

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**MISTURA DO RESÍDUO DE INDÚSTRIA DE DOCE E FARELO DE GLÚTEN DE
MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM CRESCIMENTO**

JASIEL SANTOS DE MORAIS

**Recife - PE
Fevereiro de 2020**

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**MISTURA DO RESÍDUO DE INDÚSTRIA DE DOCE E FARELO DE GLÚTEN DE
MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM CRESCIMENTO**

JASIEL SANTOS DE MORAIS
Médico veterinário

**Recife – PE
Fevereiro de 2020**

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

JASIEL SANTOS DE MORAIS

**MISTURA DO RESÍDUO DE INDÚSTRIA DE DOCE E FARELO DE GLÚTEN DE
MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM CRESCIMENTO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia

Comitê de orientação

Profa. Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras – UFRPE

Prof. Dr. João Paulo Ismério dos Santos Monnerat – UFRPE

Profa. Dra. Lígia Maria Gomes Barreto – UFS, *Campus Sertão*

Dra. Maria Luciana Wanderley Menezes Neves – UFRPE

Recife – PE
Fevereiro de 2020

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- 44m Morais, Jasiel Santos de
MISTURA DO RESÍDUO DE INDÚSTRIA DE DOCE E FARELO DE GLÚTEN DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM CRESCIMENTO / Jasiel Santos de Moraes. - 2020.
99 f. : il.
- Orientadora: Antonia Sherlanea Chaves Veras.
Inclui referências.
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2020.
1. alimentos alternativos. 2. carcaça. 3. comportamento alimentar. 4. sacarose. 5. saúde. I. Veras, Antonia Sherlanea Chaves, orient. II. Título

CDD 636

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

MISTURA DO RESÍDUO DE INDÚSTRIA DE DOCE E FARELO DE GLÚTEN DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM CRESCIMENTO

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 10 de fevereiro de 2020.

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

Prof. Dr. José Moraes Pereira Filho
Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Saúde e Tecnologia Rural
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária

Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra
Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Saúde e Tecnologia Rural
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária

Profa. Dra. Adriana Guim
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

Profa. Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia
Presidente

Recife – PE
Fevereiro de 2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JASIEL SANTOS DE MORAIS, filho de José Orlando Guimarães Moraes e Lourinalva Santos de Moraes, nascido em sete de agosto de 1986, na cidade de Belo Jardim – PE. Os estudos foram iniciados no Grupo Escolar Monteiro Lobato da 1ª a 4ª série, localizado no Sítio Campo Limpo, São Bento do Una - PE. Após este período, estudou da 5ª à 8ª série do ensino fundamental, no Colégio Cônego João Rodrigues de Melo, São Bento do Una – PE. No ensino médio, os estudos foram concentrados no Colégio Estadual Lenita Fontes Cintra (1ª série) na cidade de São Bento do Uma – PE, e no Colégio Estadual Laura Dantas (2ª a 3ª do ensino médio), Maceió – AL. Em agosto de 2007, ingressou o curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Alagoas, *Campus Arapiraca* – Unidade Acadêmica de Viçosa – AL, obtendo título em agosto de 2013. Em março de 2014, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos – PB, sob a orientação do Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra, desenvolvendo a pesquisa intitulada “Oléo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) na alimentação de cabras em lactação” no *Campus Professora Cinobelina Elvas*, ligado à Universidade Federal do Piauí – Bom Jesus – PI, a qual foi defendida em 29 de fevereiro de 2016. Em março de 2016, ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da UFRPE/UFC/UFPB, atualmente Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob orientação da Profª Drª Antonia Sherlânea Chaves Vêras, com Tese defendida em 10 de fevereiro de 2020.

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

A meus irmãos Josiane e Josenildo Moraes;

A minha sobrinha Jinnifer Moraes;

A toda minha família;

A Dona Jaíra Simas;

A minha amada noiva Rebeka Simas Florêncio de Moura, pelo imensurável amor e confiança em mim depositado e por toda amizade e cumplicidade durante esta jornada e para toda a vida!

OFEREÇO

A meus amados pais José Orlando & Lourinalva Moraes;

Que um dia vocês possam desfrutar de todo o conhecimento por mim adquirido, pois sei de todo o esforço que vocês tiveram para dar educação a seus filhos!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus!

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE pelo acolhimento e auxílio durante o curso. Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, especialmente ao Prof^o. Francisco (Chiquinho), pela oportunidade de realização do doutoramento e apoio durante estes 4 anos. E aos demais professores, que, direta ou indiretamente, contribuíram para meu aperfeiçoamento profissional.

À minha orientadora (mãe científica) Antonia Sherlânea Chaves Vêras, pela amizade, apoio, conselhos, ensinamentos e incentivos durante esta jornada! NATURALMENTE, faltam-me palavras que descrevam todo o carinho e admiração que sinto pela Senhora. Obrigado por ter confiado em mim para a realização deste trabalho e poder representar, daqui por diante, o seu nome em outros lugares. Saiba que a Senhora me ajudou na realização de um sonho e conquista pessoal. Meus sinceros agradecimentos pela transformação que a Senhora faz em nossas vidas, como seus orientados!

Agradeço aos meus conselheiros, nas pessoas do Prof^o João Paulo, Prof^a Ligia Barreto e Luciana Neves, por todos os ensinamentos durante o desenvolvimento deste trabalho. Obrigado pela confiança que depositaram em mim durante os 4 anos! Especialmente a Lígia, pela amizade e incentivos no decorrer do curso, mesmo a distância. A Luciana, pela amizade, incentivos e horas de conversa durante o café! Obrigado a todos!

Edson Moura (Negão), amigo de longa data, que conheci no curso de medicina Veterinária da Universidade Federal de Alagoas, e Paulo Marcílio, que me acolheram em sua casa em Recife, MEUS SINCEROS agradecimentos a vocês! Não escolhemos irmãos, mas eu os considero como verdadeiros irmãos. Muito obrigado por tudo!

Agradeço a meus braços diretos Edwilka Cavalcante (Kika) e Karine Cavalcante (Testa), por toda ajuda na realização da pesquisa de campo, pela amizade, brincadeiras, companheirismo e incentivos nos dias de cansaço. Aprendi muito com vocês durante esse tempo. Meu muito obrigado!

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

Ao grande amigo que conheci no curso, Bruno (Brunin, blublu, brasilit e bruno das cocó), agradeço pelas conversas, brincadeiras e amizade! Parceiro, saiba que pode contar comigo quando precisar!

Aos alunos bolsistas, Dijaina Ferreira, Eduardo cordeiro (Dudu) e Margot, pela ajuda durante a pesquisa! Agradeço especialmente a Eduardo Cordeiro, pela amizade durante esses 4 anos de doutoramento e que esta possa durar por muitos anos. Obrigado, garoto!

Agradeço ao Senhor José Pedro (Seu Pedro) por toda ajuda e amizade! Principalmente pelas palavras de motivação nos dias mais difíceis, durante este trabalho. MUITO OBRIGADO, meu Amigo!

Agradeço a meus pais José Orlando e Lourinalva, por todo amor, carinho e incentivo à educação. Saibam que a longa caminhada até aqui, em que muitas vezes pensei em desistir, sempre lembrava de como vocês diziam que não tiveram a oportunidade de estudar. E que nós, seus filhos, tinham que conseguir estudar para não ser igual a vocês, sem estudo! Felizmente, eu sou igual a vocês! E tenho maior orgulho disso! Este trabalho é a forma de agradecer a vocês e dizer que vocês estão em cada linha desse trabalho, mesmo vocês não sabendo ler ou escrever. Vocês escreveram juntos comigo! AMO VOCÊS!

Agradeço a minha noiva Rebeka Moura pelo amor, carinho, cumplicidade e amizade durante a realização deste trabalho. Que nos momentos de tantas incertezas profissionais sempre estive ao meu lado, dando-me conselhos para nunca desistir. TE AMO, Nega!

Ao grupo dos Sherlanetes, comandado pela Prof^a Sherlânea e Senhor Vêras (naturalmente), e membros (não vou citar nomes para não cometer injustiça por esquecer alguém), que me acolheram na chegada a Recife. Não é só um grupo (tudo junto e misturado), mas uma família que está sempre junta para ajudar uns aos outros, nos momentos ruins e bons. Que possamos sempre confraternizar, com muita alegria, o crescimento profissional de cada um que passou e que ainda irá passar por essa grande família, na “*Vêras House Eventos*”! MUITO OBRIGADO!

Agradeço ao grupo “Cabaré da fisiologia” (sem citar nomes, para não esquecer alguém), pela amizade e risadas nas conversas. Ptuz, 300 mensagens em 10 minutos! Era essa a expressão, ao abrir o WhatsApp, e via um monte de mensagens! MUITO OBRIGADO!

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

Ao grupo “Ofensivos” (sem citar nomes, para não esquecer alguém), muito obrigado pela amizade, cumplicidade e ajuda durante o doutoramento. Muito obrigado!

Agradeço aos amigos do PPGZ, nas pessoas de João Vitor, Rodrigo e Maria Gabriela (Gabi), Marina, Edwilka (Kika), Gabriela (Gaby), Salmo, Caio, Erick, Agni, Michelle, Juliana Ferreira (Ju Soinga), Leonardo Barros, Thomás e Michel, pela amizade que pude fazer! Se esqueci de alguém, me desculpem! Muito Obrigado a Todos!

Agradeço aos professores da banca de qualificação: Francisco Carvalho (Chiquinho), Marcelo Ferreira, José Moraes (Moraizinho) e Leilson Bezerra, pelas valorosas contribuições, sugestões e correções dos artigos. **MUITO OBRIGADO!**

À Profa. Adriana Guim, pelos ensinamentos e as valiosas contribuições na parte escrita desta obra. Tenho uma grande admiração pela profissional e também como pessoa. **MUITO OBRIGADO!**

A Leonardo Santos, pela convivência durante esses 4 anos de curso, desde o início do curso com tantas dificuldades, conseguimos alcançar nossos objetivos. Muito obrigado por esses 4 anos de convivência, dividindo apartamento, angústias e vitórias. Obrigado, meu amigo!

À Docile Nordeste, pela doação dos resíduos para desenvolvimento deste trabalho. Muito obrigado!

E por último, e não menos importante, agradeço aos animais, pois sem eles eu não poderia ter realizado esta pesquisa! Pois só eu sei a dor que senti no dia do abate! **MUITO OBRIGADO A TODOS!**

AGRADEÇO

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiv
RESUMO GERAL.....	15
GENERAL ABSTRACT	17
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	19
CAPÍTULO I.....	21
A mistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho pode substituir milho na dieta de cordeiros Santa Inês em crescimento?.....	22
Resumo.....	24
Abstract	25
1. Introdução.....	26
2. Material e Métodos	28
2.2. <i>Local experimental</i>	28
2.2. <i>Desenho experimental</i>	28
2.3. <i>Animais e manejo sanitário</i>	29
2.4. <i>Dietas experimentais</i>	29
2.5. <i>Análise química das amostras</i>	30
2.6. <i>Consumo, coeficiente de digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio</i>	31
2.7. <i>Comportamento ingestivo</i>	33
2.8. <i>Desempenho</i>	34
2.9. <i>Coleta de sangue</i>	34
2.10. <i>Análise estatística</i>	35
3. Resultados.....	36
3.1. <i>Consumo, coeficiente de digestibilidade aparente e balanço de N</i>	36
3.2. <i>Desempenho</i>	37
3.3. <i>Perfil bioquímico e hematológico</i>	38
4. Discussão.....	39
4.1. <i>Consumo e coeficiente de digestibilidade aparente, comportamento ingestivo e desempenho</i>	39
4.2. <i>Perfil bioquímico e hematológico</i>	40
5. Conclusões.....	42
6. Referências	42
CAPÍTULO II.....	59
Inclusão da mistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho na dieta de cordeiros Santa Inês: desempenho, características de carcaça e subprodutos comestíveis	60
Resumo	62
Abstract	63
1. Introdução	64

2. Material e métodos	66
2.1. <i>Local e ética animal</i>	66
2.2. <i>Animais e desenho experimental</i>	66
2.3. <i>Manejo sanitário e instalações</i>	67
2.4. <i>Dietas experimentais</i>	67
2.5. <i>Análise química das amostras</i>	68
2.6. <i>Abate dos animais, rendimentos e medidas morfométricas na carcaça</i>	70
2.7. <i>Composição tecidual da perna</i>	71
2.8. <i>Estimação de ganhos de pesos da carcaça e cortes comerciais</i>	72
2.9. <i>Subprodutos comestíveis e rendimentos</i>	72
2.10. <i>Análise estatística</i>	73
3. Resultados	74
3.1. <i>Desempenho, características, rendimentos e medidas morfométricas e subjetivas da carcaça</i>	74
3.2. <i>Composição tecidual da perna</i>	75
3.3. <i>Estimativa de pesos iniciais do corpo e cortes comerciais da carcaça</i>	75
3.4. <i>Subprodutos comestíveis</i>	75
4. Discussão	76
5. Conclusões	79
6. Referências	80
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Composição dos ingredientes da dieta experimentais (g/kg MS)	50
Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	51
Tabela 3. Consumo alimentar, coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com a mistura RID:FGM em substituição ao milho	52
Tabela 4. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com a mistura RID:FGM em substituição ao milho	53
Tabela 5. Desempenho de ovinos alimentados com a mistura RID:GM em substituição ao milho	55
Tabela 6. Perfil bioquímico de ovinos alimentados com a mistura RID:FGM em substituição ao milho	56
Tabela 7. Perfil hematológico de ovinos alimentados com a mistura RID:FGM em substituição ao milho	57

CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição química dos ingredientes (g/kg de MS)	89
Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	90
Tabela 3. Desempenho, características de carcaça e cortes cárneos de cordeiros alimentados com a mistura do RID:FGM na dieta	91
Tabela 4. Medidas morfométricas da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com a mistura do RID:FGM na dieta	92
Tabela 5. Avaliações subjetivas da carcaça de cordeiros alimentados com a mistura do RID:FGM na dieta	93
Tabela 6. Composição tecidual e ganhos de tecidos da perna de cordeiros Santa Inês alimentado com a mistura do RID:FGM na dieta	94
Tabela 7. Sumário de equações usadas para estimar o peso do corpo inicial dos animais	95

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

Tabela 8. Ganhos de carcaça e cortes comerciais de cordeiros Santa Inês alimentados com a mistura RID:FGM na dieta96

Tabela 9. Componentes comestíveis não carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com a RID:FGM na dieta97

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Atividades de alimentação (A), ruminação (B), ócio (C) de ovinos alimentados com a mistura RID:FGM (relação 613:387 g/kg de MS) em substituição ao milho	54
--	----

MISTURA DO RESÍDUO DE INDÚSTRIA DE DOCES E FARELO DE GLÚTEN DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM CRESCIMENTO

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar os níveis de inclusão de 0; 330; 660 e 1000 g/kg de matéria seca (MS) da mistura do resíduo da indústria de doces (RID) e farelo de glúten de milho - FGM (613:387 g/kg de MS, respectivamente) em substituição ao milho moído, sobre a ingestão e os coeficientes de digestibilidade aparente de MS e seus constituintes, comportamento nictemeral, desempenho, balanço de nitrogênio, perfis bioquímicos e hematológicos, características de carcaça e seus ganhos, subprodutos comestíveis e seus rendimentos. Foram utilizados cordeiros Santa Inês, machos não castrados, com idade média de seis meses. No capítulo I, foram usados 36 animais com peso corporal inicial (PCi) de $19,43 \pm 1,69$ kg; no capítulo II, o estudo foi composto por 36 animais do grupo experimental com PCi de $19,48 \pm 1,86$ kg e também foram adicionados mais dois grupos: baseline ($n = 4$) e nível de manutenção ($n = 4$). Todos os animais foram distribuídos aleatoriamente em delineamento inteiramente casualizado. O peso corporal inicial foi usado no modelo estatístico como covariável. O grupo baseline foi abatido no início do estudo e o grupo em nível de manutenção foi abatido ao mesmo tempo do grupo experimental. Os dados dos grupos baseline e nível de manutenção foram usados para obtenção de equações para estimação dos pesos iniciais dos animais. As ingestões de MS, cinzas, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia metabolizável (EM, Mcal/dia) e água, assim como os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, MO, PB, extrato etéreo (EE) e CNF não foram influenciados pela inclusão da mistura RID:FGM na dieta ($P > 0,05$). No entanto, houve tendência de redução na ingestão de EE ($P = 0,063$) e aumento no coeficiente de digestibilidade aparente da FDN ($P = 0,095$), com o incremento da mistura RID:FGM na dieta. Além disso, as ingestões de MS, expressas em g/kg de PC e $g/PC^{0,75}$, não foram afetadas ($P > 0,05$). A mistura RID:FGM substituindo o milho na dieta aumentou os tempos de ingestão, ruminação e total de mastigação ($P < 0,05$), mas reduziu o tempo de ócio, eficiência de ruminação (ER) da MS ($P < 0,05$) e demonstrou tendência para redução da ER da aFDNcp das dietas ($P = 0,098$). Não houve efeito da mistura sobre as

eficiências de alimentação (EA) da MS e FDN ($P > 0,05$). A substituição do milho pela mistura RID:FGM não afetou o peso corporal ao abate, ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar (relação GMD:IMS; IMS - ingestão de matéria seca) e as variáveis referentes ao balanço de nitrogênio (BN) ($P > 0,05$). Com exceção do ácido úrico ($P = 0,084$), de que houve tendência para redução, os perfis bioquímicos energético, enzimático e mineral não foram afetados pelas dietas experimentais ($P > 0,05$). Os níveis de inclusão da mistura RID:FGM na dieta aumentaram a contagem de neutrófilos e monócitos ($P < 0,05$) e tendenciaram o aumento da contagem de leucócitos ($P = 0,094$), mas não afetaram os parâmetros do hemograma e leucograma (linfócitos, eosinófilos e basófilos) ($P > 0,05$). O desempenho, características da carcaça, ganhos de carcaça, composição tecidual da perna, componentes não carcaça comestíveis e seus rendimentos, as avaliações subjetivas de acabamento (escore médio de 2,29) e conformação (escore médio de 2,90) não foram afetados pelos níveis de inclusão ($P > 0,05$). No entanto, a medida subjetiva de cobertura de gordura renal diferiu entre as dietas ($P < 0,05$), com a menor média (escore de 2,23) atribuída para os animais alimentados com a dieta com 1000 g/kg de MS da mistura RID:FGM. Portanto, a mistura RID:FGM (relação 613:387 g/kg de MS) pode substituir totalmente o milho na dieta de cordeiros, sem afetar o desempenho, características e rendimentos da carcaça, bem como a saúde dos animais. Além disso, a inclusão da mistura pode contribuir para redução de custos de alimentação e contaminantes sólidos no ambiente.

Palavras-chave: alimentos alternativos, carcaça, comportamento alimentar, sacarose, saúde.

