéico e à relação energia:proteína na dieta (9; 13).

Assumindo que a alimentação com diferentes níveis de inclusão de melão em ruminantes, conforme evidenciado em estudos anteriores, resultou em evidências clínicas de acidose (4; 5; 7), e considerando as descobertas de Patra, Lal e Swamp (24) em um estudo precípua sobre o perfil bioquímico do sangue e outros fluidos em acidose experimental em ovinos, onde foi observado um aumento significativo nos níveis de ureia. Este aumento foi associado a possíveis danos renais ou redução no fluxo sanguíneo renal, resultando em menor excreção de ureia e acúmulo deste metabólito no sangue em ovelhas acidóticas.

Contrariamente ao observado neste estudo, em uma análise de caso em que bovinos foram alimentados exclusivamente com melão *in natura*, Melo et al. (7) obtiveram valores dentro do intervalo de referência para o parâmetro de ureia da espécie. Molosse et al. (19) investigaram o impacto de uma dieta que continha resíduos de frutas com alto teor de carboidratos facilmente fermentáveis, suplementando cordeiros lactentes

com farinha de resíduo de uva. Os resultados dessa pesquisa não mostraram alterações significativas na concentração plasmática de ureia, permanecendo o metabólito dentro dos limites considerados normais.

Ao analisar o parâmetro ureia nos demais grupos em que foi adicionado o melão em substituição ao milho, é plausível deduzir que os animais desenvolveram mecanismos fisiológicos para se ajustar à nova dieta.

A enzima AST apresentou um aumento durante o período experimental em comparação ao período de adaptação. No entanto, os grupos suplementados com 75% e 100% vivenciaram uma diminuição significativa nos valores desta enzima durante o período experimental. A AST é principalmente ativa no fígado, mas ocorre em outros tecidos. Por isso, para identificar a origem da injúria, que é responsável pela liberação desta enzima, é essencial avaliar outras enzimas específicas como GGT (12;21).

Nesse cenário, ao analisar a enzima GGT durante o período de adaptação à dieta contendo o fruto-refugo, foi observado que todos os grupos experimentais apresentaram valores superiores ao intervalo de referência, sendo o grupo suplementado com 100% de inclusão do melão aquele que registrou o maior valor. Ao longo do período experimental, também foi notado um aumento nos valores, sendo particularmente destacado que esse aumento também foi mais pronunciado no grupo que recebeu 100% de inclusão do melão. A avaliação conjunta dos níveis de AST e GGT permitiu inferir danos no parênquima hepático dos animais submetidos a diferentes níveis de inclusão do fruto-refugo.

A enzima AST, mesmo em níveis mais elevados de inclusão do fruto, permaneceu próxima ao intervalo de referência, indicando sua sensibilidade como indicador de lesão hepática aguda, conforme descrito por Russell e Roussel (21) e Thrall (14). Em contrapartida, a enzima GGT manteve-se consistentemente acima desse intervalo, em consonância com dados da literatura que apontam para sua maior atividade sérica em doenças hepáticas crônicas devido à sua meia-vida mais prolongada (12; 25).

É sabido que em ovinos, como em outros ruminantes, o marcador de escolha indicada para o diagnóstico de colestase é a GGT, por ser uma enzima originária das membranas dos canalículos e ductos biliares (12; 14). Ademais, observou-se aumento na atividade plasmática da GGT em diversos distúrbios colestatícos em ovinos.(26; 27; 28).

Melo et al. (7) estudaram os efeitos da dieta exclusiva de melão *in natura* para bovinos, avaliando a histologia hepática e parâmetros bioquímicos. A análise histológica revelou degeneração vacuolar, congestão e inflamação, indicando uma possível relação entre a dieta com o fruto e o desenvolvimento de lesão hepática de leve a moderada. Apesar dessas alterações, não foi observado impacto nos parâmetros bioquímicos, uma vez que as enzimas AST e GGT permaneceram dentro do intervalo de referência, contradizendo os resultados deste estudo.

