



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

GÉRMEN DE MILHO INTEGRAL EXTRA GORDO EM SUBSTITUIÇÃO AO
MILHO MOÍDO EM DIETAS PARA OVINOS

CLAUDINEIDE FLORENCIO DA SILVA

RECIFE-PE
FEVEREIRO – 2020

CLAUDINEIDE FLORENCIO DA SILVA

**GÉRMEN DE MILHO INTEGRAL EXTRA GORDO EM SUBSTITUIÇÃO AO
MILHO MOÍDO EM DIETAS PARA OVINOS**

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

Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes

Comitê de orientação:

Prof.^a Dr.^a Antonia Sherlânea Chaves Vêras – Orientadora

Prof.^o Dr.^o Marcelo de Andrade Ferreira - Coorientador

RECIFE-PE

FEVEREIRO – 2020

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)

C615g

SILVA, CLAUDINEIDE FLORENCIO

GÉRMEN DE MILHO INTEGRAL EXTRA GORDO EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO
MOÍDO EM DIETAS PARA OVINOS / CLAUDINEIDE FLORENCIO SILVA. - 2020.
67 f. : il.

Orientadora: Antonia Sherlânea Chaves Vêras .

Coorientadora: Marcelo de Andrade Ferreira.

Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia, Recife, 2020.

1. consumo. 2. digestibilidade. 3. ovinocultura. 4. parâmetros ruminais. 5. síntese microbiana. I. ,
Antonia Sherlanea Chaves, orient. II. Ferreira, Marcelo de Andrade, coorient. III. Título

CDD 636

CLAUDINEIDE FLORENCIO DA SILVA

**GÉRMEN DE MILHO INTEGRAL EXTRA GORDO EM SUBSTITUIÇÃO AO
MILHO MOÍDO EM DIETAS PARA OVINOS**

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 17 de fevereiro de
2020

Orientador:

Prof.^a Dr.^a Antonia Sherlânea Chaves Vêras
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Examinadoras:

Dr.^a Maria Gabriela da Conceição
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr.^a Carolina Corrêa de Figueiredo Monteiro
Universidade Federal Rural de Pernambuco

RECIFE-PE

FEVEREIRO – 2020

BIOGRAFIA

CLAUDINEIDE FLORENCIO DA SILVA, filha de Maria do Socorro Florencio da Silva, nasceu em Jupi, Pernambuco, 01 de fevereiro de 1990.

Em fevereiro de 2009 ingressou no curso Técnico em Agropecuária na Fundação Bradesco em Garanhuns, Pernambuco, concluiu em junho de 2010, recebendo o título de Técnica em Agropecuária em julho do respectivo ano.

Ingressou no curso de Zootecnia no ano de 2010, na Unidade Acadêmica de Garanhuns – UFRPE. Bolsista de apoio acadêmico, prestando serviços na escolaridade, de outubro de 2010 a abril de 2011. De maio de 2011 a 2016 aluna voluntário do Programa de Iniciação Científica (PIC) na Unidade Acadêmica de Garanhuns no Laboratório de Genética e Biotecnologia Microbiana (LGBM).

Em julho de 2016 concluiu o curso de Zootecnia na Unidade Acadêmica de Garanhuns – Universidade Federal Rural de Pernambuco obtendo o título de Zootecnista em setembro de 2016.

Em abril de 2018, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, tendo, em 17 de fevereiro de 2020, submetido à defesa da presente dissertação.

DEDICO

A Deus, que me permitiu chegar até aqui, por ter me guardado, sempre me ajudado a enfrentar os desafios com perseverança, pelas experiências que vivi até o momento, pelas provas, pelas pessoas que me permitiu conhecer e, por sempre me guia.

Aos meus avós Manoel Florencio e Judite Maria (*in memoriam*), que sempre me inspiram ser uma pessoa honesta, humilde e acima de todas as dificuldades manter a fé em Deus!

A minha família, a minha mãe Maria do Socorro, por todo apoio, amor, carinho e por nunca ter desistido de mim, enfrentando a tudo.