BLEND OF THE RESIDUE FROM THE CANDY INDUSTRY AND CORN GLUTEN MEAL IN THE FEED OF GROWING LAMBS

GENERAL ABSTRACT

The objective was to evaluate the inclusion levels of 0, 330, 660, and 1000 g/kg of dry matter (DM) from the blend of the residue from the candy industry (RIC) and corn gluten meal - CGM (613:387 g/kg of DM, respectively) replacing ground corn, on intake and apparent digestibility coefficients of DM and its constituents, nictemeral behavior, performance, nitrogen balance, biochemical and hematological profiles, carcass characteristics and their gains, edible by-products and their yields. Non-castrated male Santa Inês lambs, with an average age of six months, were used. In chapter I, thirty-six animals with an initial body weight (iBW) of 19.43 ± 1.69 kg were used; in chapter II, the study composed of 36 animals from the experimental group with of iBW of 19.48 ± 1.86 kg, and two more groups were also added: baseline (n = 4) and maintenance level (n = 4) with iBW of 19,85 kg. All animals were randomly distributed in a completely randomized design. The initial body weight was used in the statistical model as a covariate. The baseline group was slaughtered at the beginning of the study, and the maintenance level group was slaughtered at the same time as the experimental group. Baseline and maintenance level groups data were used to obtain equations for estimating the initial weights of the animals. Intakes of DM, organic matter (OM), crude protein (CP), detergent fiber (NDF), non-fibrous carbohydrates (NFC), total digestible nutrients (TDN), metabolizable energy (ME, Mcal/day) and water, as well as the apparent digestibility coefficients of DM, OM, CB, ether extract (EE) and NFC were not influenced by the inclusion of the RIC:CGM blend in the diet ($P > 0.05$). However, there was a tendency to reduction in EE intake ($P = 0.063$) and an increase in the apparent NDF digestibility coefficient ($P = 0.095$), with the increase in the RIC:CGM blend in the diet. Also, DM intakes expressed in g/kg of BW and $\text{g/BW}^{0.75}$, were not affected. The RIC:CGM blend replacing corn in the diet increased the times of ingestion, rumination and total chewing ($P < 0.05$), but reduced the idleness time, rumination efficiency (RE) of the DM ($P < 0.05$), and showed a tendency to reduce the RE of NDF of the diets ($P = 0.098$). There was no effect of the blend on the feed efficiencies (FE) of DM and NDF ($P > 0.05$). The replacement of corn by the RIC:CGM blend did not affect the body weight at slaughter, average daily gain (ADG), feed

efficiency (ratio ADG:DMI; DMI - dry matter intake) and the variables related to the balance nitrogen (BN) ($P > 0.05$). Except for uric acid ($P = 0.084$), which tended to decrease, the energy, protein, enzyme and mineral biochemical profiles were not affected by experimental diets ($P > 0.05$). Inclusion levels of the RCI:CGM blend in the diet increased the neutrophil and monocyte count ($P < 0.05$) and tended to increase the leukocyte count ($P = 0.094$), but did not affect the blood count and leukogram parameters (lymphocytes, eosinophils, and basophils) ($P > 0.05$). Performance, carcass characteristics, carcass gains, tissue composition of the leg, edible by-products and their yields, subjective evaluations of finish (mean score of 2.29) and conformation (mean score of 2.90) were not affected by the inclusion levels ($P > 0.05$). However, the subjective evaluation of renal fat coverage differed between diets ($P < 0.05$), with the lowest mean (mean score of 2.23) attributed to animals fed the diet with 1000 g/kg of DM of RCI:CGM blend. Therefore, the RCI:CGM blend (ratio 613:387 g/kg of DM) can completely replace corn in the lamb diet, without affecting the performance, characteristics, and yield of the carcass, as well as the health of the animals. Also, the inclusion of the mixture can contribute to reducing feed costs and solid contaminants in the environment.

Keywords: alternative foods, carcass, eating behavior, sucrose performance, health.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As indústrias alimentícias fabricam grandes quantidades de produtos para o consumo interno e externo do país, gerando resíduos não comestíveis para o humano, como o resíduo da indústria de doces (RID) e farelo de glúten de milho (FGM - resultante da extração do amido), com alta concentração energética (RID e FGM), proteica e fibrosa (FGM). Esses resíduos ou co-produtos podem ser utilizados na alimentação animal como forma de aumentar o faturamento da indústria com a sua comercialização e disponibilizar uma fonte alternativa e de menor custo para a dieta de ruminantes.

Os ruminantes domésticos (bubalinos, bovinos, ovinos e caprinos) são essenciais para redução de contaminantes de resíduos sólidos ambientais (alimentícios e restolho de culturas) gerados nas cidades ou no campo, pelo fato de conseguirem digerir alimentos não comestíveis para humanos e transformá-los em alimentos de origem animal, em uma grande variedade de nutrientes de alto valor biológico, como por exemplo, proteína, vitaminas e minerais, contribuindo para segurança alimentar.

A produção de ovinos nas regiões áridas e semiáridas do mundo é baseada em sistema de pastoreio. No entanto, devido a uma série de fatores (i) distribuição irregular de chuva, ii) balanço forrageiro anual negativo e iii) falta de planejamento agropecuário, estes animais apresentam baixo desempenho reprodutivo e produtivo, comprometendo a oferta de carne em escala. Assim, como alternativa de oferta e demanda, os animais são terminados em confinamento, usando alta quantidade de concentrados, a maioria comestíveis para humano, para alcançar o peso estabelecido pelo mercado e melhorar as características quantitativas e qualitativas da carcaça. Têm-se observado resultados conflitantes com a introdução de alimentos não comestíveis para humanos na dieta de ovinos.

Além da carcaça, os coprodutos resultantes dos órgãos comestíveis são utilizados na culinária como fonte de nutrientes de alto valor biológico, que pode ser mais uma alternativa para contribuir na segurança alimentar e aumentar o faturamento da atividade. Adicionalmente, a utilização de alimentos não comestíveis para humanos na dieta de ruminantes pode atuar como redutores de custos alimentares, bem como mitigar os impactos ambientais gerados pelos resíduos.

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

Objetivou-se avaliar o efeito de níveis de inclusão da mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho em substituição ao milho na dieta de cordeiros Santa Inês em crescimento, sobre a ingestão e os coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca e seus componentes, comportamento nictemeral, desempenho, balanço de nitrogênio, perfis bioquímicos e hematológicos, características de carcaça e seus ganhos, componentes não carcaça comestíveis e seus rendimentos.

Deste modo, a presente tese está dividida da seguinte forma: Capítulo 1 – A mistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho pode substituir milho na dieta de cordeiros Santa Inês em crescimento? e Capítulo 2 – Inclusão da mistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho na dieta de cordeiros Santa Inês: desempenho, características de carcaça e componentes não carcaça comestíveis; os quais serão submetidos aos periódicos *Animal Feed Science and Technology* e *Livestock Science*, respectivamente.

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

CAPÍTULO I

A Mistura do Resíduo da Indústria de Doce e Farelo de Glúten de Milho pode Substituir Milho na Dieta de Cordeiros Santa Inês em Crescimento?

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

A mistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho pode substituir milho na dieta de cordeiros Santa Inês em crescimento?

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

Destaques

- A mistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho (RID:FGM) em substituição ao milho promove expressivos ganhos de peso.
- O tempo de ruminação dos animais aumentou com o uso da mistura RID:FGM.
- A contagem de neutrófilos e monócitos dos cordeiros aumentou com utilização da mistura RID:FGM na dieta.
- A mistura RID:FGM pode reduzir os custos de alimentação de ovinos.

Resumo

Objetivou-se avaliar a ingestão e digestibilidade aparente de matéria seca e seus componentes, ingestão de água, comportamento ingestivo, desempenho, balanço de nitrogênio, perfis bioquímico e hematológico de cordeiros Santa Inês alimentados com 0; 330; 660 e 1000 g/kg de matéria seca (MS) da mistura do resíduo da indústria de doces (RID) e farelo de glúten de milho - FGM (613:387 g/kg de MS, respectivamente), em substituição ao milho moído. Foram utilizados 36 cordeiros Santa Inês, machos não castrados, com idade média de seis meses e peso corporal inicial (PCi) de $19,43 \pm 1,69$ kg, distribuídos aleatoriamente em delineamento inteiramente casualizado. As ingestões de MS, expressas em g/dia, g/kg de PC e $g/PC^{0,75}$, proteína bruta (PB), fibra em detergente (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), água, nutrientes digestíveis totais (NDT), bem como os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, PB, extrato etéreo (EE) e CNF não foram afetadas ($P > 0,05$) pela inclusão da mistura RID:FGM na dieta. No entanto, houve tendência para redução na ingestão de EE ($P = 0,063$) e aumento do coeficiente de digestibilidade aparente da FDN ($P = 0,095$) quando o milho foi substituído pela mistura RID:FGM. Os tempos de alimentação, ruminação e mastigação aumentaram linearmente, à medida que o milho foi substituído pela mistura RID:FGM. Entretanto, houve redução linear no tempo de ócio e eficiência de ruminação (ER) da MS ($P < 0,05$) e tendência de redução na ER da FDN ($P = 0,098$) com o aumento da inclusão, mas não houve efeito para a eficiência de alimentação da MS e FDN ($P > 0,05$). Não houve influência sobre o ganho de peso total e ganho médio diário e no balanço de nitrogênio ($P > 0,05$). Com exceção da contagem dos neutrófilos e monócitos, que aumentaram linearmente ($P < 0,05$), a inclusão da mistura do RID:FGM não afetou os perfis bioquímico e demais parâmetros hematológicos ($P > 0,05$) dos ovinos. A mistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho (na relação 613:387 g/kg de MS) pode substituir totalmente o milho na dieta de cordeiros Santa Inês sem afetar a ingestão, o desempenho e a saúde dos animais.

Palavra-chave: bioquímica sanguínea, comportamento ingestivo, desempenho, sacarose, saúde.

Can the blend of the residue from the candy industry and corn gluten meal replace corn in the diet of growing Santa Inês lambs?

Abstract

The objective was to evaluate the intake and apparent digestibility of dry matter and its components, water intake, ingestive behavior, performance, nitrogen balance, biochemical and hematological profiles of Santa Inês lambs fed with 0, 330, 660, and 1000 g/kg of dry matter (DM) from the blend of the residue from the candy industry (RCI) and corn gluten meal - CGM (in ration 613:387 g/kg DM, respectively), replacing ground corn. Thirty-six Santa Inês lambs, non-castrated males, with an average age of six months and initial body weight (BW) of 19.43 ± 1.69 kg were used, randomly distributed in a completely randomized design. Intakes of DM, expressed in g/day, g/kg of BW and $\text{g/PC}^{0.75}$, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), non-fibrous carbohydrates (NFC), water, total digestible nutrients (TDN), as well as the apparent digestibility coefficients of DM, CP, ether extract (EE) and NFC were not affected ($P > 0.05$) by the inclusion of the RCI:CGM blend in the diet. However, there was a tendency to reduce EE intake ($P = 0.063$) and increase the NDF apparent digestibility coefficient ($P = 0.095$) when corn was replaced by the RCI:CGM blend. Feeding, ruminating and chewing times increased linearly ($P < 0.0001$) as the corn was replaced by the RIC:CGM blend. However, there was a linear reduction in the idleness time and rumination efficiency (RE) of the DM ($P < 0.05$), and a tendency of reduction in the RE of the NDF ($P = 0.098$) with the increase in inclusion, but there was no effect for the feeding efficiency of DM and NDF ($P > 0.05$). There was no influence on total weight gain and average daily gain, and on the nitrogen balance ($P > 0.05$). Except for neutrophil and monocyte counts, which increased linearly ($P < 0.05$), the inclusion of the RCI:CGM blend did not affect the biochemical profiles and other hematological parameters ($P > 0.05$) of the sheep. The blend of the residue from the candy industry and corn gluten meal (in the ratio 613:387 g/kg of DM) can completely replace corn in the diet of Santa Inês lambs without affecting the intake, performance and health of the animals.

Keywords: blood biochemistry, ingestive behavior, performance, sucrose, health.

Abreviações

RID, resíduo da indústria de doces; FGM, farelo de glúten de milho; RID:FGM, mistura do resíduo da indústria de doce:farelo de glúten de milho; PC, peso corporal; MS, matéria seca; MO, matéria orgânica; EE, extrato etéreo; PB, proteína bruta; PDR, proteína degradável no rúmen; FDN, fibra em detergente neutro; aFDNcp, fibra em detergente neutro utilizando α -amilase termostável corrigida para cinzas e proteínas; FDA, fibra em detergente ácido; CNFcp, carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas; NDT, nutrientes digestíveis totais; RMT, ração mista total; TMT, tempo de mastigação total; EAMS, eficiência de alimentação da matéria seca; EAFDN, eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro; ERMS, eficiência de ruminação da matéria seca; ERFDN, eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro; GMD, ganho de peso médio diário; GMD:IMS, ganho médio diário:ingestão de matéria seca; VU, volume urinário, AST, Aspartato aminotransferase; GGT, gama glutamiltransferase; VCM, Volume corpuscular médio; CHVM, Concentração de hemoglobina corpuscular média.

1. Introdução

Em regiões áridas e semiáridas do mundo, o milho é a base da alimentação humana e animal. Objetivando diminuir a competição alimentar e os custos com a importação do milho das regiões produtoras, vários pesquisadores têm avaliado alimentos não comestíveis para humanos na dieta de ruminantes (Broderick, 2018; Ertl et al., 2015; Münnich et al., 2017; Petri et al., 2019), como os resíduos da agroindústria alimentícia. Assim, os ruminantes são fundamentais pela transformação dos alimentos não comestíveis para o humano em alimentos de alto valor biológico para alimentação humana (Broderick, 2018; Münnich et al., 2017), para segurança alimentar e redução dos contaminantes do solo (Adesogan et al., 2019).

No Brasil, em 2018, foram produzidas 382 mil toneladas de doces em geral, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

(ABICAB, 2018). Diante desse volume, a indústria de doces pode gerar uma quantidade significativa de resíduos sólidos alimentares, os quais podem ser usados na alimentação animal como fonte de faturamento para a indústria (Leite e Pawlowsky, 2005), e ainda atender a legislação ambiental local.

Além de outros ingredientes, como acidulantes (ácidos málico, fumárico dextrina e ácido cítrico), gelatinizantes (magnésio e dextrina de silício), aromatizantes, regulador de acidez, espessantes (carboximetilcelulose), edulcorante artificial (aspartame = 250 mg/100mL) e emulsificantes, o açúcar é o principal ingrediente na fabricação de doces. O açúcar possui uma concentração de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro, ambas abaixo de 10 g/kg de MS (Rostagno et al., 2011), que podem estar presentes nos resíduos da indústria de doces (RID) como fonte de energia rapidamente fermentável no rúmen, em comparação ao amido.

No entanto, para manutenção do sincronismo de utilização de energia e PB, bem como a degradação da FDN no rúmen (Detmann et al., 2014; Van Soest, 1994), o RID necessita de um alimento adjuvante, como fontes de PB verdadeira e FDN, que, misturados, possam corrigir a composição química do RID.

O farelo de glúten de milho (FGM) é um coproduto da moagem úmida dos grãos de milho para extração do amido, com adição de dióxido de enxofre para enfraquecer a matriz do glúten, para quebrar as ligações dissulfeto e, assim, obter o controle das condições de fermentação (Kerr et al., 2008). Ele pode ser usado como fonte de PB (239,1 g/kg de MS), proteína degradável no rúmen (PDR; 861,6 g/kg de PB), fibra em detergente neutro não forragem (FDN; 414,4 g/kg de MS) e nutrientes digestíveis totais (NDT; 727,2 g/kg de MS) (Valadares Filho et al., 2019), para o balanceamento de ração mais econômica para ruminantes, devido à redução de alimentos (milho e farelo de soja)

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

importados das regiões produtoras, bem como a redução da concentração de amido (López e Fernández, 2014; Milis et al., 2005).

Assim, devido à composição química dos alimentos (RID e FGM) disponíveis na região, foi hipotetizado que a inclusão da mistura RID:FGM (na relação 613:387 g/kg de MS, respectivamente), como fonte de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen, PB verdadeira e FDN não forragem, pode substituir totalmente o milho na alimentação de cordeiros, sem afetar a ingestão e digestibilidade, o desempenho e a saúde dos animais.

Portanto, objetivou-se avaliar o efeito dos níveis da inclusão (0; 330; 660 e 1000 g/kg de MS) da mistura RID:FGM em substituição ao milho, sobre a ingestão e coeficiente de digestibilidade aparente de MS e seus constituintes, ingestão de água, comportamento nictemeral, desempenho, balanço de nitrogênio e perfis bioquímico e hematológico de cordeiros Santa Inês em crescimento.

2. Material e Métodos

2.2. Local experimental

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizado na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFRPE; número de aprovação 120/2017).

2.2. Desenho experimental

O estudo foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado, com quatro dietas e nove repetições. Os níveis de inclusão (0; 330; 660 e 1000 g/kg de MS) da mistura resíduo da indústria de doces (RID) e farelo de glúten de milho (FGM; Refinazil[®], Ingredion Brasil, Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brasil) em

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

substituição ao milho na dieta foram avaliados. O experimento teve duração de 77 dias, divididos em 14 dias para adaptação dos animais ao manejo, instalações e dietas, e 63 dias para coleta de amostras e dados.

2.3. Animais e manejo sanitário

Foram utilizados 36 ovinos da raça Santa Inês, machos não castrados, com idade média inicial de seis meses e peso corporal (PC) de $19,43 \pm 1,69$ kg (média \pm desvio padrão). Todos os animais foram vacinados para o controle das enterotoxemias (Sintoxan Polivante, Merial Saúde Animal, Campinas – São Paulo, Brasil), e suplementados com vitaminas A, D e E (Vit ADE, Calbos Saúde Animal, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), com solução injetável. Os parasitas internos e externos foram controlados com o uso de Closantel (Diantel 10%, Hipra Saúde Animal, Porto Alegre - Rio Grande do Sul, Brasil) e Albendazol + Cobalto (Endazol 10% Co, Hipra Saúde Animal, Porto Alegre - Rio Grande do Sul, Brasil), solução oral.

Os animais foram alojados em galpão coberto, provido de baias individuais com $1,8 \text{ m}^2$, equipadas com comedouro e bebedouro. No final do período de adaptação, um animal foi a óbito, por *causa mortis* desconhecida.

2.4. Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações do Nutrient Requirements of Small Ruminants (NRSR, 2007) para ganho médio diário (GMD) estimado de 250 g. As dietas foram compostas por feno de Tifton 85 como volumoso, moído em moinho de faca (FT150, Laboremus, Campina Grande – Paraíba, Brasil) para passar por peneira de 8,0 mm; e concentrado à base de farelo de soja, mistura mineral, mistura RID:FGM (na relação de 613:387 g/kg de MS,

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

respectivamente) substituindo milho moído. Milho, farelo de soja e RID foram moídos para passar em peneira de 2 mm.

O RID foi misturado ao FGM para corrigir a concentração de PB, de modo que a mistura obtivesse composição química compatível com a do milho. O RID foi composto por uma mistura de resíduos sólidos de vários produtos da indústria de doces (suco de uva desidratado, pastilha de hortelã, açúcares, e outros).