O tratamento dietético deste estudo, como já discutido, pode ter causado acidose, resultando na morte parcial de bactérias ruminais gram-negativas e no aumento de lipopolissacarídeos (LPS) no rúmen (29). Níveis elevados de LPS, associados à acidose e hiperosmolalidade, comprometem a função de barreira e aumentam a permeabilidade do epitélio ruminal. Isso pode levar a uma maior translocação de LPS e micróbios para a circulação portal, resultando em um aumento de proteínas inflamatórias no sangue (30).

Segundo Fickert et al., (31) a colestase, comum em animais com infecções bacterianas extra-hepáticas, é desencadeada por uma explosão secundária de citocinas inflamatórias, como TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  e IL-6. Em roedores, a administração de lipopolissacarídeo provocou colestase rápida, comprometendo a captação hepatocelular e excreção canaliculada de substâncias biliares.

Estudos semelhantes foram desenvolvidos por Zheng et al. (23) ao testar uma dieta acidogênica em caprinos que induziu uma resposta inflamatória hepática após o LPS livre entrar no fígado e desencadear inflamação e respostas de complemento. Os autores também evidenciaram que tal dieta reduziu a expressão de genes relacionados à secreção de ácidos biliares e que esse quadro provavelmente estava correlacionado com uma colestase hepática.

A congestão hepática observada pode ter também se originado do acúmulo de substâncias metabolizadas, possivelmente devido ao consumo excessivo de carboidratos solúveis na dieta. Esse cenário pode ter causado dificuldades no eficaz processo de remoção dessas substâncias pelo fígado, resultando no acúmulo de metabólitos (7).

A condição evidenciada nesse estudo em ovinos alimentados com níveis diferentes do fruto-refugo do melão sugere que a colestase hepática, associada a distúrbios no metabolismo energético, pode aumentar a atividade de enzimas hepáticas na circulação

sanguínea como resultado do comprometimento hepático, prejudicando, assim, a saúde dos animais.

Durante a adaptação à dieta, o grupo que consumiu 100% de melão mostrou um efeito notável, indicando níveis mais altos de colesterol. Embora o intestino delgado seja o principal local de biossíntese desse composto em ruminantes, eles também produzem uma porcentagem no fígado. Em situações de insuficiência hepática, a redução na síntese de colesterol pode levar a níveis mais baixos no sangue. No entanto, se a colestase for a alteração mais significativa, conforme observado nos dados desse estudo, pode ocorrer um aumento nos níveis de colesterol sanguíneo (13;14).

Conforme previamente abordado, a colestase origina-se de diversos mecanismos e pode levar a um aumento discreto a moderado nos níveis de colesterol. Isso se deve à conjunção da diminuição na captação hepática de colesterol e ao comprometimento na excreção biliar desse composto, como sugerem os resultados deste estudo (14; 23).

Considerando-se ainda que a dieta testada tem potencial acidogênico e possui implicações infecciosas e inflamatórias, conforme discutido por Johansen et al. (32), a infecção e a inflamação desencadeiam uma resposta aguda que perturba os mecanismos homeostáticos, impactando o metabolismo lipídico e lipoproteico. Citocinas, como o fator de necrose tumoral, promovem a mobilização de lipídios armazenados. Além disso, a inflamação associada a lipopolissacarídeos também resulta no aumento dos níveis séricos de colesterol, exercendo uma regulação negativa sobre genes essenciais.

Foram identificados efeitos do tratamento na concentração sérica de glicose durante o período de adaptação à dieta. Os animais do grupo com 25% de melão em substituição ao milho apresentaram maior glicemia em comparação com os demais grupos. No entanto, observou-se que os níveis de glicose no sangue diminuíram à medida que a inclusão de melão aumentava para 50%, 75% e 100% no mesmo período. No período experimental observou-se que não houve efeito significativo da dieta sobre a glicose sugerindo estabilidade metabólica.