Aos meus irmãos Rener e Marcos Paulo e aos meus sobrinhos Erick e Sabrina.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por ter permitido trilhar esse caminho durante quase dois anos, por toda honra e glória.

Á minha mãe, por todo esforço e dedicação sempre prezando pela minha educação, nunca me deixando desistir dos meus sonhos, me apoiando sempre mesmo sem entender minhas escolhas, e aos meus irmãos por todo apoio.

Ao Alisson Mota, por todo apoio e companheirismo nos últimos anos, colega de profissão e amigo. Por estar presente em toda as etapas desse projeto, ter me ajudado tornando-o possível. Rapaz de boa índole e de caráter exemplar.

A Ariane Xavier, mulher batalhadora de caráter exemplar, amiga que admiro muito, sempre esteve a me apoiar.

A universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial Departamento de Zootecnia pela oportunidade da realização do curso.

Agradeço a todos os professores das disciplinas no decorrer do curso Prof.^a Dr.^a Adriana Guim; Prof.^a Dr.^a Luciana Felizardo; Prof.^o Dr.^o João Paulo; Prof.^o Dr.^o Francisco; Prof.^o Dr.^o Márcio, por todo ensinamento e incentivo. E aos funcionários do departamento, porteiros, terceirizados e vigilantes, em especial Sr. Pedro; Sr. Edson; Sr.^a Cilene, Cynthia e Sueli por todo apoio e o convívio durante todo esse tempo.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

A minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Antonia Sherlânea, pela orientação, pelos ensinamentos, oportunidade, apoio, incentivo e pela paciência.

Ao meu coorientador, Prof.^o Dr.^o Marcelo, pela oportunidade de trabalhar com ele e sua equipe, por todo ensinamento, pela orientação, pela confiança e por todos os

conselhos que me incentivaram a seguir firme diante dos desafios no decorrer do curso, e principalmente pela paciência.

Ao Prof.º Dr.º Pierre, aos seus orientados Felipe, Bruna e Yana, pelo apoio durante toda a execução do experimento, e análises.

Ao Prof.º Dr.º Omer da Unidade Acadêmica de Garanhuns, por todo apoio, incentivos e por acredita que sou capaz de chegar muito longe.

Ao Prof.º Dr.º Jorge e Prof.º Dr.º Schuler, ambos da Universidade Federal de Pernambuco, pelo apoio, e ter colocado seu laboratório a disposição e por todas as contribuições.

Aos meus amigos e amigas mestrandas (os) e doutorandas (os), Camilla Lira, Darlan, Edneide, Eduardo, Rodrigo, Michele Siqueira, Mariana, Anna, Juliana, Marileia, Joelson, Jasiel, João, Leonardo, Jonas e Salmo, pela amizade, momentos de descontração, por toda ajuda durante o experimento e análises, por todo apoio.

E aos alunos de graduação, Felipe, Lucas, Bety, Leticia, Yasmin, Margot, Bruno e Luiz a todos aqueles que me ajudaram imensamente na condução do experimento e pela amizade.

Ao doutorando Robert, por sempre se prontificar em me ajudar no decorrer do experimento e na elaboração da presente dissertação, pelos conselhos e por toda amizade.

Ao pós- doutorando Michael, por todo apoio, orientações e incentivo durante todo experimento. Às pós-doutorandas, Gabriela, Luciana, Erika, Carol, por todo apoio, carinho e suas contribuições durante o experimento e preparação da dissertação.

A todos que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

Muito obrigada!

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu.”
(Eclesiastes 3:1)

“Eu sei que cada um só tem a vista da montanha que escalar; por isso todo dia eu me preocupo em fazer a coisa certa...”