A ração, na forma de mistura total (RMT), foi fornecida duas vezes ao dia (8h e 16h), em proporções iguais. No período de adaptação, a RMT foi fornecida com relação volumoso:concentrado (600:400 g/kg de MS) e composta por 500 g/kg de MS da mistura RID:FGM substituindo o milho. No período experimental, as dietas (RTM) foram ofertadas com relação volumoso:concentrado (500:500 g/kg de MS), com os níveis de inclusão da mistura (RID:FGM). O ajuste da ração foi realizado diariamente permitindo consumo *ad libitum*, com sobras de 10% da MS. Além disso, água foi fornecida *ad libitum* aos animais. As composições químicas dos ingredientes, bem como a proporção e fração analítica das dietas experimentais, estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

2.5. Análise química das amostras

Todas as amostras de ingredientes, sobras e fezes foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas, e moídas em moinho de faca (M-340[®], Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil) para passar por peneira de 1 mm, e outra de 2-mm, para determinação da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), conforme metodologia de Valente et al., 2011 . As amostras foram analisadas para matéria seca (MS; método 967.03), cinzas (método 942.05), matéria orgânica (MO; método 930.05),

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

proteína bruta (PB; método 981.10) e extrato etéreo (EE; método 920.29), de acordo com AOAC (2012).

A fibra em detergente ácido (FDA) e a fibra em detergente neutro tratada com α -amilase (aFDN; Mertens, 2002) foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (1991), com adaptação sugerida por Senger et al. (2008), para o equipamento de autoclave. O resíduo da aFDN foi corrigido para cinzas (aFDNc; Mertens, 2002) por incineração em mufla (600 °C/4 horas); a correção da PB foi determinada pela subtração da proteína insolúvel na fibra em detergente neutro (aFDNp), segundo Licitra et al. (1996). Por fim, a fibra em detergente neutro, tratada com alfa-amilase e corrigida para cinzas e proteína, foi obtida pela seguinte equação proposta por Detmann e Valadares Filho (2010): $aFDN_{cp} \text{ (g/kg de MS)} = aFDN - (aFDNc - aFDNp)$. A fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNPD) foi estimada conforme Detmann et al. (2007): $FDNPD \text{ (g/dia)} = aFDN_{cp} - FDNi$.

Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação proposta por Sniffen et al. (1992), modificada por Detmann e Valadares Filho (2010) para correção da aFDNcp: $CNF_{cp} \text{ (g/kg de MS)} = 1000 - (PB + EE + cinzas + aFDN_{cp})$.

2.6. Consumo, coeficiente de digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio

A ingestão dos nutrientes foi determinada pela diferença entre os nutrientes contidos na RMT ofertada e os contidos nas sobras.

O ensaio de digestibilidade foi realizado entre o 35º e 41º dias do período experimental. Os animais foram equipados com bolsas coletoras apropriadas para coleta total de fezes (Fukumoto et al., 2007) e, após dois dias de adaptação, foi realizada coleta total de fezes, durante cinco dias, nos horários das 6h e 18h. Uma alíquota de 30% da

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

quantidade total de fezes foi coletada todos os dias, quantificada, homogeneizada e acondicionada em sacos plásticos identificados. As amostras compostas das fezes de cada animal foram preparadas durante o período de coleta e armazenadas a -20 °C até a análise química.

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) de MS, MO, PB, EE, aFDNcp e CFNcp foi determinado da seguinte forma: $CDA (g/kg) = [(nutriente\ ingerido\ g - nutriente\ excretado\ g)/nutriente\ ingerido\ kg]$. O consumo de nutrientes digestíveis totais foi calculado segundo Sniffen et al. (1992): $NDT (g/dia) = PB\ digestível + (EE\ digestível \times 2,25) + aFDNcp\ digestível + CNFcp\ digestível$, com uso da aFDNcp sugerida por Detmann e Valadares Filho (2010).

As amostras de urina *spot* foram coletadas no último dia do ensaio de digestibilidade, aproximadamente quatro horas após alimentação matinal (às 12h), com auxílio de bolsas de colostomia fixadas ao prepúcio dos animais. Uma alíquota de urina de cada animal foi filtrada e acondicionada em recipientes plásticos com solução de ácido sulfúrico 0,072 N, diluída na proporção de 10 mL de urina para 40 mL de ácido, que foi armazenada em Eppendorfs de 1,5 mL a -20 °C, imediatamente após a coleta, para análises bioquímicas.

O volume urinário foi estimado da seguinte maneira: $VU (L) = [PC \times 23,2\ mg/kg\ de\ PC\ (Kozloski\ et\ al.,\ 2005)/creatinina\ (mg/dL)\ da\ urina\ spot]$. A concentração de creatinina foi determinada com o uso de kits comerciais LabTest®. A concentração de nitrogênio (N) excretado na urina foi obtida pelo método de Kjeldahl (método 981.10; AOAC, 2012). O balanço de N pela diferença entre ingestão de N e excreção de N nas fezes mais urina.

2.7. Comportamento ingestivo

As observações individuais para avaliação do comportamento ingestivo dos animais foram realizadas entre o 43º e o 45º dias do período experimental, com intervalo de 10 min, modificado de Martin e Bateson (1993), totalizando 72 horas de observações consecutivas. Nesse estudo, dois avaliadores por turno foram posicionados para minimizar a interferência com os animais e registrar os dados comportamentais (alimentação, ruminação e ócio); além disso, as observações noturnas foram registradas em ambiente com iluminação artificial, que foi mantida durante todo período experimental.

O tempo de mastigação total (TMT) foi obtido a partir do somatório dos tempos de alimentação (TA) e ruminação (TR), expressos em min/dia. A eficiência de alimentação (EA) e eficiência de ruminação (ER), em função dos consumos de MS ou de aFDNcp, foram determinadas de acordo com Bürger et al. (2000):

$$\text{TMT} = \text{TA} + \text{TR};$$

$$\text{EAMS} = \text{IMS}/\text{TA}; \text{EAFDN} = \text{IFDNcp}/\text{TA};$$

$$\text{ERMS} = \text{IMS}/\text{TR}; \text{ERFDN} = \text{IFDNcp}/\text{TR},$$

onde TMT (min/dia) = tempo de mastigação total; TA (min/dia) = tempo de alimentação; TR (min/dia) = tempo de ruminação; IMS (g/dia) = ingestão de matéria seca; IFDNcp (g/dia) = ingestão de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; EAMS (g de MS/h) = eficiência de alimentação em função da matéria seca; EAFDN (g de FDNcp/h) = eficiência de alimentação de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ERMS (g de MS/h) = eficiência de ruminação em função da ingestão de matéria seca e ERFDN (g de aFDNcp/h) = eficiência de

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

ruminação em função da ingestão de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Nesse período, também foram medidas as variáveis climáticas para temperatura ambiente (TA, °C) e umidade relativa do ar (UR, %) com auxílio de termômetro higrômetro digital com sensor externo (AK28new, Asko produtos eletrônicos, São Leopoldo, Rio Grande do Sul – Brasil), para estimar o índice de temperatura e umidade (ITU, %) pela seguinte equação: $ITU = (1,8 \times TA + 32) - (5,5 - 5,5 \times UR) \times (1,8 \times TA - 26)$ (Ravagnolo et al., 2000).

2.8. Desempenho

Os ovinos foram pesados individualmente no início e final do experimento, para determinar os ganhos de peso total (g) e médio diário (GMD, g/dia). As pesagens foram realizadas no período da manhã (7h), antes da primeira alimentação diária e com os animais submetidos a jejum de sólidos de aproximadamente 16 horas. A eficiência alimentar (EA) foi calculada pela relação entre o GMD:IMS (ingestão de matéria seca), expressa em g/kg.

2.9. Coleta de sangue

As amostras de sangue foram coletadas no 41º dia do período experimental, aproximadamente quatro horas após alimentação da manhã (às 12h). O sangue de cada animal foi coletado na veia jugular em tubos Vacutainer® Fluoreto/EDTA para determinação de glicose plasmática, tubos Vacutainer® sem anticoagulantes para determinação dos metabólitos energéticos, proteicos e minerais séricos e tubos Vacutainer® contendo EDTA K2 para determinação do perfil hematológico. Em seguida, as amostras para o perfil bioquímico foram centrifugadas a 3000 x g por 15

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

minutos para a separação do plasma e soro. Depois disso, todas as amostras foram acondicionadas em Eppendorffs® de 2 mL e armazenadas a -20 °C. Os metabólitos bioquímicos plasmáticos e séricos foram analisados com kits comerciais LabTest® em Analisador bioquímico automático LABMAX 240® (LabTest, Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil).

As amostras de sangue para determinação do perfil hematológico foram transportadas refrigeradas para o laboratório de análises clínicas. A hemoglobina foi determinada pelo método de espectrofotometria, com auxílio de analisador automático ABX micro 60® (Horiba Medical, cidade de São Paulo, São Paulo, Brasil). A avaliação quantitativa das células do hemograma total foi efetuada conforme descrição de Bezerra et al. (2008). As proteínas totais plasmáticas foram obtidas de acordo com Jain (1993).

2.10. Análise estatística

As análises dos dados de ingestão e digestibilidade aparente, ingestão de água, desempenho, balanço de N, perfis bioquímico e hematológico foram realizadas de acordo com o modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - X) + e_{ij}$, onde, Y_{ij} = valor observado da variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento i ($i = 1-4$); $\beta(X_{ij} - X)$ = efeito de covariável (PC inicial); e_{ij} = erro experimental.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e Homocedasticidade e, quando as premissas não foram atendidas ($\pm 2,5$), os outliers foram removidos pelo pacote Outliers do software Rstudio (2018). As variáveis do comportamento ingestivo foram analisadas como medidas repetidas no tempo, com os níveis de inclusão, tempo (horas) e índice de temperatura e umidade, e suas interações como efeitos fixos.

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

Todos os dados foram analisados pelo procedimento Mixed do software Statistic Analysis System v 9.4 (SAS, Institute Cary Inc., NC, USA) e foram submetidos a contrastes polinomiais com diferenças significativas de $P < 0,05$ e $P < 0,10$, esta última para tendência. Além disso, os dados foram analisados por meio de correlação de Pearson, com significância de $P < 0,05$. As médias foram apresentadas pelo mínimo quadrado médio.

3. Resultados

3.1. Consumo, coeficiente de digestibilidade aparente e balanço de N

Os níveis de inclusão da mistura do RID:FGM não afetaram os consumos de MS ($P = 0,643$), MO ($P = 0,759$), PB ($P = 0,432$), aFDNcp ($P = 0,318$), FDNPD ($P = 0,295$), CNFcp ($P = 0,898$), NDT ($P = 0,370$), água ($P = 0,462$) e MS, em g/kg PC ($P = 0,725$), g/PC^{0,75} ($P = 0,578$). Porém, a ingestão de EE ($P = 0,063$) tendeu a reduzir linearmente (Tabela 3).

As digestibilidades aparentes de MS ($P = 0,179$), MO ($P = 0,188$), PB ($P = 0,143$), EE ($P = 0,156$), CNFcp ($P = 0,817$), bem como a ingestão de N ($P = 0,428$), as excreções de N fecal ($P = 0,200$) e N urinário ($P = 0,704$), N absorvido ($P = 0,352$) e retido ($P = 0,370$) não foram influenciadas pelos níveis de inclusão da mistura do RID:FGM substituindo o grão de milho. No entanto, o coeficiente de digestibilidade aparente da aFDNcp ($P = 0,095$) teve tendência de aumento à medida que houve a substituição do milho pela inclusão da mistura (Tabela 3).

Houve um aumento linear nos tempos de ingestão ($P = 0,007$), ruminação ($P < 0,001$) e mastigação total ($P < 0,0001$), com diminuição linear no tempo de ócio ($P < 0,0001$) e ERMS ($P < 0,001$) dos ovinos em função da inclusão da mistura de RID:FGM

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

nas dietas (Tabela 4). Entretanto, a ERFDN ($P = 0,098$) tendeu a diminuir à medida que animais receberam a mistura. Além disso, as EAMS ($P = 0,124$) e a EAFDN ($P = 0,367$) não foram influenciadas pelas dietas experimentais.

Houve interação tripla entre as dietas experimentais, tempo (horas) e ITU ($P < 0,0001$) para as atividades de ingestão, ruminação e ócio dos animais (Figura 1). Em geral, os animais que foram alimentados com os maiores níveis da mistura RID:FGM tiveram redução no tempo de alimentação, nos dois momentos de fornecimento da RMT (8h00 e 16h00), principalmente no fornecimento da tarde (16h), quando o ITU estava em 81,04 (Figura 1A). No entanto, quando o ITU diminuiu entre as 17h e 7h, houve aumento da frequência de alimentação pelos animais que receberam os maiores níveis da mistura (RID:FGM), com picos de até 27,41 minutos (às 20h) para os animais alimentados com 660 g/kg de MS de RID:FGM, quando o ITU estava abaixo de 80. De modo inverso, a ruminação dos animais alimentados com os níveis crescentes da mistura RID:FGM foi mais intensa nos períodos entre 17h e 7h (média de 19,53 min/h), com picos de até 36,67 minutos às 6h, para o nível 660 g/kg de MS (Figura 1B), em comparação ao intervalo entre 9h e 15h (média de 19,91 min/h) e picos de 31,25 minutos às 13h (nível 1000 g/kg de MS de RID:FGM), quando o ITU estava abaixo de 77. Em contrapartida, independente da dieta, os animais passaram mais tempo em ócio entre as 9h e 15h, quando o ITU estava acima de 80, mas reduziam o tempo de ociosidade à medida que o ITU abaixou de 80 (Figura 1C).

3.2. Desempenho

Os níveis de inclusão da mistura RID:FGM substituindo o milho na dieta não afetaram o peso corporal ao abate (PCA; $P = 0,434$), ganho de peso total (GPT; $P = 0,735$), GMD ($P = 0,735$) e a relação GMD:IMS ($P = 0,812$) dos animais (Tabela 5).

3.3. Perfil bioquímico e hematológico

A substituição do milho pela mistura RID:FGM não influenciou a concentração de glicose plasmática ($P = 0,989$), colesterol ($P = 0,217$), triglicerídeos ($P = 0,825$), proteína sérica ($P = 0,455$), albumina - Alb ($P = 0,956$), globulina - Glob ($P = 0,377$), ureia ($P = 0,591$), creatinina ($P = 0,882$) e a relação Alb:glob ($P = 0,897$) (Tabela 7). No entanto, observou-se tendência para diminuição linear da concentração de ácido úrico ($P = 0,084$) dos animais alimentados com a RID:FGM.

Os níveis inclusão da mistura RID:FGM não influenciaram a concentração de enzimas como AST ($P = 0,196$), GGT ($P = 0,494$), fosfatase alcalina ($P = 0,657$), frutossamina ($P = 0,938$) e creatina quinase ($P = 0,992$) dos animais. Além disso, a concentração de cálcio ($P = 0,398$), fósforo ($P = 0,853$) e magnésio ($P = 0,414$), em mg/dL; sódio ($P = 0,687$) e potássio ($P = 0,720$), em mEq/L séricos dos ovinos também não foram afetados pelas dietas experimentais.

Os níveis de inclusão da mistura RID:FGM aumentaram as concentrações dos neutrófilos ($P = 0,017$) e monócitos ($P = 0,050$) dos ovinos Santa Inês (Tabela 8). No entanto, as concentrações de hemácias ($P = 0,483$), hemoglobina ($P = 0,822$), hematócrito ($P = 0,947$), VCM ($P = 0,326$), CHCM ($P = 0,736$), proteínas totais ($P = 0,186$), linfócitos ($P = 0,644$) e eosinófilos ($P = 0,718$) dos animais não foram afetadas pela substituição do milho na dieta. Entretanto, foi observado que a concentração dos leucócitos ($P = 0,094$) tendeu a aumentar com a inclusão da mistura RID:FGM.

4. Discussão

4.1. Consumo e coeficiente de digestibilidade aparente, comportamento ingestivo e desempenho

Em geral, a inclusão da mistura RID:FGM (relação 613:387 g/kg de MS) substituindo totalmente o milho promoveu uma similaridade na composição química da dieta, o que resultou na ausência de efeito na ingestão, digestibilidade aparente e balanço de N, bem como no desempenho dos cordeiros.

A falta de efeito no coeficiente de digestibilidade da PB, bem como nas excreções de N fecal e urinário N retido no corpo, é devido ao balanceamento da PB da mistura na mesma concentração da PB do milho, provavelmente pelo fato de que o FGM possui uma taxa de degradabilidade similar ao milho (469,3 vs 505,7 g/kg de PB na fração B, respectivamente; Valadares Filho et al., 2019). Além disso, a inclusão da mistura RID:FGM promoveu um sincronismo de utilização de energia e PB adequado para síntese de proteína microbiana. A proteína microbiana, juntamente com a proteína não degradável no rúmen, fornece substrato para síntese de aminoácidos essenciais para o crescimento muscular dos animais (Van Soest, 1994; Wu et al., 2014).

Apesar do aumento linear dos tempos de alimentação e ruminação, a ingestão de MS e, conseqüentemente, a de aFDNcp não foram alteradas pela inclusão da mistura RID:FGM em substituição ao milho. No entanto, esse incremento no tempo de alimentação foi causado pelo aumento da frequência de alimentação dos animais, no período de melhor conforto térmico, como forma de compensar a redução do tempo de alimentação no período com maior ITU, uma vez que não houve efeito na eficiência na ingestão de MS e FDN. Além de as condições climáticas afetarem a ruminação dos animais, devido ao incremento calórico gerado pela ruminação e posterior fermentação

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

ruminal da digesta, o aumento da frequência de ruminação ocorreu devido à maior frequência de alimentação.

A redução na eficiência de ruminação da MS pode ser atribuída a rápida taxa de degradabilidade da MS do RID no rúmen, semelhantemente ao melaço, que pode chegar até 1000 g/h (Oliveira et al., 2003). No entanto, os efeitos da tendência de aumento e redução do coeficiente de digestibilidade aparente e eficiência de ruminação da aFDNcp, respectivamente, podem ser devido ao menor tamanho de partículas, densidade específica relativamente alta e a rápida taxa de passagem da FDN do FGM que escapa do rúmen, em relação à fibra de fontes de forragem do feno (Firkins, 1997), que neste estudo foi o feno de tifton.

4.2. Perfil bioquímico e hematológico

A semelhança do perfil bioquímico dos animais é atribuída à similaridade da composição química das dietas experimentais formuladas com a inclusão da mistura RID:FGM, principalmente na concentração de CNFcp relativamente baixa, com a substituição CNFcp do milho. Além disso, o perfil bioquímico dos animais está dentro do intervalo de referência da espécie (Kaneko et al., 2008; Radostits et al., 2010).