Nos estudos de Lima et al. (33), ao utilizar frutos-refugo de melão como substituto do farelo de trigo na dieta de vacas leiteiras, foi detectado um efeito linear positivo ( $P < 0,01$ ) nos níveis de adição de frutos de melão em relação à digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (CNF) nas dietas. Esse aumento progressivo dos CNF com a incorporação dos frutos de melão pode induzir um quadro hiperglicêmico, resultante da

rápida fermentação desses carboidratos e sua subsequente conversão em glicose pelo organismo (7). Tais resultados sustentam a elevação nos níveis de glicose sanguínea observada no grupo suplementado com 25% de frutos-refugo de melão, conforme constatado no presente estudo.

No entanto, o resultado esperado para este estudo seria semelhante ao alcançado por Oliveira et al. (4), no qual o grupo de ovinos suplementado com 25% de melão conseguiu manter os níveis sanguíneos de glicose dentro dos limites normais, enquanto o grupo com 75% de inclusão do melão apresentou hiperglicemia. Contrariamente, no presente estudo, observou-se uma diminuição nos níveis de glicose no sangue à medida que a inclusão de melão aumentava para 50%, 75% e 100%, o que difere das expectativas iniciais.

Ao analisar a tabela que descreve a composição química da dieta (Tabela 1), nota-se uma diferença significativa nos valores de carboidratos não fibrosos entre o milho (764,9 g/kg MS) e o fruto refugo do melão (439,3 g/kg MS). Isso sugere que a dieta com uma proporção maior de milho do que de melão proporcionou aos animais uma maior disponibilidade de carboidratos não fibrosos. Essa conclusão é respaldada pelo fato de o grupo controle apresentar também valores elevados de glicose. Além disso, ao avaliar a dieta como um todo (Tabela 2), percebe-se que o conteúdo de carboidratos não fibrosos diminui gradualmente à medida que a inclusão do melão aumenta.

Compreender a composição da dieta é essencial para explicar a adaptação dos animais e a manutenção controlada da glicemia à medida que o fruto é incluído na dieta em substituição ao milho. Os complexos mecanismos de controle da glicose em ruminantes, envolvendo insulina, glucagon e glicocorticóides, regem as mínimas variações na concentração de glicose no sangue, indicando a importância do equilíbrio homeostático. Concentrações elevadas de glicose podem sugerir uma possível perda desse controle pela insulina (13).

Tabela 5 - Perfil bioquímico de ovinos alimentados com dietas contendo crescentes níveis de substituição do milho pelo fruto-refugo do melão

| Valores | Níveis de inclusão de melão |      |      |      |      | EP<br>M | Total Geral |            | Valores de<br>referência*/** |
|---------|-----------------------------|------|------|------|------|---------|-------------|------------|------------------------------|
|         | 0                           | 25   | 50   | 75   | 100  |         | Linear      | Quadrático |                              |
| PT1     | 5.58                        | 5.29 | 5.61 | 5.24 | 5.58 | 0.08    | 0.9389      | 0.3649     | 6-7,9 (g.dL-1)**             |
| PT2     | 7.15                        | 7.14 | 6.87 | 6.77 | 7.02 | 0.05    | 0.0256      | 0.0520     | 6-7,5 (g.dL-1)**             |