(Kell Smith)

“Não é preciso escalar uma montanha para estar no topo do mundo. ”

(Tayna Singer)

SUMÁRIO

	Páginas
LISTAS DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURA.....	xi
RESUMO GERAL.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
CAPÍTULO 1.....	20
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	22
Introdução.....	23
Material e Métodos.....	25
Resultados.....	29
Discussão.....	30
Conclusão.....	33
TABELAS.....	34
Referências bibliográficas.....	40
CAPÍTULO 2.....	43
RESUMO:.....	44
ABSTRACT.....	45
Introdução.....	46
Material e Métodos.....	47
Resultados.....	52
Discussão.....	54
Conclusão.....	57
TABELAS.....	58
FIGURAS.....	64
Referências bibliográficas.....	65

LISTAS DE TABELAS

CAPÍTULO 1

	Páginas
Tabela 1 - Composição química dos ingredientes	34
Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	35
Tabela 3 - Consumo e coeficiente de digestibilidade dos nutrientes de dietas para ovinos alimentados com gérmen de milho integral extra gordo em substituição ao milho moído.....	36
Tabela 4 - Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas com gérmen de milho integral extra gordo em substituição ao milho moído.....	37
Tabela 5 - Consumo e excreção de água por ovinos alimentados com dietas com gérmen de milho integral extra gordo em substituição ao milho moído	38
Tabela 6 - Pools ruminais e taxas de ingestão, passagem e degradação em ovinos alimentados com dietas com gérmen de milho integral extra gordo em substituição ao milho moído.....	39

CAPÍTULO 2

	Páginas
Tabela 1 - Composição química dos ingredientes	58
Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	59
Tabela 3 - Consumo de matéria seca, matéria orgânica e nutrientes digestíveis totais por ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de gérmen integral de milho extra gordo.....	60
Tabela 4 - Parâmetros ruminais em ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo	61
Tabela 5 - Nitrogênio amoniacal ruminal em ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo	62
Tabela 6 - Balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo	62
Tabela 7 - Eficiência de síntese de proteína microbiana em ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis gérmen de milho integral extra gordo.....	63
Tabela 8 - Parâmetros bioquímicos do sangue de ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo	63

LISTA DE FIGURA

- Figura 1-** pH ruminal em diferentes tempos após a alimentação matinal em ovinos alimentados com dietas de diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo..... 64
- Figura 2-** Nitrogênio amoniacal ruminal em diferentes tempos em ovinos alimentados com dietas de diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo 64

RESUMO GERAL: Avaliou-se o efeito da substituição do milho moído por gérmen de milho integral extra gordo (0; 25; 50; 75 e 100% na matéria seca - MS) sobre o consumo e a digestibilidade aparente da MS e dos nutrientes, comportamento ingestivo, dinâmica ruminal, balanço hídrico, parâmetros ruminais e sanguíneos e eficiência de utilização de nitrogênio. Cinco ovinos machos castrados, fistulados no rúmen, com peso corporal médio de 67,56 + 9,13kg foram distribuídos em delineamento experimental Quadrado Latino 5x5. Os consumos de matéria MS e nutrientes não foram influenciados pelos níveis de substituição, exceto o consumo de extrato etéreo (EE), que aumentou linearmente (0,018; 0,032; 0,050; 0,073 e 0,075 kg/dia, respectivamente); enquanto os coeficientes de digestibilidade aparente de proteína bruta (PB) e EE aumentaram linearmente. Os tempos despendidos com ruminação, alimentação e ócio e as eficiências de alimentação e ruminação em função dos consumos de MS e fibra em detergente neutro (FDN) não foram influenciados. O balanço hídrico não foi alterado, com exceção da excreção de água via fezes, que reduziu linearmente (0,487; 0,423; 0,398; 0,364 e 0,373 kg/dia, respectivamente). Não houve efeito dos níveis de substituição no pool de MS, FDN e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), porém, o pool de EE aumentou linearmente (13,0; 17,42; 22,19; 23,3 e 25,1g, respectivamente). As taxas passagem (K_p), ingestão (K_i) e digestão (K_d) da MS e FDN, e a taxa de passagem (K_{pi}) da FDNi não foram influenciadas. O pH ruminal não foi influenciado pelos níveis de substituição, mas ao longo dos horários de coleta apresentou comportamento quadrático, com valor mínimo estimado em 5,91; 3,38 horas após a alimentação. Não houve efeito no nitrogênio amoniacal (NAR) em função dos níveis de substituição, porém foi observado efeito linear decrescente em função dos horários de coleta (20,3; 21,6; 16,2; 13,4 e 12,1 mg/dL, respectivamente), apresentando interação entre os níveis de substituição e tempo de coleta. Foi observado comportamento quadrático para o acetato, com concentração máxima de 60,26 mmol/L no nível de 32,05%, e efeito linear decrescente para o butirato (9,5; 10,3; 10,0; 8,6 e 6,1 mmol/L), em função da substituição. As concentrações de acetato e propionato, relação de acetato:propionato e o total de ácidos graxos de cadeia curta apresentaram comportamento quadrático em função dos horários de coleta, com máxima de 58,19; 23,25; 2,57 e 90,49 mmol/L, estimada às 3,34; 3,43; 3,60 e 3,34 horas após a alimentação, respectivamente. Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de substituição sobre eficiência de utilização do nitrogênio, No entanto, foi observado efeito linear decrescente do nitrogênio excretado nas fezes (6,27; 5,63; 5,26; 5,24 e 4,72 g/dia,