A inclusão da mistura não causou efeito na concentração de glicose plasmática, devido à maior taxa de degradação de açúcares em relação à do amido, uma vez que a substituição do farelo de milho por glúten de milho diminui a concentração de amido e aumenta as de fibra e proteína bruta, desse modo podendo alterar a fermentação ruminal (Teklebrhan et al., 2019). Ferraro et al. (2009) verificaram que o pico dos níveis de glicose plasmática circulante ocorre logo após a alimentação e retorna aos níveis normais após 90 minutos da alimentação quando animais são alimentados com dietas com melaço.

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

O aumento da contagem de neutrófilos e monócitos é atribuído a melhorias no metabolismo oxidativo das células com a substituição do milho pela inclusão da mistura RID:FGM, indicando que o ambiente ruminal estava com níveis de pH dentro dos limites normais (Afonso et al., 2002), o que é corroborado pelas concentrações dietéticas de CNFcp relativamente baixos em relação aos de aFDNcp. Apesar de ter aumentado, a contagem de neutrófilos e monócitos estava dentro do intervalo de referência para cordeiros em crescimento (Kaneko et al., 2008; Radostits et al., 2010), denotando que os animais estavam saudáveis.

Embora o pH ruminal não tenha sido aferido no presente trabalho, os resultados referentes a ingestão, coeficiente de digestibilidade aparente, balanço de N e tempo de ruminação nos dão suporte para as inferências acima.

A utilização da mistura RID:FGM (relação 613:387 g/kg de MS) como fonte de energia rapidamente fermentável, PB verdadeira e FDN no rúmen, não causou efeitos nas respostas hemodinâmicas e imunológicas dos animais; no entanto, os resultados estão dentro dos limites de referência para espécie (Kaneko et al., 2008; Radostits et al., 2010). Chen et al. (2019), usando uma mistura de adoçante artificial (93% sacarina de sódio) e oleorresina de capsicum (3%) na alimentação de ovinos, verificaram que a inclusão da mistura em até 172 mg/cabeça/dia na dieta também não alterou o perfil hematológico de ovinos.

Para animais de fazenda, a hematologia é uma ferramenta importante para o diagnóstico clínico da saúde (Çetin et al., 2009). Entretanto, o perfil hematológico em pequenos ruminantes (caprinos e ovinos) pode ser afetado por vários fatores, tais como: a região (Bezerra et al., 2008), raça (Bezerra et al., 2017; Oramari et al., 2013), estágio fisiológico (Pereira et al., 2015) e dietas (Lima et al., 2018; Santos et al., 2018) dos animais.

5. Conclusões

Recomenda-se a substituição integral (1000 g/kg de MS) de milho pela mistura RID:FGM (relação 613:387 g/kg de MS) na dieta de cordeiros em crescimento, como fonte de energia rapidamente fermentável no rúmen e proteína verdadeira, uma vez que a ingestão de alimentos, o desempenho e os parâmetros indicativos de saúde animal não foram afetados pela inclusão da mistura; além de que poderão ser reduzidos os custos com alimentação e mitigados os impactos ambientais.

Interesse de conflitos

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradecimentos

Agradeço à Docile Nordeste, localizada em Vitória de Santo Antão – PE, pela doação do resíduo da indústria de fabricação de doces para realização deste estudo.

6. Referências

ABICAB, 2018. Associação Brasileira da Indústria de Chocolate, Amendoim e balas [WWW Document]. URL <http://clientes.focoimg.com.br/abicab/storage/app/public/editor/15332396145b636>

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

13ea93b2.pdf (accessed 9.9.18).

Adesogan, A.T., Havelaar, A.H., McKune, S.L., Eilittä, M., Dahl, G.E., 2019. Animal source foods: Sustainability problem or malnutrition and sustainability solution? Perspective matters. *Glob. Food Sec.* xxx, 100325.

<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100325>

Afonso, J.A.B., Ciarlini, P.C., Kuchembuck, M.R.G., Kohayagawa, A., Feltrin, L.P.Z., Ciarlini, L.D.R.P., Laposy, C.B., Mendonça, C.L., Takahira, R.K., 2002. Metabolismo oxidativo dos neutrófilos de ovinos tratados com monensina sódica e experimentalmente submetidos à acidose ruminal. *Pesqui. Veterinária Bras.* 22, 129–134. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2002000400001>

AOAC, 2012. *Official Methods of Analysis AOAC international*, 19th ed. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, DC.

Bezerra, L.R., Ferreira, A.F., Camboim, E.K.A., Justiniano, S.V., Machado, P.C.R., Gomes, B.B., 2008. Profile hematological of goat clinical healthy servants in Cariri paraibano. *Ciência e Agrotecnologia* 32, 955–960. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000300037>

Bezerra, L.R., Oliveira, W.D.C., Silva, T.P.D., Torreão, J.N.C., Marques, C.A.T., Araújo, M.J., Oliveira, R.L., 2017. Comparative hematological analysis of Morada Nova and Santa Inês ewes in all reproductive stages. *Pesqui. Veterinária Bras.* 37, 408–414. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2017000400017>

Broderick, G.A., 2018. Review: Optimizing ruminant conversion of feed protein to human food protein. *animal* 12, 1722–1734. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002592>

Bürger, P.J., Pereira, J.C., Queiroz, A.C. de, Coelho, J.F. da S., Valadares Filho, S. de C., Cecon, P.R., Casali, A.D.P., 2000. Comportamento ingestivo em bezerros

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. Rev. Bras. Zootec. 29, 236–242. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000100031>

Çetin, N., Bekyürek, T., Çetin, E., 2009. Effects of Sex , Pregnancy and Season on some Haematological and Biochemical Blood Values in Angora Rabbits. Scand. J. Laboratoty Anim. Sci. 36, 155–162. <https://doi.org/https://doi.org/10.23675/sjlas.v36i2.180>

Chen, X.J., Nedelkov, K., Oh, J., Harper, M.T., Wall, E.H., Felix, T.L., Hristov, A.N., 2019. E ff ect of a blend of arti fi cial sweetener and capsicum on productive performance and blood chemistry in growing lambs. Anim. Feed Sci. Technol. 258, 114308. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114308>

Detmann, E., Valadares Filho, S. de C., Henriques, L.T., Pina, D. dos S., Paulino, M.F., Magalhães, A.L.R., Figueiredo, D.M. de, Porto, M. de O., Chizzotti, M.L., 2007. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. Rev. Bras. Zootec. 36, 155–164. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000100019>

Detmann, E., Valadares Filho, S.C., 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec. 62, 980–984. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000400030>

Detmann, E., Valente, É.E.L., Batista, E.D., Huhtanen, P., 2014. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. Livest. Sci. 162, 141–153. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.029>

Ertl, P., Zebeli, Q., Zollitsch, W., Knaus, W., 2015. Feeding of by-products completely replaced cereals and pulses in dairy cows and enhanced edible feed conversion

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

ratio. *J. Dairy Sci.* 98, 1225–1233. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8810>

Ferraro, S.M., Mendoza, G.D., Miranda, L.A., Gutiérrez, C.G., 2009. In vitro gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. *Anim. Feed Sci. Technol.* 154, 112–118. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.07.009>

Firkins, J.L., 1997. Effects of Feeding Nonforage Fiber Sources on Site of Fiber Digestion. *J. Dairy Sci.* 80, 1426–1437. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76072-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76072-7)

Fukumoto, N.M., Damasceno, J.C., Côrtes, C., Paine, R.C., Queiroz, M.F.S., Santos, G.T. dos, Matsushita, M., 2007. Consumo e digestibilidade da matéria seca de feno de braquiária decumbens e amendoim forrageiro em ovinos estimados por meio de n-alcanos. *Rev. Bras. Zootec.* 36, 471–479. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000200026>

Jain, N.C., 1993. *Essentials of Veterinary Hematology*, 1st Editio. ed.

Kaneko, J., Harvey, J., Bruss, M., 2008. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 6th ed. Academic Press, 28th July.

Kerr, B.J., Ziemer, C.J., Weber, T.E., Trabue, S.L., Bearson, B.L., Shurson, G.C., Whitney, M.H., 2008. Comparative sulfur analysis using thermal combustion or inductively coupled plasma methodology and mineral composition of common livestock feedstuffs¹. *J. Anim. Sci.* 86, 2377–2384. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0811>

Kozloski, G.V., Fiorentini, G., Härter, C.J., Sanchez, L.M.B., 2005. Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. *Ciência Rural* 35, 98–102. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000100015>

Leite, B.Z., Pawlowsky, U., 2005. Waste minimization measures in a food industry

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

located in the metropolitan area of Curitiba. *Eng. Sanit. e Ambient.* 10, 96–105.

<https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000200002>

Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 347–358.

[https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00837-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00837-3)

Lima, L.A., Silva, A.M. de A., Bezerra, L.R., Morais, J.S. de, Araújo, M.J. de, Oliveira, R.L., Silva, T.P.D. e, Pereira, E.S., 2018. Effects of the buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil supplementation on crossbred lactating goats: behavioral, physiological, and hematological responses. *Rev. Bras. Zootec.* 47.

<https://doi.org/10.1590/rbz4720170044>

López, M.C., Fernández, C., 2014. Energy partitioning and substrate oxidation by Guirra ewes fed soy hulls and corn gluten feed blend as a replacement for barley grain. *Anim. Feed Sci. Technol.* 189, 11–18.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.12.005>

Martin, P., Bateson, P., 1993. *Measuring Behaviour*, 2nd edn. ed. University Press, Cambridge.

Mertens, D.R., 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. *J. AOAC Int.* 85, 1217–1240.

Milis, C., Liamadis, D., Roubies, N., Christodoulou, V., Giouseljiannis, A., 2005. Comparison of corn gluten products and a soybean-bran mixture as sources of protein for lactating Chios ewes. *Small Rumin. Res.* 58, 237–244.

<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.10.006>

Münnich, M., Khiaosa-ard, R., Klevenhusen, F., Hilpold, A., Khol-Parisini, A., Zebeli, Q., 2017. A meta-analysis of feeding sugar beet pulp in dairy cows: Effects on feed

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

intake, ruminal fermentation, performance, and net food production. *Anim. Feed Sci. Technol.* 224, 78–89. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.12.015>

NRSR, 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. National Academies Press, Washington, DC.

Oliveira, M.V.M. de, Vargas Junior, F.M., Sanchez, L.M.B., Paris, W., Frizzo, A., Haygert, I.P., Montagner, D., Weber, A., Cerdótes, L., 2003. Ruminal Degradability and Intestinal Digestibility of Feeds by Means of Associated Technical In Situ and Mobile Nylon Bag. *Rev. Bras. Zootec.* 32, 2023–2031. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000800028>

Oramari, R.A.S., Bamerny, A.O., Zebari, H.M.H., 2013. Factors Affecting Some Hematology and Serum Biochemical Parameters in Three Indigenous Sheep Breeds. *Adv. Life Sci. Technol.* 7181, 56–63.

Pereira, F.B., Bezerra, L.R., Marques, C.A.T., De Araújo, M.J., Da Costa Torreão, J.N., Machado, L.P., 2015. Perfil hematológico de ovelhas santa inês suplementadas a pasto no terço final de gestação e no pós-parto. *Cienc. Anim. Bras.* 16, 350–357. <https://doi.org/10.1590/1089-6891v16i327573>

Petri, R.M., Münnich, M., Zebeli, Q., Klevenhusen, F., 2019. Graded replacement of corn grain with molassed sugar beet pulp modulates the fecal microbial community and hindgut fermentation profile in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 102, 5019–5030. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15704>

Radostits, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C., Hinchcliff, K.W., 2010. *Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equídeos.* Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brazil.

Ravagnolo, O., Misztal, I., Hoogenboom, G., 2000. Genetic Component of Heat Stress in Dairy Cattle , Development of Heat Index Function. *J. Dairy Sci.* 83, 2120–

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

2125. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75094-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75094-6)

Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F. de, Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.L. de T., Euclides, R.F., 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais, 3th ed, Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia. <https://doi.org/doc101021405>

Santos, C.B., Bezerra, L.R., Freitas, N.E., Neto, C.B.O., Morais, J.S., 2018. Hematological and biochemical parameters of lactating goats fed diets containing crude glycerin from biodiesel production from waste frying oil. *Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec.* 70, 1867–1876. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10022>

Senger, C.C.D., Kozloski, G. V., Bonnacarrère Sanchez, L.M., Mesquita, F.R., Alves, T.P., Castagnino, D.S., 2008. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 146, 169–174. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.12.008>

Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Soest, P.J. Van, Fox, D.G., Russe, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562–3577. <https://doi.org/doi:10.2527/1992.70113562x>

Teklebrhan, T., Wang, R., Wang, M., Wen, J.N., Wei, L., Zhang, X.M., Ma, Z.Y., Tan, Z.L., 2019. Effect of dietary corn gluten inclusion on rumen fermentation, microbiota and methane emissions in goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 114314. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114314>

Valadares Filho, S. de C., Lopes, S.A., Machado, P.A.S., Chizzotti, M.L., Amaral, H.F., Magalhães, K.A., Rocha Junior, V.R., Capelle, E.R., 2019. CQBAL 4.0. Tabela

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

Brasileira de composição de alimentos para ruminantes [WWW Document]. UFV.

URL <http://www.cqbal.com.br/#/> (accessed 8.3.19).

Valente, T.N.P., Detmann, E., Valadares Filho, S. de C., Cunha, M. da, Queiroz, A.C.

de, Sampaio, C.B., 2011. In situ estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. *Rev. Bras. Zootec.* 40, 666–675. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000300027>

Van Soest, P.J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminants*, 2th ed. Cornell University Press, Ithaca.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

Wu, G., Bazer, F.W., Dai, Z., Li, D., Wang, J., Wu, Z., 2014. Amino Acid Nutrition in Animals: Protein Synthesis and Beyond. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 2, 387–417. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022513-114113>

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

Tabela 1. Composição dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg MS)

Fração analítica	Feno de Tifton	Farelo de soja	Milho moído	FGM ^a	RID ^b	Núcleo mineral
Matéria seca ^c	893,7	871,3	847,2	844,0	971,7	958,2
Cinzas	84,3	65,4	12,2	63,0	11,6	891,9
Matéria orgânica	915,8	934,6	987,8	937,0	988,4	108,1
Proteína bruta	114,8	482,4	92,8	232,7	3,4	0,0
Extrato etéreo	25,1	22,3	42,1	30,9	2,0	0,0
aFDNcp ^d	735,4	136,5	121,8	348,8	10,2	0,0
FDA ^e	336,7	119,9	23,5	90,3	0,0	0,0
FDNi ^f	224,3	6,0	9,4	20,6	6,2	0,0
CNFcp ^g	40,5	293,4	731,2	324,6	972,8	0,0

^aFarelo de glúten de milho;

^bResíduo da indústria de doces;

^cg/kg matéria natural;

^dFibra em detergente neutro tratada com α -amilase e corrigida para cinzas e proteínas;

^eFibra em detergente ácido;

^fFibra em detergente neutro indigestível;

^gCarboidrato não fibroso corrigido para cinza e proteína.

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (g/ kg de MS)	Inclusão RID:FGM ^a (g/kg de MS)			
	0	330	660	1000
Feno de tifton 85	500	500	500	500
Farelo de soja	132	132	132	132
Milho moído	353	237	120	0
RID:FGM	0	116	233	353
Suplemento mineral ^b	15	15	15	15
Composição química				
Matéria seca ^c	875,3	884,0	892,8	901,8
Cinzas ^d	68,4	70,7	72,9	75,2
Matéria orgânica ^d	931,6	929,3	927,1	924,8
Proteína bruta ^d	153,8	153,7	153,6	153,6
Extrato etéreo ^d	30,3	27,0	23,6	20,1
Fibra em detergente neutro ^{d,e}	428,7	431,0	433,2	435,5
Fibra em detergente ácido ^d	192,5	194,3	196,0	197,9
FDN ^f	116,2	116,5	116,8	117,1
Carboidratos não fibrosos ^{d,g}	317,1	316,0	315,0	313,9

^aMistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho (relação 613:387 g/kg de MS);

^bComposição por kg: Cálcio 120 g; Fósforo 87 g; Zinco 3800 mg; Sódio 147 g; Manganês 1300 mg; Cobalto 40 mg; Ferro 1800 mg; Cobre 590 mg; Enxofre 18; Selênio 15 mg; Iodo 80 mg; Crômio 20 mg; Molibdênio 30 mg; Flúor (Máx) 870 mg;

^cg/kg matéria natural;

^dg/kg de MS;

^eTratada com alfa-amilase e corrigida para cinzas e proteínas;

^fFibra em detergente neutro indigestível;

^gCorrigido para cinzas e proteínas.

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

Tabela 3. Consumo alimentar, coeficiente de digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com a mistura RID:FGM em substituição ao milho

	Inclusão RID:FGM ^a (g/kg de MS)				EPM ^b	P-value	
	0	330	660	1000		L ^c	Q ^d
Consumo, g/dia							
Matéria seca	1133,7	1166,9	1141,5	1172,6	15,24	0,643	0,978
Matéria orgânica	1059,1	1086,7	1060,0	1085,8	14,09	0,759	0,980
Proteína Bruta	179,3	184,5	181,1	190,1	2,56	0,432	0,774
Extrato etéreo	36,7	33,0	27,9	25,2	0,88	0,063	0,658
aFDNcp ^f	453,6	473,7	470,8	492,6	6,79	0,318	0,960
FDNPD ^g	341,2	344,6	351,8	377,8	6,47	0,295	0,518
CNFcp ^h	386,6	393,3	378,9	388,8	5,18	0,898	0,906
NDT ⁱ	687,3	697,6	713,5	697,0	3,51	0,370	0,285
Água, kg/dia	3,83	4,02	3,79	3,68	0,07	9,462	0,451
Ingestão de matéria seca (MS)							
MS g/kg de PC ^e	42,0	42,0	41,1	42,9	0,42	0,725	0,475
MS g/PC ^{0,75}	95,8	96,4	94,3	98,7	0,94	0,578	0,506
Digestibilidade, g/kg							
Matéria seca	699,3	718,7	740,3	727,6	4,16	0,179	0,250
Matéria orgânica	714,1	728,0	751,6	739,2	3,98	0,188	0,285
Proteína Bruta	727,3	730,9	764,9	759,6	4,70	0,143	0,594
Extrato etéreo	784,3	722,3	716,3	686,4	9,97	0,156	0,511
aFDNcp	646,5	674,0	708,9	716,7	6,19	0,095	0,440
CNFcp	755,2	782,3	795,1	746,9	5,98	0,817	0,139
Balanço de nitrogênio (N) g/dia							
N ingerido	28,7	29,5	29,0	30,4	0,41	0,428	0,774
N fecal	7,72	7,43	6,15	6,51	0,20	0,200	0,522
N urinário	5,32	6,90	6,80	4,61	0,49	0,704	0,302
N absorvido	15,6	15,2	16,0	18,6	0,66	0,352	0,450
N retido	5,47	5,13	5,43	6,29	0,20	0,370	0,369
N g/PC ^{0,75}	0,47	0,43	0,45	0,53	0,02	0,413	0,326

^a Mistura de resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho (relação 613:387 g/kg de MS);

^b Erro padrão da média.