|                |        |        |        |        |        |      |             |        |                    |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------------|--------|--------------------|
| Albumina1      | 2.80   | 2.77   | 2.76   | 2.63   | 2.66   | 0.04 | 0.1144      | 1.0000 | 2.4-3.0 (g/dL)**   |
| Albumina2      | 2.84   | 2.97   | 3.00   | 2.80   | 2.78   | 0.04 | 0.3651      | 0.1668 | 2.4-3.0 (g/dL)**   |
| Globulina1     | 2.75   | 2.38   | 2.69   | 2.60   | 3.06   | 0.09 | 0.2653      | 0.1260 | 3.5-5.7 (g/dL)**   |
| Globulina2     | 4.28   | 4.17   | 3.89   | 3.95   | 4.19   | 0.06 | 0.1809<br>5 | 0.0079 | 3.5-5.7 (g/dL)**   |
| Ureia1         | 40.64  | 40.19  | 44.69  | 45.39  | 44.47  | 1.25 | 0.1420      | 0.6683 | 17 a 43 (mg/dL)*   |
| Ureia2         | 31.34  | 41.82  | 47.36  | 40.45  | 40.92  | 1.55 | 0.0747      | 0.0094 | 17 a 43 (mg/dL)*   |
| Creatinina1    | 1.09   | 0.98   | 1.09   | 1.03   | 1.12   | 0.04 | 0.8301      | 0.6338 | 1,2 a 1,9 (mg/dL)* |
| Creatinina2    | 0.64   | 0.67   | 0.67   | 0.67   | 0.60   | 0.03 | 0.6774      | 0.4620 | 1,2 a 1,9 (mg/dL)* |
| ASTcin1        | 114.63 | 107.95 | 96.88  | 81.73  | 108.82 | 4.59 | 0.2024      | 0.0766 | < 90 (U/L)*        |
| ASTcin2        | 141.72 | 133.13 | 135.21 | 100.00 | 107.01 | 5.43 | <.0001      | 0.5656 | < 90 (U/L)*        |
| GGT1           | 40.50  | 37.40  | 36.40  | 44.40  | 52.00  | 1.97 | 0.0113      | 0.0490 | < 32 (U/L)*        |
| GGT2           | 74.74  | 65.83  | 64.75  | 65.67  | 81.00  | 2.11 | 0.3061      | 0.0029 | < 32 (U/L)*        |
| Colesterol1    | 20.70  | 33.58  | 28.38  | 33.58  | 36.20  | 2.28 | 0.0277      | 0.5689 | 52-76 (mg/dL)**    |
| Colesterol2    | 59.30  | 63.20  | 56.03  | 55.64  | 60.77  | 1.84 | 0.7335      | 0.5871 | 52-76 (mg/dL)**    |
| Triglicerides1 | 15.83  | 11.84  | 14.53  | 14.29  | 17.40  | 1.48 | 0.6044      | 0.3950 | 9-30 (mg dL-1)     |
| Triglicerides2 | 27.77  | 27.24  | 26.24  | 23.36  | 34.64  | 1.87 | 0.4125      | 0.1531 | 9-30 (mg dL-1)     |
| Glicose1       | 87.83  | 91.83  | 83.67  | 75.67  | 71.83  | 2.27 | 0.0018      | 0.3382 | 50 a 80 (mg/dL)*   |
| Glicose2       | 84.40  | 84.63  | 84.33  | 86.88  | 88.17  | 1.20 | 0.2706      | 0.6446 | 50 a 80 (mg/dL)*   |

1. Fase de adaptação à dieta; 2. Fase experimental; EPM (Erro Padrão da Média); PT (Proteína Total); AST (Aspartato Aminotransferase); GGT (Gama Glutamyl Transferase)

\* Gonzalez (9)

\*\* Hernandez (25)

#### 4. Conclusão

A introdução do fruto-refúgio do melão na alimentação dos ovinos, em substituição parcial ao milho, teve impacto nos parâmetros do leucograma, perfil bioquímico e metabólico desses animais. Observou-se que fatores como acidose e inflamação hepática podem estar associados às alterações identificadas. Este estudo enfatiza a importância de uma compreensão detalhada da resposta fisiológica dos ovinos à inclusão do resíduo de melão na dieta, conforme expresso por meio de exames hematológicos. Tal compreensão é crucial para a formulação de dietas balanceadas e para a promoção da saúde do rebanho.