respectivamente). Além disso, foi observado que colesterol e triglicerídeos aumentaram linearmente, com valores médios de 67,45 e 15,34 mg/dL, respectivamente; enquanto os níveis de glicose e frutamina não foram influenciados. Os níveis de substituição do milho moído por germen de milho integral extra gordo (GMIEG) não influenciam negativamente as variáveis avaliadas. Sendo assim, recomenda-se a substituição total do milho moído por GMIEG.

Palavras-chave: consumo, digestibilidade, ovinocultura, parâmetros ruminais, síntese microbiana.

ABSTRACT: The effect of replacing ground corn with extra fat whole corn germ (0; 25; 50; 75 and 100% in dry matter - DM) was evaluated on consumption and apparent digestibility of DM and nutrients, ingestive behavior, rumen dynamics, water balance, ruminal and blood parameters and nitrogen utilization efficiency. Five male sheep, castrated in the rumen, with an average body weight of 67.56 ± 9.13 kg were distributed in a 5x5 Latin Square experimental design. The consumption of MS matter and nutrients were not influenced by the substitution levels, except the consumption of ether extract (EE) which increased linearly (0.018; 0.032; 0.050; 0.073 and 0.075 kg/day, respectively) while the coefficients of apparent digestibility of crude protein (CP) and EE increased linearly. The time spent on rumination, feeding and leisure and the efficiency of feeding and rumination according to the consumption of DM and neutral detergent fiber (NDF) were not influenced. The water balance was not altered, except for the excretion of water via feces, which decreased linearly (0.487; 0.423; 0.398; 0.364 and 0.373 kg/day, respectively). There was no effect of the substitution levels in the pool of DM, NDF and indigestible neutral detergent fiber (NDFi), however, the EE pool increased linearly (13.0; 17.42; 22.19; 23.3 and 25, 1g, respectively). Passage (Kp), intake (ki) and digestion (kd) rates of MS and NDF, and NDFi passage rate (Kpi) were not influenced. The substitution levels did not influence the ruminal pH, but over the collection times, it showed a quadratic behavior, with a minimum value estimated at 5.91, 3.38 hours after feeding. There was no effect on ammoniacal nitrogen (NAR) due to the substitution levels, however, a decreasing linear effect was observed depending on the collection times (20.3; 21.6; 16.2; 13.4 and 12.1 mg/dL, respectively), showing interaction between the replacement levels and collection time. Quadratic behavior was observed for acetate, with a maximum concentration of 60.26 mmol/L at the level of 32.05% and a decreasing linear effect for butyrate (9.5; 10.3; 10.0; 8.6 and 6.1 mmol/L), depending on the replacement. The concentrations of acetate and propionate, acetate: propionate ratio and the total of short-chain fatty acids showed a quadratic behavior according to the collection times, with a maximum of 58.19; 23.25; 2.57 and 90.49 mmol/L, estimated at 3.34; 3.43; 3.60 and 3.34 hours after feeding, respectively. There was no effect ($P > 0.05$) of substitution levels on nitrogen utilization efficiency; however, a decreasing linear effect of nitrogen excreted in the faces was observed (6.27; 5.63; 5.26; 5.24 and 4.72 g / day, respectively). In addition, it was observed that cholesterol and triglycerides increased linearly, with mean values of 67.45 and 15.34 mg / dL, respectively, while glucose and fructosamine levels had no