^c Linear;

^d Quadrático;

^e Peso corporal;

^f Fibra em detergente neutro tratada com α -amilase e corrigida para cinza e proteína;

^g Fibra em detergente neutro potencialmente digestível;

^h Carboidrato não fibroso corrigido para cinza e proteína;

ⁱ Nutrientes digestíveis totais.

Morais, J. S. *Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.*

Tabela 4. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com a mistura RID:FGM em substituição ao milho

	Inclusão RID:FGM ^a (g/kg de MS)				EPM ^b	P-value	
	0	330	660	1000		L ^c	Q ^d
Atividades, min./dia							
Alimentação	238,9	258,9	306,7	291,7	5,95	0,007	0,272
Ruminação	406,3	395,6	451,9	477,5	6,16	<,001	0,208
TMT ^e	645,2	654,4	758,5	769,2	9,63	<,0001	0,977
Ócio	794,8	785,6	681,5	670,8	9,63	<,0001	0,977
Eficiência de alimentação, g/h							
MS ^f	299	285	256	273	5,02	0,124	0,307
aFDNcp ^g	122,1	116,2	106,5	116,7	2,10	0,367	0,208
Eficiência de ruminação, g/h							
MS	185,3	195,6	175,6	166,1	2,53	<,001	0,514
aFDNcp	75,2	80,7	71,4	71,0	1,09	0,098	0,302

^aMistura de resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho (relação 613:387 g/kg de MS);

^bErro padrão da média.

^cLinear;

^dQuadrático;

^eTempo de mastigação total.

^fMatéria seca.

^gFibra em detergente neutro tratada com α -amilase e corrigida para cinza e proteína.

Morais, J. S. Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.

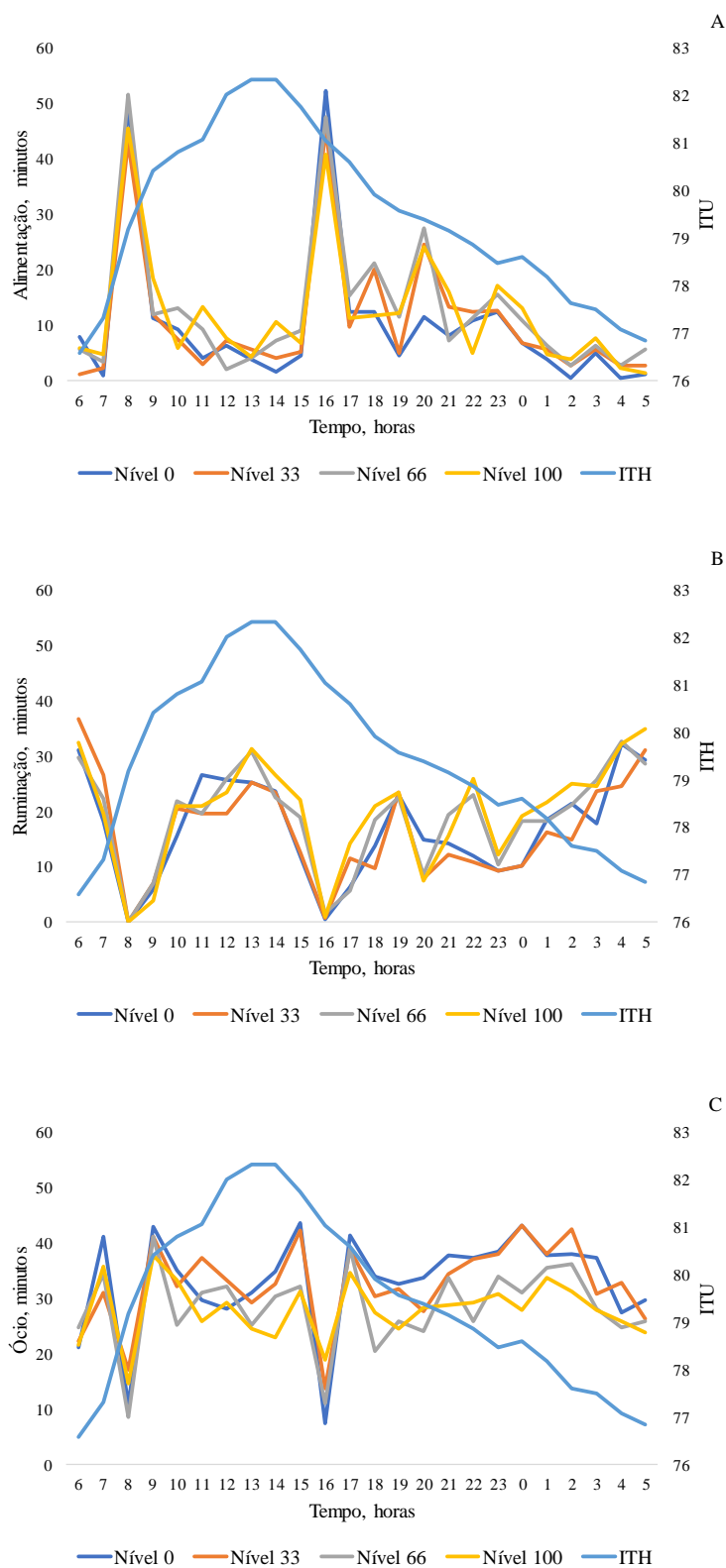


Figura 1. Atividades de alimentação (A), ruminação (B) e ócio (C) de ovinos alimentados com a mistura RID:FGM (relação 613:387 g/kg de MS) em substituição ao milho.

Morais, J. S. *Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.*

Tabela 5. Desempenho de ovinos alimentados com a mistura RID:GM em substituição ao milho

Variáveis	Inclusão RID:FGM ^a (g/kg de MS)				EPM ^b	P-value	
	0	330	660	1000		L ^c	Q ^d
Peso corporal, kg	19,2	19,5	19,4	19,7	0,29	-	-
Peso corporal ao abate, kg	34,7	36,3	36,3	36,4	0,45	0,434	0,551
Ganho de peso total, kg	16,1	16,8	16,6	16,6	0,28	0,735	0,669
Ganho de peso, g/dia	256,3	267,3	263,3	263,9	4,46	0,735	0,669
Relação GMD:CMS ^e , g/kg	217,5	229,4	231,6	219,6	3,16	0,812	0,308

^aMistura de resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho (relação 613:387 g/kg de MS);

^bErro padrão da média.

^cLinear;

^dQuadrático;

^eGanho médio diário:Consumo de matéria seca.

Morais, J. S. *Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento.*

Tabela 6. Perfil bioquímico de ovinos alimentados com a mistura RID:FGM em substituição ao milho

	Inclusão RID:FGM ^a (g/kg de MS)				EPM ^b	P-value	
	0	330	660	1000		L ^c	Q ^d
Energético, mg/dL							
Glicose	68,1	70,8	71,6	68,0	1,01	0,989	0,359
Colesterol	53,6	55,6	43,0	45,0	1,71	0,217	0,963
Triglicerídeos	15,4	16,1	14,9	15,2	1,02	0,825	0,943
Proteico, mg/dL							
Proteína	6,45	6,65	6,62	6,68	0,06	0,455	0,655
Albumina	3,00	3,10	3,05	3,01	0,02	0,956	0,346
Globulina,	3,38	3,55	3,47	3,67	0,06	0,377	0,931
Ureia	40,6	37,3	41,6	40,7	0,72	0,591	0,525
Creatinina	0,78	0,75	0,70	0,81	0,02	0,882	0,280
Ácido úrico	0,049	0,044	0,041	0,034	0,003	0,084	0,766
Relação alb:glob ^e	0,88	0,87	0,86	0,83	0,01	0,897	0,583
Perfil enzimático, U/L							
Aspartato aminotransferase	90,3	99,7	103,6	100,0	2,47	0,196	0,271
Gama glutamiltransferase	41,3	50,4	54,4	45,2	1,85	0,494	0,207
Fosfatase alcalina	379,1	369,5	312,0	372,4	13,83	0,657	0,437
Frutosamina	253,3	262,6	263,9	252,5	2,39	0,938	0,222
Creatinina quinase	121,5	151,7	126,9	130,8	7,48	0,992	0,597
Mineral							
Cálcio, mg/dL	10,3	10,7	10,7	10,8	0,09	0,398	0,591
Fósforo, mg/dL	11,8	12,1	11,7	11,8	0,19	0,853	0,836
Sódio, mEq/L	181,8	176,3	173,6	180,1	1,68	0,687	0,327
Potássio, mEq/L	4,08	4,08	4,23	4,14	0,07	0,720	0,790
Magnésio, mEq/L	2,31	2,41	2,38	2,46	0,04	0,414	0,864

^aMistura de resíduo da indústria de doces e farelo de glúten (relação 613:387 g/kg de MS);

^bErro padrão da média;

^cLinear;

^dQuadrático;

^eRelação albumina:globulina.

Tabela 7. Perfil hematológico de ovinos alimentados com a mistura RID:FGM em substituição ao milho

	Inclusão RID:FGM ^a (g/kg de MS)				EPM ^b	P-value	
	0	330	660	1000		L ^c	Q ^d
Hemograma							
Hemácias, x10 ⁶ /μL	10,5	10,4	10,2	10,3	0,06	0,483	0,286
Hemoglobina, g/dL	10,4	10,2	10,2	10,3	0,12	0,822	0,623
Hematócrito, %	31,2	30,8	30,6	31,3	0,28	0,947	0,356
VCM ^e , fl	29,7	29,7	29,9	30,3	0,22	0,326	0,797
CHCM ^f , g/dL	33,3	33,2	33,4	32,8	0,26	0,736	0,465
Proteínas totais, mg/dL	6,13	6,20	6,22	6,40	0,06	0,186	0,589
Leucograma, /μL							
Leucócitos	5.667	6.711	6.978	7.260	297,40	0,094	0,527
Neutrófilos	2.196	2.211	2.719	3.027	140,48	0,017	0,725
Linfócitos	3.213	4.002	3.319	3.376	203,16	0,644	0,621
Eosinófilos	183,8	154,6	203,6	177,0	20,61	0,718	0,870
Monócitos	135,8	174,7	390,8	312,0	35,03	0,050	0,506
Basófilos	0	0	0	0	-	-	-

^aMistura de resíduo da indústria de doces e farelo de glúten (relação 613:387 g/kg de MS);

^bErro padrão da média;

^cLinear;

^dQuadrático;

^eVolume corpuscular médio;

^fConcentração de hemoglobina corpuscular média.

CAPÍTULO II

Inclusão da mistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho na dieta de cordeiros Santa Inês: desempenho, características de carcaça e subprodutos comestíveis

Inclusão da mistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho na dieta de cordeiros Santa Inês: desempenho, características de carcaça e subprodutos comestíveis

Destaques

- A mistura do resíduo da indústria de doces (RID) e farelo de glúten de milho (FGM) não influenciou as características da carcaça.
- A eficiência biológica da carcaça fria (kg/kg de MS) e a relação músculo:gordura não foram influenciadas pela mistura.
- A mistura promoveu bons ganhos de carcaça.
- Os subprodutos comestíveis de ovinos são alimentos alternativos para agregar valor à carcaça.

Resumo

Objetivou-se avaliar os níveis de inclusão da mistura do resíduo da indústria de doces-RID e farelo de glúten de milho-FGM (relação 613:387 g/kg de MS) em substituição ao milho moído na alimentação de cordeiros em crescimento, sobre o desempenho, características de carcaça, cortes comerciais e ganhos de carcaça e de cortes comerciais, além dos subprodutos comestíveis. Foram utilizados 36 cordeiros da raça Santa Inês, machos não castrados, com peso corporal de $19,43 \pm 1,69$ kg, distribuídos em delineamento Inteiramente Casualizado nos tratamentos contendo quatro níveis de inclusão da mistura RID:FGM: 0; 330; 660 e 1000 (g/kg de matéria seca – MS), em substituição ao milho; além disso, foram adicionados oito animais ao estudo para compor o grupo baseline (n = 4 animais) e grupo em nível de manutenção (n = 4 animais). Os animais do grupo baseline foram abatidos no final do período de adaptação e os dos grupos em nível de manutenção e experimentais foram abatidos no final do experimento. A inclusão da mistura RID:FGM não influenciou as características, rendimentos, cortes comerciais da carcaça, as medidas morfométricas e avaliações subjetivas da carcaça: conformação e acabamento, bem como para composição tecidual e rendimentos de musculabilidade da perna, ganhos e rendimentos de carcaça, pesos absolutos e rendimentos dos subprodutos comestíveis ($P > 0,05$). No entanto, a gordura de cobertura renal da carcaça diferiu entre os tratamentos ($P = 0,047$). A mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho (na relação 613:387 g/kg de MS) pode substituir totalmente o grão de milho na dieta de ovinos Santa Inês, sem afetar o desempenho e as características quantitativas da carcaça e os subprodutos comestíveis.

Palavra-chave: açúcar, alimento alternativo, “buchada”, ovinos, “panelada”.

Inclusion of the blend of the residue from the candy industry and corn gluten meal in the diet of Santa Inês lambs: performance, carcass characteristics, and edible by-products

Abstract

The objective of this study was to evaluate the levels of inclusion of the blend of the residue from the candy industry - RCI and corn gluten meal - CGM (ratio 613: 387 g/kg of DM) replacing ground corn in the feeding of growing lambs, on performance, carcass characteristics, commercial cuts and carcass, and commercial cuts gains, in addition to edible by-products. Thirty-six Santa Inês lambs, uncastrated males, with a body weight (BW) of 19.43 ± 1.69 kg were used, in a completely randomized design in four levels of inclusion of the RCI:CGM blend: 0; 330; 660 and 1000 (g/kg of dry matter - DM), replacing corn. Also, eight animals were added to the study to compose the baseline group (n = 4 animals) and the maintenance level group (n = 4 animals). The animals in the baseline group were slaughtered at the end of the adaptation period and those in the maintenance and experimental groups were slaughtered at the end of the experiment. The inclusion of the RIC:CGM blend did not influence the characteristics, yields, commercial cuts of the carcass, the morphometric measurements and subjective evaluations of the carcass: conformation and finishing, as well as for tissue composition and leg muscle yields, carcass gains and yields, absolute weights and yields of edible by-products ($P > 0.05$). However, carcass renal fat differed between treatments ($P = 0.047$). The blend of the residue from the candy industry and corn gluten meal (in the ratio 613:387 g/kg of DM) can completely replace the corn grain in the Santa Inês lambs diet, without affecting the performance and the quantitative characteristics of the carcass and edible by-products.

Keywords: sugar, alternative food, “buchada”, sheep, “panelada”.

1. Introdução

Os ruminantes são excelentes transformadores de alimentos não comestíveis para o humano em alimentos de alto valor biológico para suprir as necessidades alimentares do homem (Broderick, 2018; Mottet et al., 2017). Assim, além de reduzir a competição pelo milho na alimentação animal e humana nas regiões áridas e semiáridas do mundo e os custos de importação dos grãos de cereais, a utilização de alimentos não comestíveis por humano não causou efeitos negativos no desempenho e na qualidade da carne de pequenos ruminantes (Cardoso et al., 2019; Valenti et al., 2018; Vasconcelos et al., 2019) e ainda pode reduzir os poluentes ambientais (Adesogan et al., 2019).

Segundo o relatório da Associação Brasileira das Indústrias de Chocolate, Amendoim e Balas (ABICAB, 2018), em 2018 foram produzidas 382 mil toneladas de produtos. Com essa produção, também são gerados resíduos da indústria de doces (RID) que podem ser utilizados na alimentação animal, como fonte de faturamento da indústria (Leite e Pawlowsky, 2005). Na fabricação dos produtos podem ser utilizados acidulantes (ácidos málico, fumárico, dextrina e ácido cítrico), gelatinizantes (magnésio e dextrina de silício), aromatizantes, regulador de acidez, espessantes (carboximetilcelulose), edulcorante artificial (aspartame = 250 mg/100mL), emulsificantes e o açúcar, que é o principal ingrediente.

O açúcar possui uma concentração de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro abaixo de 10 g/kg de MS (Rostagno et al., 2011), que pode estar presente no RID, como fonte de energia rapidamente fermentável no rúmen, em comparação ao amido. No entanto, para manutenção do sincronismo de utilização de energia e PB, bem como a degradação da FDN no rúmen (Detmann et al., 2014; Van Soest, 1994), é necessário que o RID seja misturado com um alimento adjuvante, como fontes de PB verdadeira e FDN, para correção da composição química no balanceamento das dietas.

O farelo de glúten de milho (FGM) é um coproduto da moagem úmida dos grãos de milho para extração do amido, com adição do dióxido de enxofre para enfraquecer a matriz do glúten, pela quebra das ligações dissulfeto para o controle das condições de fermentação (Kerr et al., 2008). Ele pode ser usado como fonte de PB (239,1 g/kg de MS), proteína degradável no rúmen (PDR; 861,6 g/kg de PB), fibra em detergente neutro não forragem (FDN; 414,4 g/kg de MS) e nutrientes digestíveis totais (NDT; 727,2 g/kg de MS) (Valadares Filho et al., 2019), para o balanceamento de ração mais econômica para ruminantes, devido à redução de alimentos importados das regiões produtoras (milho e farelo de soja), bem como a redução da concentração de amido (López e Fernández, 2014; Milis et al., 2005).

Além da carcaça, no Nordeste do Brasil a culinária local transforma os subprodutos comestíveis em pratos denominados “Buchada” e “Panelada” (Albuquerque et al., 2019; Clementino et al., 2007). A “buchada” é elaborada a partir da mistura de órgãos comestíveis picados (coração, pulmões, rins, fígado, baço e outros) e vísceras (intestino delgado e grosso, retículo, abomaso e omaso) temperados e envolvidos no rúmen; a “Panelada” é a junção da mistura dos componentes da “buchada” com os pés e cabeça, que são cozidos. Assim, além de aumentar o faturamento das fazendas (Mushi et al., 2009), esses subprodutos podem ser alternativas alimentares de povos das regiões áridas e semiáridas do mundo (Iñiguez, 2011).

Assim, devido à composição química dos alimentos não comestíveis para humano (RID e FGM) disponíveis na região, foi hipotetizado que a inclusão da mistura RID:FGM (na relação 613:387 g/kg de MS, respectivamente), como fonte de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen, PB verdadeira e FDN não forragem, pode substituir totalmente o milho na alimentação de cordeiros, sem afetar o desempenho e a saúde dos animais, como redutor dos custos de alimentação com a

aquisição de alimentos importados. Portanto, objetivou-se avaliar o efeito de níveis de inclusão da mistura do RID:FGM (0; 330; 660 e 1000 g/kg de MS) em substituição ao grão de milho sobre o desempenho, características da carcaça, ganhos da carcaça e subprodutos comestíveis de ovinos Santa Inês em crescimento.

2. Material e métodos

2.1. Local e ética animal

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil. Todos os procedimentos experimentais foram executados conforme aprovado pelo Comitê de Ética e Uso Animal (CEUA/UFRPE), com o número de licença 120/2017.