#### Declaração de conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

#### Referências

- (1) 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*, v. 41, n. 1, p. 164-171, jan. 2012. [Doi:http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982012000100024](http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982012000100024).
- (2) Barreto, H. F. M.; Lima, P. O.; Souza, C. M. S.; Moura, A. A. C.; Alencar, R. D.; Chagas, F. P. T.. Uso de coprodutos de frutas tropicais na alimentação de ovinos no Semiárido do Brasil. *Archivos de Zootecnia*, v. 63, n. 241, p. 117-131, 28 jan. 2014. [Doi: http://dx.doi.org/10.21071/az.v63i241.594](http://dx.doi.org/10.21071/az.v63i241.594).
- (3) Sahoo, A.; Sarkar, Srobana; Lal, B.; Kumawat, Pankaj; Sharma, Shivendra; De, Kalyan. Utilization of fruit and vegetable waste as an alternative feed resource for sustainable and eco-friendly sheep farming. *Waste Management*, v. 128, p. 232-242, jun. 2021. [Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.050](http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.050).
- (4) Oliveira, F. L. C.; Barreto-Júnior, R. A.; Minervino, A. H. H.; Reis, L. F.; Araújo, C. A. S. C.; Rodrigues, F. A. M. L.; Souza, R. S.; Gameleira, J. S.; Souza, F. J. A.; Mori, C. S.. Avaliação hemogasométrica, bioquímica e hematológica de ovinos suplementados com melão. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 67, n. 5, p. 1272-1278, out. 2015a. [Doi:http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8085](http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8085). a
- (5) Oliveira, F. L. C.; Barreto Júnior, R. A.; Minervino, A. H. H.; Reis, L. F.; Tavares, M. D.; Vale, R. G.; Gameleira, J. Silva; Souza, F. J. A.; Mori, C. S.; Ortolani, E. Lippi. Clinical evaluation of unadapted sheep submitted to sudden intake of melon with high levels of sugar. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 6, p. 3721, 9 dez. 2015b. Universidade Estadual de Londrina. [Doi:http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n6p3721](http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n6p3721).
- (6) Pinto, M. M. F.; Gonçalves, J. S.; Souza, I. T. N.; Batista, N. V.; Melo, V. L. L.; Firmino, S. S.; Pinedo, L. A.; Lima, P. O. Utilização do melão (*Cucumis melo* L.) na alimentação de ruminantes: uma revisão. *Brazilian Journal Of Development*, v. 5, n. 12, p. 31466-31481, 2019. [Doi: http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n12-240](http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n12-240).
- (7) Melo, V. L. L.; Batista, N. V.; Pinto, M. M. F.; Teófilo, T. S.; Oliveira, P. V. Carlos de; Lima, Patrícia de Oliveira. Melão in natura como dieta exclusiva para bovinos: um estudo de caso. *Research, Society And Development*, v. 9, n. 10, p. 1-22, 17 set. 2020. [Doi: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8341](http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8341).
- (8) Santos, C.B.; Araújo, M.J.; Bezerra, L.R.; Marques, C.A.T.; Torreão, J.N.C.; Freitas, N.E.; Oliveira Neto, C.B.; Morais, J.S.. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de cabras lactantes alimentadas com dietas contendo glicerina bruta oriunda da produção de biodiesel proveniente de óleo de fritura. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 70, n. 6, p. 1867-1876, dez. 2018. [Doi: http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10022](http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10022).
- (9) Gonzalez, F. H. D. Indicadores de bioquímica sanguínea em transtornos metabólicos de ruminantes. *Revista Brasileira de Buiatria - RBB*, v. 4, n. 4, p. 82-99, 2021. [Doi:http://dx.doi.org/10.4322/2763-955x.2022.002](http://dx.doi.org/10.4322/2763-955x.2022.002).
- (10) Schultz, E. B.; Paula, C. G.; Araujo, J. A.; Ferreira, I. C.; Macedo Júnior, G. L.; Conceição, A. R. BIOCHEMICAL ENERGY AND HEMATOLOGICAL PROFILE OF SHEEP SUPPLEMENTED WITH SOY MOLASSES. *Veterinária Notícias*, v. 28, n. 1, p. 1-10, 31 out. 2022. [Doi:http://dx.doi.org/10.14393/vtn-v28n1-2022-58459](http://dx.doi.org/10.14393/vtn-v28n1-2022-58459).
- (11) Costa, R. G.; Lima, C. A. C.; Medeiros, A. N.; Lima, G. F. C.; Marques, C. A. T.; Queiroga, R. C. R. E. Composição centesimal e análise sensorial da carne de ovinos Morada Nova alimentados com dietas contendo melão em substituição ao milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 12, p. 2799-2804, dez. 2011. [Doi: http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982011001200026](http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982011001200026).