2.2. Animais e desenho experimental

Foram utilizados 36 cordeiros da raça Santa Inês, machos não castrados, com idade média inicial de seis meses e peso corporal (PC) médio de $19,48 \pm 1,86$ kg, distribuídos aleatoriamente entre os quatro níveis de inclusão (0; 330; 660 e 1000 g/kg de MS) da mistura do RID e FGM (Refinazil[®], Ingredion Brasil, Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brasil) em substituição ao milho moído na dieta; além disso, foram adicionados oito animais com PC médio de $19,69 \pm 2,72$ kg, com a mesma idade e raça para compor os grupos baseline (n = 4) e nível de manutenção (n = 4). No final do período de adaptação, os animais do grupo baseline foram abatidos e os dos grupos em nível de manutenção e experimental foram abatidos ao mesmo tempo no final do estudo.

O experimento teve duração de 77 dias, com 14 dias para adaptação dos animais ao manejo, instalações e dietas e 63 dias para a coleta de amostras e dados. No final do período de adaptação, um animal foi a óbito por *causa mortis* desconhecida.

2.3. Manejo sanitário e instalações

Neste estudo, todos os animais foram vacinados para o controle das enterotoxemias (Sintoxan Polivante, Merial Saúde Animal, Campinas – São Paulo, Brasil) e suplementados com vitaminas A, D e E (VIT ADE, Calbos Saúde Animal, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil) com solução injetável; os parasitas internos e externos foram controlados com o uso de Closantel (Diantel 10%, Hipra Saúde Animal, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil) e Albendazol + Cobalto (Endazol 10% CO, Hipra Saúde Animal, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil) com solução oral, conforme o fabricante. Os animais foram alojados em galpão coberto, provido de baias individuais (1,8 m²) com livre acesso ao comedouro e bebedouro.

2.4. Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações do Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants (NRSR, 2007) para um ganho médio (GMD) estimado de 250 g/dia. O feno de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) foi triturado em máquina forrageira com peneira de 8 mm; o grão de milho (*Zea mays* L.), farelo de soja (*Glycine max* (L) Merr.) e RID foram moídos com peneira de 2 mm. O RID e FGM foram misturados na relação 613:387 g/kg de MS, respectivamente, para manter a mesma concentração proteica do grão de milho e, conseqüentemente, corrigir a fibra em detergente neutro. O RID foi composto por uma mistura de resíduos sólidos de

vários produtos da indústria de doces (suco de uva desidratado, pastilha de hortelã, açúcares e outros).

Todos os animais foram alimentados com ração na forma de mistura total (RMT), duas vezes ao dia (8h e 16h). No período de adaptação, todos os animais foram alimentados com uma RMT na relação volumoso:concentrado (600:400 g/kg de MS), com adição de 500 g/kg de MS da mistura RID:FGM substituindo o milho. Após adaptação, todos os animais foram alimentados com a RMT na relação volumoso:concentrado 500:500 g/kg de MS. Os animais do grupo em nível de manutenção foram alimentados com 2 g de MS/kg de PC da dieta controle (0 g/kg de MS da mistura do RID:FGM).

O ajuste da ração foi realizado diariamente para permitir consumo *ad libitum* e 10% de sobras na MS, para determinar a ingestão voluntária de MS. A água foi fornecida *ad libitum*. As composições químicas dos ingredientes, bem como a proporção e fração analítica das dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

2.5. Análise química das amostras

Todas as amostras de ingredientes, sobras e fezes foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas, e moídas em moinho de facas (Marconi, M-340, Piracicaba, São Paulo, Brasil) para passar por uma peneira de 1-mm, para análise química, e outra de 2-mm, para determinação da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), conforme metodologia de Valente et al. (2011). As amostras foram analisadas para matéria seca (MS; método 934.01), cinzas (método 942.05), matéria orgânica (MO; método 930.05), proteína bruta (PB; método 981.10) e extrato etéreo

(EE; método 920.39), conforme a Official Methods of Analysis AOAC International (AOAC, 2012).

A fibra em detergente ácido (FDA) e a fibra em detergente neutro tratada com α -amilase (aFDN; Mertens, 2002) foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (1991), com adaptação sugerida por Senger et al. (2008), para o equipamento de autoclave. O resíduo da aFDN foi corrigido para cinzas (aFDNc; Mertens, 2002) por incineração em mufla (600 °C/4 horas); a correção da proteína insolúvel na fibra em detergente neutro (aFDNp) foi efetuada segundo Licitra et al. (1996). Por fim, a fibra em detergente neutro tratada com alfa-amilase e corrigida para cinzas e proteína foi estimada pela seguinte equação proposta por Detmann e Valadares Filho (2010):
$$\text{aFDNcp (g/kg de MS)} = \text{aFDN} - (\text{aFDNc} - \text{aFDNp}).$$

Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação proposta por Sniffen et al. (1992), modificada por Detmann e Valadares Filho (2010), para correção da aFDNcp: $\text{CNFcp (g/kg de MS)} = 1000 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{cinzas} + \text{aFDNcp})$.

O consumo dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi determinado conforme a proposta de Sniffen et al. (1992), modificada para correção da FDN: $\text{NDT (g/kg de MS)} = \text{PB digestível} + (\text{EE digestível} \times 2,25) + \text{aFDNcp digestível} + \text{CNFcp digestível}$, conforme sugestão de Detmann e Valadares Filho (2010), para FDNcp. A energia metabolizável (EM, Mcal/dia) foi determinada de acordo com a recomendação do (NRSR, 2007), onde $\text{EM} = \text{ED} \times 0,82$ e $\text{ED} = 4,4 \text{ Mcal} \times \text{NDT (kg)}$. A ingestão de EM foi expressa em Mcal/dia.

2.6. Abate dos animais, rendimentos e medidas morfométricas na carcaça

Todos os animais foram abatidos no abatedouro experimental do Departamento de Zootecnia – UFRPE, conforme as recomendações do Serviço de Inspeção Federal (SIF), preconizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2000). Os animais foram submetidos a um jejum de sólidos de aproximadamente 16 horas, com livre acesso à água. Os animais foram insensibilizados pelo método de eletroanestesia com auxílio do equipamento próprio (Del Pino, Santo André, São Paulo, Brasil), com corrente elétrica de 220 volts (V) e 1,5 amperes (A) por 2 segundos.

O peso de carcaça quente (PCQ, kg) foi obtido após a sangria, remoção da pele, órgãos e vísceras, patas, cabeça e trato geniturinário dos animais. Além disso, o conteúdo gastrointestinal (CTGI) foi determinado da seguinte maneira: $CTGI (kg) = PCA - [(órgãos) + (vísceras vazias) - conteúdo (biliar + urinário)]$, conforme descrito por Cezar e Sousa (2007), em que PCA corresponde ao peso corporal ao abate. O peso de corpo vazio (PCV, kg) foi determinado pela diferença entre o PCA e o CTGI.

Depois de resfriadas em câmara fria ($4^{\circ}C \pm 0,1/24$ horas), as carcaças foram pesadas para determinar o peso de carcaça fria (PCF, kg). As medidas subjetivas da carcaça foram avaliadas por três avaliadores treinados, que atribuíram escores para a conformação (escore de 1-5; ruim a excelente), acabamento (escore de 1-5; muito magra a muito gorda) e cobertura de gordura pélvico-renal (escore de 1-5; pouca a muita), segundo descrição de Cezar e Sousa (2007). Após esse procedimento, a gordura de cobertura renal da carcaça fria foi removida e quantificada (kg).

Os rendimentos da carcaça quente (RCQ, %): $RCQ (\%) = (PCQ/PCA) \times 100$, o da carcaça fria (RCF, %): $RCF (\%) = (PCF/PCA) \times 100$ e o biológico (RB, %): $RB (\%) = (PCQ/PCV) \times 100$ foram obtidos conforme Cezar e Sousa (2007). As leituras do pH e da temperatura das carcaças foram realizadas a zero (0) e 24 horas *post mortem*, no

músculo *Semimembranosus* da perna esquerda, com auxílio de um pHmetro de inserção (Testo 205).

As medidas morfométricas das carcaças foram feitas conforme a proposta de Cezar e Sousa (2007): comprimento externo (CE), comprimento interno (CI), largura da garupa (LG), perímetro da garupa (PG), largura do tórax (LT), perímetro torácico (PT), profundidade interna do tórax (PIT), comprimento da perna (CP) e perímetro da perna (PP). Além disso, também foi calculado o índice de compacidade da carcaça: ICC (g/cm) = PCF/CI, conforme Yáñez et al. (2004).

Depois disso, as carcaças foram divididas em duas partes iguais: a carcaça esquerda foi fracionada em seis cortes comerciais: pescoço, paleta, costela, serrote, lombo e perna, de acordo com a descrição de Cezar e Sousa (2007).

A área de olho de lombo (AOL, cm²) do músculo *Longissimus thoracis* (LT) foi obtida por meio do corte transversal entre a 12^o e 13^a costelas, que foi delineado, com uma caneta (não tóxica) apropriada, em uma folha de PVC transparente (Maxprint, São Paulo, São Paulo, Brasil), segundo a proposta de Costa et al. (2012). Em seguida, a folha foi digitalizada em impressora (Pixma MG 2910, Canon) e a área do pixel foi convertida em centímetro quadrado (cm²), com o auxílio do software ImageJ[®] (Schindelin et al., 2015, 2012). A espessura de gordura subcutânea do músculo LT, entre a 12^a e 13^a costelas foi analisada com auxílio de um paquímetro digital (HAFF[®], modelo Digiplan).

2.7. Composição tecidual da perna

O índice de musculosidade da perna (IMP) foi determinado segundo a metodologia de Purchas et al. (1991): $IMP = [(PM5/CF)/CF]^{0,5}$, onde o PM5 é o peso (g) dos cinco músculos que recobrem o fêmur (*Bíceps femoral*, *Semitendinoso*, *Adutor*,

Semimembranoso e *Quadríceps femoral*) e CF é o comprimento (cm) do fêmur da perna esquerda. Além disso, foram determinados os pesos de músculo total, ossos, gordura subcutânea (GS), gordura intramuscular (GIM), gordura pélvica (GP), gordura total (GT) e outros tecidos, bem como os rendimentos dos tecidos em relação ao peso da perna reconstituída, e as relações entre músculo:osso e músculo:gordura.

2.8. *Estimação de ganhos de pesos da carcaça e cortes comerciais*

Foram testados dois modelos de equações para estimar os pesos de corpo vazio inicial (PCVi) e carcaça quente inicial (PCQi) e dos cortes comerciais iniciais (pescoço, paleta, costela, serrote, lombo e perna), em função da variável com melhor ajuste dentro do modelo. Foram testados os modelos linear ($Y = a + bX$) e não linear ($Y = aX^b$).

A partir do ajuste de modelo de equação e das variáveis, o ganho de carcaça quente (GCQ, kg) foi obtido pela equação: $GCQ \text{ (kg)} = PCQf - PCQi$, onde PCQf é o peso de carcaça quente final. O ganho de carcaça fria (GCF, kg) foi determinado utilizando-se a seguinte equação: $GCF \text{ (kg)} = PCFf - PCFi$, onde PCFf é o peso de carcaça fria final. O rendimento de ganho de carcaça fria (RGCF, %) foi obtido pela seguinte equação: $RGCF \text{ (\%)} = (GCF/GPCT) \times 100$, onde GPCT é o ganho de peso corporal total. O ganho dos cortes comerciais (GCC, kg) individualmente foi obtido pela equação: $GCC \text{ (g)} = PCCf - PCCi$, onde PCCf é o peso do corte comercial final; o rendimento de cortes comerciais (RCC, g/kg de corte) foi determinado pela equação: $RCC \text{ (kg)} = GCC \text{ (g)}/PCCf \text{ (kg)}$.

2.9. *Subprodutos comestíveis e rendimentos*

Os subprodutos comestíveis (SC: sangue, cabeça, patas, língua, pulmões, traqueia, coração, fígado, baço, rins, rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e

grosso) foram pesados em separado, conforme Medeiros et al. (2009). Os rendimentos dos SC foram determinados pela relação entre o peso de cada SC e PCV, expressos em g/kg.

2.10. Análise estatística

A análise dos dados foi conduzida usando o delineamento Inteiramente Casualizado, de acordo com o modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - X) + e_{ij}$; onde, Y_{ij} = valor observado da variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento i ($i = 1-4$); $\beta (X_{ij} - X)$ = efeito de covariável (peso corporal inicial); e_{ij} = erro experimental.

Para composição tecidual da perna, a meia carcaça esquerda foi utilizada como covariável no modelo. Foram aplicados no resíduo os testes de Normalidade e Homocedasticidade no banco de dados e, quando os critérios não foram atendidos, os outliers foram removidos quando estavam na faixa de $\pm 2,5$.

Os dados foram submetidos à análise de variância e contrastes ortogonais (linear, quadrático e cúbico) pelo procedimento Mixed do Statistical Analysis Systems v 9.4 (SAS, Institute Cary Inc., NC, USA). O teste de Kruskal-Wallis foi aplicado nos dados de medidas subjetivas da carcaça pelo procedimento Mixed do SAS. Todos os dados foram testados ao nível de $P < 0,05$ de significância.

O ajuste das variáveis e dos diferentes modelos para estimar os pesos iniciais do banco de dados foi comparado usando o critério de informações de Akalke (AIC) (Akalke, 1974), usando o método de seleção do SAS. O modelo ajustado com menor escore de AIC foi considerado o melhor. O procedimento REG do SAS foi utilizado para estimar os modelos lineares e o procedimento NLIN do SAS foi utilizado para

estimar os modelos não lineares. O Método de Gauss-Newton foi utilizado para o critério de convergência. As médias foram apresentadas pelo mínimo quadrado médio.

3. Resultados

3.1. Desempenho, características, rendimentos e medidas morfométricas e subjetivas da carcaça

A inclusão da mistura RID:FGM não afetou a ingestão de MS ($P = 0,642$) e EM ($P = 0,639$), o PCA ($P = 0,399$), PCV ($P = 0,602$), GMD ($P = 0,601$), relação GMD:IMS ($P = 0,699$; Tabela 3). Além disso, o PCQ ($P = 0,854$), PCF ($P = 0,748$), perdas por resfriamento ($P = 0,486$), RCQ ($P = 0,269$), RCF ($P = 0,348$), RB ($P = 0,330$), AOL ($P = 0,475$), EGS ($P = 0,824$), GI ($P = 0,688$), GPR ($P = 0,396$), pH inicial ($P = 0,371$), pH final ($P = 0,962$), temperatura (T) inicial ($P = 0,864$) e T final ($P = 0,511$) e os cortes comerciais da carcaça, como pescoço ($P = 0,527$), paleta ($P = 0,438$), costela ($P = 0,494$), serrote ($P = 0,810$), lombo ($P = 0,376$) e perna ($P = 0,552$) não foram influenciados pela substituição do milho pela mistura RID:FGM.

Os níveis da inclusão da mistura RID:FGM na dieta não influenciaram as medidas da carcaça para o CE ($P = 0,544$), CI ($P = 0,798$), LT ($P = 0,375$), PTx ($P = 0,632$), PT ($P = 0,700$), LG ($P = 0,861$), PG ($P = 0,629$), CP ($P = 0,939$), PP ($P = 0,921$) e CC ($P = 0,971$) e as medidas subjetivas, como o acabamento ($P = 0,729$) e conformação ($P = 0,604$) da carcaça dos animais (Tabelas 4 e 5, respectivamente). No entanto, a cobertura de gordura renal da carcaça ($P = 0,047$) foi afetada com a inclusão da mistura RID:FGM na dieta dos animais, sendo que foram atribuídos os menores escores para a cobertura de gordura renal dos animais alimentados com a 1000 g/kg de MS da mistura na dieta.

3.2. Composição tecidual da perna

A substituição do milho pela mistura do RID:FGM não influenciou o peso da perna reconstituída ($P = 0,674$), as perdas por descongelamento ($P = 0,842$), os pesos de músculo ($P = 0,978$), osso ($P = 0,576$), GS ($P = 0,632$), GIM ($P = 0,984$), GP ($P = 0,606$), GT ($P = 0,627$), outros tecidos ($P = 0,963$) e os rendimentos do músculo ($P = 0,555$), GT ($P = 0,703$) e osso ($P = 0,704$), bem como as relações músculo:osso ($P = 0,534$), músculo:gordura ($P = 0,389$) e IMP ($P = 0,811$) (Tabela 6).

3.3. Estimativa de pesos iniciais do corpo e cortes comerciais da carcaça

Em geral, pelos critérios de AIC, os parâmetros de estimação dos modelos não lineares (AIC, variando de -76,57 a -30,44) tiveram melhor ajuste quando comparados aos modelos lineares (AIC, variando entre -17,67 a 62,84), para descrever a relação dos pesos iniciais. Assim, os modelos não lineares obtidos neste estudo estão na Tabela 7.

A partir das equações, o PCVi (Eq. 1), PCQi (Eq. 2) e PCFi (Eq. 3) médios foram estimados em 15,83; 9,12 e 8,57 kg, respectivamente. Diante desses resultados, foi observado que a substituição do milho na dieta não afetou o GCQ ($P = 0,630$), RGCQ ($P = 0,264$), GCF ($P = 0,685$), RGCF ($P = 0,385$) e a relação GCF:IMS ($P = 0,757$), como também os ganhos em peso do pescoço ($P = 0,563$), paleta ($P = 0,818$), costela ($P = 0,468$), serrote ($P = 0,632$), lombo ($P = 0,563$) e perna ($P = 0,812$) dos cordeiros (Tabela 8).

3.4. Subprodutos comestíveis

O peso e os rendimentos dos órgãos (baço, coração, fígado, pulmões e rins), vísceras (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e grosso) e outros componentes (cabeça, patas, língua e sangue) dos cordeiros, expressos em g e g/kg de

PCV, não foram influenciados pelos níveis de inclusão da mistura RID:FGM na dieta ($P > 0,05$; Tabela 9).

4. Discussão

A inclusão da mistura RID:FGM (na relação 613:387 g/kg de MS) substituiu totalmente o milho (353 g/kg de MS) na dieta dos animais, sem afetar as ingestões de MS e EM, bem como o desempenho dos cordeiros. Embora a mistura RID:FGM tenha uma característica de rápida taxa de degradação da MS, semelhantemente ao melaço (Oliveira et al., 2003), e taxa de passagem da FDN relativamente alta (Firkins, 1997), isso não significa afetar o valor nutricional das dietas experimentais. Apesar disso, as dietas experimentais foram formuladas para manter a mesma concentração de PB do milho, com a utilização do FGM na mistura, pelo fato da semelhança da taxa de degradação da PB no rúmen (milho: 505,7 g de PB vs 469,3 g de PB, ambas na fração B; Valadares Filho et al., 2019).

Assim, a partição de nutrientes, principalmente a PB, foi utilizada para o crescimento e depósito de tecido muscular, uma vez que não houve efeitos no peso da carcaça, cortes comerciais, medidas morfométricas, AOL e composição tecidual da perna.

A sincronização de utilização de energia e PB é utilizada pelos microrganismos para sínteses de proteína microbiana (Van Soest, 1994). A produção de proteína microbiana e a proteína que escapa do rúmen são usadas como fontes de aminoácidos essenciais para o crescimento muscular (Van Soest, 1994; Wu et al., 2014). Segundo (Cezar e Sousa, 2010), a AOL é uma boa estimativa da musculabilidade e está diretamente correlacionada com os cortes comerciais de maior valor agregado. Assim, o corte da perna, que tem maior valor agregado (Araújo Filho et al., 2007), não sofreu

efeito das dietas experimentais, o que promoveu altos rendimentos musculares com uma carne magra, devido à alta musculabilidade na relação músculo:gordura.

A falta de efeito nos rendimentos de carcaça quente e fria é atribuída à semelhança na concentração da aFDN_{cp} das dietas experimentais. Embora a fonte de FDN usada na mistura tenha uma rápida passagem pelo trato gastrointestinal (Firkins, 1997) em relação ao feno de tifton (Alves et al., 2003), isso possivelmente não influenciou os rendimentos, pelo fato de que o tempo de jejum alimentar de sólidos foi igual para todos animais (aproximadamente 16 horas).

A semelhança na EGS, GI, GPR e acabamento foram causadas pela similaridade na ingestão de MS e EM pelos animais, bem como a baixa concentração de CNF_{cp} nas dietas. A EGS atua como isolante térmico no resfriamento, bem como reduzindo as perdas por resfriamento da carcaça e permitindo o declínio normal do pH (Lage et al., 2014). Embora os valores médios da EGS estejam abaixo do recomendado (3 mm) para proteção do resfriamento da carcaça, isso não afetou as perdas por resfriamento, pH e temperatura. Uma outra explicação para a deposição de gordura é que animais deslanados tendem a depositar mais gordura em outras regiões do corpo, como a interna e pélvico-renal, como fonte de energia a ser mobilizada em períodos de escassez de alimentos (Cezar e Sousa, 2010).

A menor nota de escore da cobertura de gordura renal atribuída pelos avaliadores para os animais alimentados com a dieta com 1000 g/kg de MS da mistura RID:FGM pode ser explicada pela distribuição da gordura no órgão, uma vez que não houve efeitos na quantidade de gordura pélvico-renal depositada na carcaça dos animais.

A semelhança do pH e temperatura da carcaça é atribuída à falta de efeito na EGS, que apresentou valores mínimos necessários para proteção do resfriamento da

carcaça. O declínio normal do pH inicial até sua estabilização 24 horas após o abate, indica que as reservas de glicogênio muscular, sintetizado a partir da glicose hepática (Dashty, 2013), foram reduzidas adequadamente para preservação das características qualitativas da carne (Della Malva et al., 2016), como a capacidade de retenção de água, coloração e força de cisalhamento (Cezar e Sousa, 2007, 2010). Portanto, esses resultados indicam que houve um adequado manejo no pré-abate e no abate para evitar estresse dos animais.

A substituição do milho pela mistura RID:FGM na dieta não afetou os ganhos de carcaça dos animais, o que pode ser atribuído à similaridade das dietas em fornecer nutrientes para síntese de proteínas para o crescimento muscular (Wu et al., 2014). Uma outra explicação está na baixa quantidade de CNF em relação à concentração de FDNcp das dietas, bem como a ausência de efeito na deposição de gordura, embora suficiente para preservação da carcaça. Fatores como elevada quantidade de CNF na dieta (Clementino et al., 2007), raça e genética dos animais (Ricardo et al., 2015) na deposição de gordura podem afetar os rendimentos da carcaça de ovinos (Santos et al., 2015). No entanto, as estimativas de ganhos de carcaça por meio de modelos matemáticos são fundamentais para determinar o custo de aquisição dos animais e, como isso, fazer um planejamento financeiro, com dietas formuladas a baixo custo, que possibilite o máximo lucro para o produtor.

A inclusão da mistura RID:FGM não afetou os pesos e rendimentos dos subprodutos comestíveis, devido à similaridade de ingestão da MS e EM, bem como a manutenção da concentração de PB e CNF na dieta, o que promoveu uma partição de nutrientes similar para cada componente. Embora os açúcares presentes na mistura RID:FGM tenham uma rápida taxa de fermentação ruminal, em comparação ao amido que foi substituído, possivelmente as dietas forneceram energia e PB suficientes para

atender às exigências nutricionais de manutenção e ganho de carcaça, bem como a manutenção dos órgãos viscerais. Isso ocorreu porque o NRSR (2007) recomenda que a energia de manutenção dos órgãos viscerais seja ajustada em 0,09 Mcal x a exigência total de EM (Mcal/dia).

No Brasil (de Queiroz et al., 2013) e na América Latina (Madruga et al., 2007), a “buchada” é bastante apreciada como alternativa para o melhor aproveitamento dos subprodutos comestíveis de ovinos, pelo fornecimento de nutrientes de elevado valor biológico para alimentação humana e pelo potencial valor econômico agregado (Hoffman et al., 2013; Toldrá et al., 2012). Assim, a inclusão da mistura RID:FGM na dieta de cordeiros é uma alternativa alimentar de baixo custo, com capacidade de ser convertida eficientemente em produtos comestíveis para humano em regiões áridas e semiáridas do Brasil.

5. Conclusões

A mistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho (relação 613:387 g/kg de MS, respectivamente) em substituição ao milho em até 1000 g/kg de MS na dieta de ovinos pode ser usada sem influenciar o desempenho, características da carcaça e subprodutos comestíveis.

Declaração de contribuição de autoria do CRediT

Jasiel Santos de Moraes: Metodologia, Software, Análise formal, Investigação, análises de dados, Redação - rascunho original, Redação - revisão e edição, Visualização. **Antonia Sherlânea Chaves Vêras:** Metodologia, Análise de dados, Redação - rascunho original, Redação - revisão e edição, Supervisão, Administração de projetos, Captação de recursos.

Conflito de Interesses

Os autores declaram que não há conflito de interesses.

Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradecimentos

Agradeço à Docile Nordeste, localizada em Vitória de Santo Antão – PE, pela doação do resíduo da indústria de fabricação de doces para realização deste estudo.

6. Referências

- ABICAB, 2018. Associação Brasileira da Indústria de Chocolate, Amendoim e balas [WWW Document]. URL <http://clientes.focoimg.com.br/abicab/storage/app/public/editor/15332396145b63613ea93b2.pdf> (accessed 9.9.18).
- Adesogan, A.T., Havelaar, A.H., McKune, S.L., Eilittä, M., Dahl, G.E., 2019. Animal source foods: Sustainability problem or malnutrition and sustainability solution? Perspective matters. *Glob. Food Sec.* xxx, 100325. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100325>
- Akalke, H., 1974. A New Look at the Statistical Model Identification. In: Parzen E., Tanabe K., Kitagawa G. (eds) *Selected Papers of Hirotugu Akaike*. Springer Series in Statistics (Perspectives in Statistics). Springer, New York, NY.
- Albuquerque, G.N., Costa, R.G., Barba, F.J., Gómez, B., Ribeiro, N.L., Beltrão Filho,

- E.M., Sousa, S., Santos, J.G., Lorenzo, J.M., 2019. Effect of organic acids on the quality of sheep “buchada”: From food safety to physicochemical, nutritional, and sensorial evaluation. *J. Food Process. Preserv.* 43, e13877.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.13877>
- Alves, K.S., Carvalho, F.F.R. de, Ferreira, M. de A., Vêras, A.S.C., Medeiros, A.N. de, Nascimento, J.F. do, Nascimento, L.R.S., Anjos, A.V.A. dos, 2003. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. *Rev. Bras. Zootec.* 32, 1927–1936. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000800017>
- AOAC, 2012. *Official Methods of Analysis AOAC international*, 19th ed. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, DC.
- Araújo Filho, J.T. de, Costa, R.G., Fraga, A.B., Gonzaga Neto, S., Pacheco, K.M.G., Rocha, L.P. da, 2007. Agregação de valor em carcaça de cordeiros deslanados por meio de cortes especiais. *Rev. Científica Produção Anim.* 9, 111–119.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15528/158>
- Broderick, G.A., 2018. Review: Optimizing ruminant conversion of feed protein to human food protein. *animal* 12, 1722–1734.
<https://doi.org/10.1017/S1751731117002592>
- Cardoso, D.B., Vêras, R.M.L., de Carvalho, F.F.R., Magalhães, A.L.R., de Vasconcelos, G.A., Maciel, M.I.S., Madruga, M.S., Urbano, S.A., de Lima Silva, J., 2019. Physicochemical parameters, fatty acid profile, and sensory attributes of meat from lambs fed with cassava dregs in replacement of corn. *Trop. Anim. Health Prod.* 51, 1515–1521. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01840-2>
- Cezar, M.F., Sousa, W.H. de, 2007. *Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação*, 1ª. ed. Agropecuária Tropical, Uberaba - Minas Gerais, Brazil.

- Cezar, M.F., Sousa, W.H., 2010. Proposta de avaliação e classificação de carcaças de ovinos deslanados e caprinos. *Rev. Tecnol. Ciên. Agropec.* 4, 41–51.
- Clementino, R.H., De Sousa, W.H., De Medeiros, A.N., Cunha, M.D.G.G., Neto, S.G., De Carvalho, F.F.R., Cavalcante, M.A.B., 2007. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. *Rev. Bras. Zootec.* 36, 681–688. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000300023>
- Costa, R.G., Lima, A.G.V.O., Oliveira, C.F.S., Azevedo, P.S., Medeiros, A.N., 2012. Utilização de diferentes metodologias para determinação da área de olho de lombo em ovinos. *Arch. Zootec.* 61, 615–618. <https://doi.org/10.4321/S0004-05922012000400014>
- Dashty, M., 2013. A quick look at biochemistry: Carbohydrate metabolism. *Clin. Biochem.* 46, 1339–1352. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2013.04.027>
- de Queiroz, A.L.M., da Silva Brasil, L.M., da Silva, J., Magnani, M., de Souza, E.L., Madruga, M.S., 2013. Microbiological and nutritional quality of “buchada caprina”, an edible goat meat by-product. *Small Rumin. Res.* 115, 62–66. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.08.006>
- Della Malva, A., Albenzio, M., Annicchiarico, G., Caroprese, M., Muscio, A., Santillo, A., Marino, R., 2016. Relationship between slaughtering age, nutritional and organoleptic properties of Altamura lamb meat. *Small Rumin. Res.* 135, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.12.020>
- Detmann, E., Valadares Filho, S.C., 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec.* 62, 980–984. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000400030>
- Detmann, E., Valente, É.E.L., Batista, E.D., Huhtanen, P., 2014. An evaluation of the

- performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livest. Sci.* 162, 141–153.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.029>
- Firkins, J.L., 1997. Effects of Feeding Nonforage Fiber Sources on Site of Fiber Digestion. *J. Dairy Sci.* 80, 1426–1437. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76072-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76072-7)
- Hoffman, L.C., Laubscher, L.L., Leisegang, K., 2013. Nutritional value of cooked offal derived from free-range rams reared in South Africa. *Meat Sci.* 93, 696–702.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.041>
- Iñiguez, L., 2011. The challenges of research and development of small ruminant production in dry areas. *Small Rumin. Res.* 98, 12–20.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.010>
- Kerr, B.J., Ziemer, C.J., Weber, T.E., Trabue, S.L., Bearson, B.L., Shurson, G.C., Whitney, M.H., 2008. Comparative sulfur analysis using thermal combustion or inductively coupled plasma methodology and mineral composition of common livestock feedstuffs¹. *J. Anim. Sci.* 86, 2377–2384.
<https://doi.org/10.2527/jas.2007-0811>
- Lage, J.F., Paulino, P.V.R., Pereira, L.G.R., Duarte, M.S., Filho, S.C.V., Oliveira, A.S., Souza, N.K.P., Lima, J.C.M., 2014. Carcass characteristics of feedlot lambs fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. *Meat Sci.* 96, 108–113. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.020>
- Leite, B.Z., Pawlowsky, U., 2005. Waste minimization measures in a food industry located in the metropolitan area of Curitiba. *Eng. Sanit. e Ambient.* 10, 96–105.
<https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000200002>
- Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for

- nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 347–358.
[https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00837-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00837-3)
- López, M.C., Fernández, C., 2014. Energy partitioning and substrate oxidation by Guirra ewes fed soy hulls and corn gluten feed blend as a replacement for barley grain. *Anim. Feed Sci. Technol.* 189, 11–18.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.12.005>
- Madruga, M.S., dos Santos, M.N., Costa, R.G., de Medeiros, A.N., do Egypto, R.C.Q., Schuller, A.R., Albuquerque, C.L.C., Galvão, M.S., Cavalcanti, R.N., Campos, R.J.A., 2007. FAT COMPONENTS FROM PRECOOKED “BUCHADA”: AN EDIBLE GOAT MEAT BY-PRODUCT COMPONENTES DE LA GRASA DE “BUCHADA” PRECOCIDA: UN SUBPRODUCTO COMESTIBLE DE LA CARNE DE CABRA. *Cienc. y Technol. Aliment.* 5, 265–270.
<https://doi.org/10.1080/11358120709487700>
- MAPA, 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, in: Instrução Normativa N° 3 de 17 de Janeiro de 2000. *Diário Oficial [da] União, Brasília*, 24 jan. 2000, pp. 14, Seção 1.
- Medeiros, G.R. de, Carvalho, F.F.R. d., Batista, A.M. V, Junior, W.M.D., Santos, G.R. de, Andrade, D.K.B. de, 2009. Effect of concentrate levels on carcass characteristics of the Morada Nova breed sheep in feedlot. *Rev. Bras. Zootec.* 38, 718–727.
- Mertens, D.R., 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. *J. AOAC Int.* 85, 1217–1240.
- Milis, C., Liamadis, D., Roubies, N., Christodoulou, V., Giouseljiannis, A., 2005. Comparison of corn gluten products and a soybean-bran mixture as sources of

- protein for lactating Chios ewes. *Small Rumin. Res.* 58, 237–244.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.10.006>
- Mottet, A., Haan, C. De, Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., Gerber, P., 2017.
Livestock : On our plates or eating at our table ? A new analysis of the feed / food
debate. *Glob. Food Sec.* 14, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>
- Mushi, D.E., Safari, J., Mtenga, L.A., Kifaro, G.C., Eik, L.O., 2009. Growth and
distribution of non-carcass components of Small East African and F1 Norwegian
crossbred goats under concentrate diets. *Livest. Sci.* 126, 80–86.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.06.001>
- NRSR, 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New
World camelids. National Academies Press, Washington, DC.
- Oliveira, M.V.M. de, Vargas Junior, F.M., Sanchez, L.M.B., Paris, W., Frizzo, A.,
Haygert, I.P., Montagner, D., Weber, A., Cerdótes, L., 2003. Ruminant
Degradability and Intestinal Digestibility of Feeds by Means of Associated
Technical In Situ and Mobile Nylon Bag. *Rev. Bras. Zootec.* 32, 2023–2031.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000800028>
- Purchas, R.W., Davies, A.S., Abdullah, A.Y., 1991. An objective measure of
muscularity: Changes with animal growth and differences between Genetic lines of
southdown sheep. *Meat Sci.* 30, 81–94. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(91\)90037-Q](https://doi.org/10.1016/0309-1740(91)90037-Q)
- Ricardo, H.A., Fernandes, A.R.M., Mendes, L.C.N., Oliveira, M.A.G., Protes, V.M.,
Scatena, E.M., Roça, R.O., Athayde, N.B., Girão, L.V.C., Alves, L.G.C., 2015.
Carcass traits and meat quality differences between a traditional and an intensive
production model of market lambs in Brazil: Preliminary investigation. *Small
Rumin. Res.* 130, 141–145. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.07.007>

- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F. de, Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.L. de T., Euclides, R.F., 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais, 3th ed, Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia.
<https://doi.org/doc101021405>
- Santos, R.S., Ribeiro, K.G., Filho, S.C.V., Pereira, O.G., Villela, S.D.J., Rennó, L.N., Silva, J.L., 2015. Effects of diets with high and low protein contents and two concentrate levels in Santa Ines×Texel lambs. *Livest. Sci.* 177, 79–87.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.04.011>
- Schindelin, J., Arganda-Carreras, I., Frise, E., Kaynig, V., Longair, M., Pietzsch, T., Preibisch, S., Rueden, C., Saalfeld, S., Schmid, B., Tinevez, J.-Y., White, D.J., Hartenstein, V., Eliceiri, K., Tomancak, P., Cardona, A., 2012. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nat. Methods* 9, 676–682.
<https://doi.org/10.1038/nmeth.2019>
- Schindelin, J., Rueden, C.T., Hiner, M.C., Eliceiri, K.W., 2015. The ImageJ ecosystem: An open platform for biomedical image analysis. *Mol. Reprod. Dev.* 82, 518–529.
<https://doi.org/10.1002/mrd.22489>
- Senger, C.C.D., Kozloski, G. V., Bonnacarrère Sanchez, L.M., Mesquita, F.R., Alves, T.P., Castagnino, D.S., 2008. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 146, 169–174.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.12.008>
- Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Soest, P.J. Van, Fox, D.G., Russe, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562–3577.
<https://doi.org/doi:10.2527/1992.70113562x>

- Toldrá, F., Aristoy, M.-C., Mora, L., Reig, M., 2012. Innovations in value-addition of edible meat by-products. *Meat Sci.* 92, 290–296.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.004>
- Valadares Filho, S. de C., Lopes, S.A., Machado, P.A.S., Chizzotti, M.L., Amaral, H.F., Magalhães, K.A., Rocha Junior, V.R., Capelle, E.R., 2019. CQBAL 4.0. Tabela Brasileira de composição de alimentos para ruminantes [WWW Document]. UFV. URL <http://www.cqbal.com.br/#/> (accessed 8.3.19).
- Valente, T.N.P., Detmann, E., Valadares Filho, S. de C., Cunha, M. da, Queiroz, A.C. de, Sampaio, C.B., 2011. In situ estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. *Rev. Bras. Zootec.* 40, 666–675. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000300027>
- Valenti, B., Luciano, G., Pauselli, M., Mattioli, S., Biondi, L., Priolo, A., Natalello, A., Morbidini, L., Lanza, M., 2018. Dried tomato pomace supplementation to reduce lamb concentrate intake : Effects on growth performance and meat quality. *Meat Sci.* 145, 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.009>
- Van Soest, P.J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminants*, 2th ed. Cornell University Press, Ithaca.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vasconcelos, G.A. De, Magno, R., Vêras, L., Sherlânea, A., Vêras, C., Fernando, F., Carvalho, R. De, Lima, J. De, Barros, D., Jorge, E., Souza, O. De, Maciel, V., 2019. Replacement of corn by cassava dregs in lambs ' diet. *Small Rumin. Res.* 181, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.09.016>
- Wu, G., Bazer, F.W., Dai, Z., Li, D., Wang, J., Wu, Z., 2014. Amino Acid Nutrition in

Animals: Protein Synthesis and Beyond. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 2, 387–417.