- (12) Braun, J.P.; Trumel, C.; Bézille, P.. Clinical biochemistry in sheep: a selected review. *Small Ruminant Research*, v. 92, n. 1-3, p. 10-18, ago. 2010. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.04.002>.
- (13) Van Saun, Robert J.. Metabolic Profiling in Ruminant Diagnostics. *Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice*, v. 39, n. 1, p. 49-71, mar. 2023. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2022.10.004>.
- (14) Thrall, M. A.; Weiser, G.; Allison, R. W.; Campbel, T.W.. *Hematologia e Bioquímica veterinária*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. 678 p.
- (15) National Research Council – NRC. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007.
- (16) Pinto, M. M. F.. *Melão in natura como ingrediente em dieta para ovinos*. 2023. 117 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Departamento de Ciencias Animais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2023.
- (17) Valle, S. F.; Contreras, L. V. Q.. Hematologia e alterações hematológicas em ruminantes domésticos. *Revista Brasileira de Buiatria - Rbb*, v. 4, n. 3, p. 59-81, 2021. Doi: <http://dx.doi.org/10.4322/2763-955x.2022.001>.
- (18) Seixas, L.; Peripolli, V.; Façanha, D. A.e.; Fischer, V.; Poli, C.H.e.C.; Melo, C.B.; Louvadini, H.; Mcmanus, C.M.. Physiological and hematological parameters of sheep reared in the tropics and subtropics. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 73, n. 3, p. 622-630, maio 2021. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-12204>.
- (19) Molosse, V. L.; Deolindo, G. L.; Cécere, B. G.; Marcon, H.; Rosa, G.; Vedovatto M.; Zotti, C. A.; Silva, A. D.; Fracasso, M.; Morsch, V. M.. Effect of dietary supplementation with grape residue flour on weight gain, metabolic profile, leukogram, proteinogram and antioxidant response in suckling lambs. *Research In Veterinary Science*, v. 139, p. 112-120, out. 2021. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.07.004>.
- (20) Sabes, A. F.; Girardi, A. M.; Fagliari J. J.; Oliveira, J. A. de; Marques, L. C.. Serum proteinogram in sheep with acute ruminal lactic acidosis. *International Journal Of Veterinary Science And Medicine*, v. 5, n. 1, p. 35-40, jun. 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijvsm.2017.04.003>.
- (21) Russel, K. E.; Roussel, A. J.. Evaluation of the Ruminant Serum Chemistry Profile. *Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice*, v. 23, n. 3, p. 403-426, nov. 2007. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.07.003>.
- (22) Ribeiro, A. C. S.; Conceição, A. I.; Soares, G. S. L.; Correia, F. R.; Oliveira-Filho, J. P.; Soares, P. C.; Mendonça, C. L. ; Afonso, J. A. B.. Hemogasometry, cardiac biomarkers and blood metabolites in goats with experimentally induced acute ruminal lactic acidosis. *Small Ruminant Research*, v. 191, p. 106187, out. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106187>.
- (23) Zheng, L.; Shen, J.; Han, X.; Jin, C.; Chen, X.; Yao, J. High rumen degradable starch diet induced blood bile acids profile changes and hepatic inflammatory response in dairy goats. *Animal Nutrition*, v. 14, p. 121-129, set. 2023. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2023.04.008>.
- (24) Patra, R.C.; Lal, S.B.; Swarup, D.. Biochemical profile of rumen liquor, blood and urine in experimental acidosis in sheep. *Small Ruminant Research*, v. 19, n. 2, p. 177-180, fev. 1996. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0921-4488\(95\)00743-1](http://dx.doi.org/10.1016/0921-4488(95)00743-1).
- (25) Hernandez, J.; Benedito, J. L.; Castillo C.. Relevance of the study of metabolic profiles in sheep and goat flock. Present and future: a review. *Spanish Journal Of Agricultural Research*, v. 18, n. 3, p. 1-14, 29 dez. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2020183-14627>.

- (26) Bianchi, A. E.; Macedo, V. P.; França, R. T.; Lopes, S. T.A.; Lopes, L. S.; Stefani, L. M.; Volpato, A.; Lima, H. L.; Paiana, D.; Machado, G.. Effect of adding palm oil to the diet of dairy sheep on milk production and composition, function of liver and kidney, and the concentration of cholesterol, triglycerides and progesterone in blood serum. *Small Ruminant Research*, v. 117, n. 1, p. 78-83, mar. 2014. [Doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.025](http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.025).
- (27) Silveira, A. M.; Moreira, E. C.; Vaz, F.; Lorenzo, C.; Driemeier, D.; Furlan, F.; Dantas, Antonio F.M.; RIET-CORREA, Franklin. Encefalopatia hepática secundária à intoxicação por *Tephrosia cinerea* em ovinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, [S.L.], v. 38, n. 4, p. 635-641, abr. 2018. [Doi:http://dx.doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-5290](http://dx.doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-5290).
- (28) Costa, D. F.; Faria, P. J. A.; Nogueira, D. B.; Tolentino, L. H. O.; Viana, M. P.; Silva, J. D. ; Vaz, A. F. M.; Higino, S. S. S.; Azevedo, S. S.; Alves, C. J. Influence of breed on the clinical and hemato-biochemical parameters in sheep experimentally infected with *Leptospira* sp. *Heliyon*, v. 5, n. 10, p. 1-7, out. 2019. [Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02720](http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02720).
- (29) Plaizier, J.C.; Mulligan, F.J.; Neville, E.W.; Guan, L.L.; Steele, M.A.; Penner, G.B.. Invited review: effect of subacute ruminal acidosis on gut health of dairy cows. *Journal Of Dairy Science*, v. 105, n. 9, p. 7141-7160, set. 2022. [Doi: http://dx.doi.org/10.3168/jds.2022-21960](http://dx.doi.org/10.3168/jds.2022-21960).
- (30) Hu, H.; Yang, S.; Cheng, M.; Song, L.; Xu, M.; Gao, M.; Yu, Z.. Long-term effect of subacute ruminal acidosis on the morphology and function of rumen epithelial barrier in lactating goats. *Journal Of Integrative Agriculture*, v. 21, n. 11, p. 3302-3313, 2022. [Doi: https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.08.087](https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.08.087).
- (31) Fickert, P.; Pollheimer, M. J.; Osterreicher, C. H.; Trauner, M. Animal Models of Cholestasis. *Animal Models For The Study Of Human Disease*, p. 331-349, 2013. [Doi: http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-415894-8.00015-4](http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-415894-8.00015-4).
- (32) Johansen, M.D.; Silva, K.; Plain, K.M.; Begg, D.J.; Whittington, R.J.; Purdie, A.C.. Sheep and cattle exposed to *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis exhibit altered total serum cholesterol profiles during the early stages of infection. *Veterinary Immunology And Immunopathology*, v. 202, p. 164-171, ago. 2018. [Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.07.009](http://dx.doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.07.009).
- (33) Lima, G. F. C. et al. FRUTOS-REFUGO DE MELÃO EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE TRIGO NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 190-197, 2011.
- (34) KPODO, Fidelis M.; JATO, Jonathan; ADJEI, Clementina Naa Adjeley; WALTER, Azi; AGBENORHEVI, Jacob K.; DUAH, Joyce; NURO-AMEYAW, Peter. Physicochemical and functional properties of pulp and pectin from agro-waste of three Cucurbitaceae species. *Food Chemistry Advances*, v. 3, p. 100530, dez. 2023. Elsevier BV. [Doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.focha.2023.100530](http://dx.doi.org/10.1016/j.focha.2023.100530).