<https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022513-114113>

Yáñez, E.A., Resende, K.T. de, Ferreira, Â.C.D., Medeiros, A.N., Silva Sobrinho, A.G. da, Pereira Filho, J.M., Teixeira, I.A.M. de A., Artoni, S.M.B., 2004. Utilização de medidas biométricas para predizer características da carcaça de cabritos Saanen. *Rev. Bras. Zootec.* 33, 1564–1572. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000600024>

Tabela 1. Composição química dos ingredientes (g/kg de MS)

Fração analítica	Feno de tifton	Farelo de soja	Milho moído	Glúten de milho	RID ^a	Núcleo Mineral
Matéria seca ^b	893,7	871,3	847,2	844,0	971,7	958,2
Cinzas ^c	84,2	65,4	12,2	63,0	11,6	891,9
Matéria orgânica ^c	915,8	934,6	987,8	937,0	988,4	108,1
Proteína bruta ^c	114,8	482,4	92,8	232,7	3,4	
Extrato etéreo ^c	25,1	22,3	42,1	30,9	2,0	
Fibra em detergente neutro ^{c,d}	735,4	136,5	121,8	348,8	10,2	
Fibra em detergente ácido ^{c,d}	336,7	119,9	23,5	100,2	-	
Fibra em detergente neutro ^{c, e}	224,3	6,0	9,4	20,62	6,2	
Carboidratos não fibrosos ^{c,d}	40,5	293,4	731,2	324,7	972,9	

^aResíduo da indústria de doce;

^bg/kg matéria natural;

^cg/kg de MS;

^dcp = corrigido para cinzas e proteínas.;

^eFibra em detergente neutro indigestível.

Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (g/ kg de MS)	Inclusão RID:FGM ^a (g/kg de MS)			
	0	330	660	1000
Feno de tifton 85	500	500	500	500
Farelo de soja	132	132	132	132
Milho moído	353	237	120	0
RID:FGM	0	116	233	353
Suplemento mineral ^b	15	15	15	15
Composição química				
Matéria seca ^c	875,3	884,0	892,8	901,8
Cinzas ^d	68,4	70,7	72,9	75,2
Matéria orgânica ^d	931,6	929,3	927,1	924,8
Proteína bruta ^d	153,8	153,7	153,6	153,6
Extrato etéreo ^d	30,3	27,0	23,6	20,1
Fibra em detergente neutro ^{d,e}	428,7	431,0	433,2	435,5
Fibra em detergente ácido ^{d,e}	192,5	194,3	196,0	197,9
FDNi ^f	116,2	116,5	116,8	117,1
Carboidratos não fibrosos ^{d,e}	317,1	316,0	315,0	313,9

^aResíduo da indústria de doces combinado com o glúten de milho (relação 613:387 na MS);

^bComposição por kg: Cálcio 120 g; Fósforo 87 g; Zinco 3800 mg; Sódio 147 g; Manganês 1300 mg; Cobalto 40 mg; Ferro 1800 mg; Cobre 590 mg; Enxofre 18; Selênio 15 mg; Iodo 80 mg; Crómio 20 mg; Molibdênio 30 mg; Flúor (Máx) 870 mg;

^cg/kg matéria natural

^dg/kg de MS;

^ecp = correção para cinzas e proteínas;

^fFibra em detergente neutro indigestível.

Tabela 3. Desempenho, características de carcaça e cortes cárneos de cordeiros alimentados com a mistura do RID:FGM na dieta

Variáveis	Inclusão de RID:FGM ^a (g/kg de MS)				EPM ^b	P-value	
	0	330	660	1000		L ^c	Q ^d
Consumo							
Matéria seca (kg/dia)	1,13	1,17	1,14	1,17	0,01	0,642	0,978
Energia metabolizável (Mcal/dia)	2,25	2,26	2,28	2,2	0,04	0,639	0,465
Desempenho							
Peso corporal ao abate (kg)	34,65	36,35	36,37	36,48	0,44	0,399	0,517
Peso de corpo vazio (kg)	29,12	30,36	30,09	30,02	0,37	0,602	0,528
Ganho diário (kg/dia)	0,25	0,27	0,26	0,26	0,004	0,601	0,601
GMD:CMS (kg/kg)	0,22	0,23	0,23	0,22	0,01	0,699	0,295
Características da carcaça							
Peso de carcaça quente (kg)	17,16	17,64	17,36	17,41	0,22	0,854	0,692
Peso de carcaça fria (kg)	16,22	16,8	16,54	16,57	0,21	0,748	0,610
Rendimento de carcaça quente (%)	49,59	48,56	48,06	47,9	0,28	0,269	0,576
Rendimento de carcaça fria (%)	46,66	46,19	45,73	45,86	0,19	0,348	0,562
Perda por resfriamento (%)	4,71	4,52	4,53	4,43	0,13	0,486	0,866
Rendimento biológico (%)	58,94	58,08	57,92	57,71	0,24	0,330	0,626
Área de olho de lombo (cm ²)	14,70	13,30	13,00	13,60	0,37	0,475	0,409
Espessura de gordura subcutânea (mm)	1,02	0,86	0,99	1,02	0,04	0,824	0,477
Gordura interna (kg)	0,11	0,10	0,10	0,10	0,006	0,688	0,630
Gordura pélvico renal (kg)	0,28	0,21	0,23	0,23	0,01	0,396	0,316
pH em horas							
0	7,33	7,37	7,40	7,42	0,03	0,371	0,910
24	5,60	5,59	5,65	5,58	0,03	0,962	0,705
Temperatura (°C) em horas							
0	39,18	39,49	39,29	39,29	0,08	0,864	0,358
24	12,1	12,45	11,83	11,86	0,22	0,511	0,726
Cortes comerciais da carcaça^e, g							
Pescoço	658,99	637,00	696,94	691,46	19,35	0,527	0,851
Paleta	1540,09	1638,22	1625,66	1621,31	21,11	0,438	0,435
Costela	1464,84	1518,78	1588,27	1538,74	36,82	0,494	0,529
Serrote	547,22	515,44	536,56	529,62	11,02	0,810	0,682
Lombo	688,97	710,44	718,88	760,59	17,56	0,376	0,791
Perna	2659,27	2764,78	2780,01	2773,69	46,50	0,552	0,635

^a Mistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho (relação 613:387 g/kg de MS);

^b Erro padrão da média;

^c Linear;

^d Quadrático;

^e Peso da meia carcaça esquerda.

Tabela 4. Medidas morfométricas da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com a mistura do RID:FGM na dieta

Medidas	Inclusão de RID:FGM ^a (g/kg de MS)				EPM ^b	P-value	
	0	330	660	1000		L ^c	Q ^d
Comprimento externo (cm)	57,44	58,75	58,44	58,37	0,32	0,544	0,477
Comprimento interno (cm)	56,03	57,78	55,36	57,45	1,22	0,798	0,931
Largura torácica (cm)	22,81	23,44	23,57	23,9	0,28	0,375	0,795
Profundidade torácica (cm)	25,19	25,87	25,5	25,6	0,14	0,632	0,488
Perímetro torácico (cm)	70,07	71,67	70,62	71,98	0,37	0,700	0,54
Largura da garupa (cm)	24,49	24,61	24,43	24,7	0,23	0,861	0,882
Perímetro da garupa (cm)	65,49	66,06	65,66	64,92	0,46	0,629	0,502
Comprimento da perna (cm)	41,88	42,22	42,05	41,85	0,27	0,939	0,706
Perímetro da perna (cm)	40,87	41,00	41,37	40,67	0,21	0,921	0,520
ICC ^e (g/cm)	297,58	296,14	300,34	296,98	6,62	0,971	0,943

^aMistura do resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho (relação 613:387 g/kg de MS);

^bErro padrão da média;

^cLinear; ^d Quadrático;

^eÍndice de compactidade da carcaça fria.

Tabela 5. Avaliações subjetivas da carcaça de cordeiros alimentados com a mistura do RID:FGM na dieta

Atributos (escore 1 – 5)	Inclusão de RID:FGM ^a (g/kg de MS)				Média	P-value ^b
	0	330	660	1000		
Acabamento	2,20	2,36	2,25	2,34	2,29	0,729
Conformação	2,98	2,99	2,80	2,81	2,90	0,604
Cobertura de gordura renal	2,52a	2,43ab	2,49ab	2,23b	2,42	0,047

^aResíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho (relação de 613:387 g/kg de MS, respectivamente);

^bSignificativo para $P < 0,05$ pelo teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 6. Composição tecidual e ganhos de tecidos da perna de cordeiros Santa Inês alimentado com a mistura do RID:FGM na dieta

Variáveis	Inclusão do RID:FGM ^a (g/kg de MS)				EPM ^b	P-value	
	0	330	660	1000		L ^c	Q ^d
Perna reconstituída (g)	2527,27	2733,31	2650,00	2621,87	43,96	0,674	0,327
PD ^e (%/perna)	3,04	2,02	2,86	2,62	0,20	0,842	0,438
Músculos (g)	1684,07	1812,49	1741,11	1710,62	28,09	0,978	0,303
Ossos (g)	500,98	568,07	542,78	532,50	11,26	0,576	0,236
Gordura subcutânea (g)	105,04	121,44	113,89	116,87	5,22	0,632	0,605
Gordura intermuscular (g)	93,18	100,78	109,44	90,00	4,10	0,984	0,248
Gordura pélvica (g)	66,69	57,38	65,56	70,00	3,23	0,606	0,406
Gordura total (g)	264,37	280,15	288,89	276,87	8,45	0,627	0,521
Outros tecidos (g)	81,11	67,22	61,88	83,57	4,36	0,963	0,174
Rendimentos (g/kg de perna)							
Músculos	666,52	663,57	657,37	662,22	2,87	0,555	0,578
Gordura total	103,91	102,97	109,09	105,48	2,62	0,703	0,829
Ossos	197,95	208,52	205,22	202,56	2,62	0,704	0,340
Musculosidade							
Músculo:osso (g/g)	3,38	3,21	3,22	3,25	0,05	0,534	0,456
Músculo:gordura (g/g)	6,50	6,51	6,27	6,00	0,17	0,389	0,725
IMP ^f	0,40	0,41	0,40	0,41	0,00	0,811	0,966

^a Resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho (relação de 613:387 g/kg de MS, respectivamente);

^b Erro padrão da média;

^c Linear;

^d Quadrado;

^e Perdas por descongelamento;

^f Índice de musculosidade da perna.

Tabela 7. Sumário de equações usadas para estimar o peso do corpo inicial dos animais

Variáveis	Unidade	Equações	P-value	Código da equação
PCVi ^a	kg	0,4241 ($\pm 0,2667$) x PCi ^{1,2025} ($\pm 0,2064$)	<,0001	Eq. 1
PCQi ^b	kg	0,3706 ($\pm 0,0690$) x PCVi ^{1,1589} ($\pm 0,0659$)	<,0001	Eq. 2
PCFi ^c	kg	0,2527 ($\pm 0,0805$) x PCVi ^{1,2741} ($\pm 0,1125$)	<,0001	Eq. 3
Pescoço ^d	g	53,1250 ($\pm 13,9133$) x PCFi ^{0,8963} ($\pm 0,1174$)	<,0001	Eq. 4
Paleta ^d	g	37,7150 ($\pm 11,4223$) x PCVi ^{1,1481} ($\pm 0,1072$)	<,0001	Eq. 5
Costela ^d	g	167,8 ($\pm 83,6039$) x PCFi ^{0,6784} ($\pm 0,2351$)	<,0001	Eq. 6
Serrote ^d	g	15,3110 ($\pm 8,2894$) x PCVi ^{0,9948} ($\pm 0,1923$)	<,0001	Eq. 7
Lombo ^d	g	31,3978 ($\pm 23,8698$) x PCFi ^{1,1158} ($\pm 0,3376$)	<,0001	Eq. 8
Perna ^d	g	139,9 ($\pm 13,0495$) x PCFi ^{1,0975} ($\pm 0,0415$)	<,0001	Eq. 9

PCi - peso corporal inicial;

^a Peso de corpo vazio inicial;

^b Peso de carcaça quente inicial;

^c Peso de carcaça fria inicial;

^d Peso inicial do corte.

Tabela 8. Ganhos de carcaça e cortes comerciais de cordeiros Santa Inês alimentados com a mistura RID:FGM na dieta

	Inclusão de RID:FGM ^a (g/kg de MS)				EPM ^b	P-value	
	0	330	660	1000		L ^c	Q ^d
Pesos iniciais estimados							
PCVi ^e	15,36	15,60	15,57	15,77	0,23	-	-
PCQi ^f (kg)	8,79	8,96	8,93	9,06	0,18	-	-
PCFi ^g (kg)	8,22	8,40	8,38	8,50	0,18	-	-
Ganhos							
GCQ ^h (kg)	8,34	8,68	8,42	8,15	0,16	0,630	0,560
RGCQ ⁱ (%)	53,38	51,58	50,55	48,92	0,71	0,264	0,958
GCF ^j (kg)	8,06	8,40	8,15	7,85	0,16	0,685	0,506
RGCF ^l (%)	51,27	49,51	48,95	49,25	0,50	0,385	0,543
GMDCF ^k (kg/dia)	0,13	0,13	0,13	0,13		0,655	0,503
GMDCF:IMS ^m (kg/kg)	0,11	0,11	0,11	0,11	0,002	0,757	0,556
Rendimentos de cortes comerciais							
Pescoço, g/kg do Corte ⁿ	456,06	439,21	479,14	477,44	13,52	0,563	0,822
Paleta, g/kg do Corte	435,84	461,04	457,27	445,07	8,75	0,818	0,487
Costela, g/kg do Corte	544,78	530,89	532,35	516,44	8,24	0,468	0,955
Serrote, g/kg do Corte	569,60	543,13	556,87	547,22	8,81	0,632	0,723
Lombo, g/kg do Corte	522,42	523,94	517,55	55,82	12,09	0,563	0,596
Perna, g/kg do Corte	468,36	479,28	479,53	458,26	10,50	0,812	0,595

^aResíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho (relação de 613:387 g/kg de MS, respectivamente);

^bErro padrão da média;

^cLinear;

^dQuadrático;

^ePeso de corpo vazio inicial estimado (Eq. 1);

^fPeso de carcaça quente inicial estimado (Eq. 2);

^gPeso de carcaça fria inicial estimado (Eq. 3);

^hGanho de carcaça quente;

ⁱRendimento de ganho de carcaça quente;

^jGanho de carcaça fria;

^lRendimento de ganho de carcaça fria;

^kGanho médio diário de carcaça fria;

^mRelação de ganho médio de carcaça fria diário:ingestão de MS;

ⁿPeso de corte final.

Tabela 9. Subprodutos comestíveis cordeiros Santa Inês alimentados com a RID:FGM na dieta

	Inclusão RID:FGM ^a (g/kg de MS)				EPM ^b	P-value	
	0	330	660	1000		L ^c	Q ^d
Órgãos							
Baço	61,11	69,44	76,67	68,13	1,87	0,314	0,241
g/kg de PCV ^e	2,09	2,30	2,45	2,30	0,06	0,367	0,349
Coração, g	153,57	164,44	166,96	174,57	2,77	0,223	0,782
g/kg de PCV	5,14	5,43	5,68	5,77	0,08	0,178	0,573
Fígado, g	572,78	607,78	622,22	652,50	12,80	0,266	0,940
g/kg de PCV	19,99	20,02	20,76	21,84	0,27	0,220	0,484
Pulmões, g	408,89	410,63	417,22	391,88	7,46	0,633	0,539
g/kg de PCV	14,10	14,03	13,95	13,11	0,26	0,422	0,603
Rins	106,45	112,44	106,12	111,30	1,89	0,695	0,919
g/kg de PCV	3,68	3,70	3,49	3,70	0,05	0,779	0,493
Vísceras							
Rúmen, g	655,00	700,56	738,89	741,25	14,41	0,252	0,576
g/kg de PCV	22,42	23,15	24,60	24,43	0,39	0,278	0,663
Reticulo, g	118,21	123,89	132,37	121,70	3,41	0,628	0,389
g/kg de PCV	4,07	4,09	4,41	4,00	0,10	0,915	0,424
Omaso, g	86,07	83,13	90,33	95,50	2,58	0,354	0,536
g/kg de PCV	2,97	2,72	3,00	3,15	0,08	0,416	0,369
Abomaso, g	116,67	128,13	130,56	116,88	3,53	0,939	0,325
g/kg de PCV	3,98	4,18	4,34	3,92	0,10	0,983	0,372
Intestino delgado, g	632,94	660,00	637,22	613,89	12,80	0,613	0,477
g/kg de PCV	21,40	21,89	21,19	20,84	0,46	0,684	0,738
Intestino grosso, g	293,40	279,44	305,75	283,46	6,90	0,964	0,794
g/kg de PCV	10,06	9,26	10,04	10,00	0,24	0,839	0,576
Outros componentes							
Sangue, g	1420,00	1671,67	1636,63	1580,41	35,32	0,374	0,253
g/kg de PCV	48,80	54,99	54,36	52,85	0,93	0,382	0,270
Cabeça, g	2015,37	2076,67	2043,35	2095,98	20,01	0,450	0,923
g/kg de PCV	69,12	68,59	68,06	69,63	0,46	0,855	0,469
Patas, g	922,50	1000,00	979,44	985,71	9,82	0,286	0,292
g/kg de PCV	31,17	33,00	32,77	32,61	0,31	0,146	0,103
Língua, g	76,27	76,67	76,31	77,37	2,24	0,894	0,953
g/kg de PCV	2,57	2,52	2,51	2,62	0,07	0,870	0,684
Diafragma, g	118,13	132,22	140,82	130,71	3,02	0,322	0,262
g/kg de PCV	3,90	4,36	4,77	4,47	0,11	0,243	0,272
Omento, g	514,40	472,80	513,30	443,10	26,50	0,614	0,837
g/kg de PCV	17,33	15,50	17,21	14,72	0,81	0,570	0,875

^a Resíduo da indústria de doces e farelo de glúten de milho (relação de 613:387 g/kg de MS, respectivamente);

^b Erro padrão da média,

^c Linear;

^d Quadrático;

^e Peso de corpo vazio.

Capítulo III

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação de animais em sistema de confinamento utiliza grande quantidade de alimentos comestíveis para humano como, por exemplo, o milho, importando de regiões produtoras do país, o que contribui para o aumento dos custos alimentares e tornando-o, muitas das vezes, economicamente inviável. No entanto, a inclusão de alimentos não comestíveis para humano disponíveis na região e com baixo valor econômico, como a mistura de RID:FGM, pode auxiliar a redução de custos alimentares no confinamento de cordeiros.

A mistura RID:FGM (na relação 613:387 g/kg de MS) pode ser um alimento alternativo ao milho na dieta de cordeiros em confinamento, em regiões que têm disponibilidade dos produtos, desde que seu valor seja inferior ao do grão de milho.

A utilização da mistura RID:FGM na alimentação de cordeiros em confinamento produziu ótimos ganhos em peso, padrões de acabamento e características de carcaça semelhantes, contribuindo para diminuição de contaminantes ambientais no solo.