effect. The levels of substitution of ground corn with extra fat whole corn germ (GMIEG) do not negatively influence the variables evaluated. Therefore, it is recommended that GMIEG be replaced entirely with ground corn.

Keywords: consumption, digestibility, sheep, ruminal parameters, microbial synthesis.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Na região Nordeste do Brasil a criação de ovinos é praticamente destinada à produção de carne. É uma atividade com possibilidade de ser explorada em pequenas áreas, com baixo impacto ambiental, com compatibilidade com outras culturas, rebanhos com grande diversidade genética que apresentam potencial sob condições variadas e adversas (MAPA, 2018).

As zonas semiáridas do Nordeste são caracterizadas pela escassez e irregularidade de chuvas (Silva et al., 2014) e, conseqüentemente baixa produção de forragem, tornando a prática do confinamento na produção de ovinos cada vez mais comum na região. Dessa forma, levando os produtores a fazer uso da suplementação com concentrado que atenda às exigências dos animais, aumentando a produtividade do rebanho.

O milho é um dos principais ingredientes mais utilizados como fonte de energia na produção animal, para formulação de concentrado; em média, 50,67 % do milho produzido no país são destinados para consumo animal (Abimilho, 2018). Trata-se de um ingrediente que pode aumentar consideravelmente os custos de produção, por também ser utilizado na alimentação humana, possui um elevado custo de aquisição em decorrência das frequentes flutuações de preço no mercado e a relativa escassez no Nordeste.

Visto que a indústria de alimentos e as agroindústrias produzem grandes quantidades de resíduos, os quais podem ser aproveitados na dieta dos ruminantes e reduzir a contaminação do meio ambiente (Ho et al., 2014), os produtores têm a possibilidade de conseguir reduzir os custos da alimentação; no entanto, há necessidade de realizar estudos para determinar os níveis ótimos de inclusão na dieta, a

disponibilidade e o valor de aquisição desses resíduos agroindustriais, para posteriormente, inserir na alimentação dos ruminantes (Silva et al., 2014).

Com isso, um dos papéis da nutrição animal é a transformação de alimentos de menor valor nutricional em alimento com melhor valor biológico para o consumo humano e animal (Souza et al., 2019). Sabe-se que a qualidade e o valor nutritivo dos alimentos são determinados por complexos mecanismos de interação entre os nutrientes e os microrganismos nos processos de digestão, absorção, transporte e utilização de metabólitos, além da própria condição fisiológica do animal (Martins et al., 2000).

Deste modo, são frequentes as pesquisas em busca de alternativas que possam otimizar o custo de produção; assim, utilizando coprodutos na suplementação alimentar de animais; por exemplo, polpa cítrica, casca de soja, caroço de algodão, dentre outros.

Dentre os coprodutos da indústria do milho, o gérmen de milho integral extra gordo é um alimento que deve ser estudado como alternativa de substituição ao milho na alimentação de ruminantes. É obtido por meio da técnica de moagem do milho por via úmida, onde o gérmen é extraído por diferença de densidade, e posteriormente é seco, assim contendo todo o óleo.

O gérmen de milho integral extra gordo é altamente palatável, boa fonte de fibra, não possui fatores antinutricionais e é rico em lipídios; os quais possuem em torno de 2,25 vezes mais energia que os carboidratos e as proteínas (Church e Dwight, 2002), podendo sua adição ser avaliada na alimentação animal.

A inclusão de lipídios na dieta de ruminantes não deve ultrapassar 7% da matéria seca (MS) da dieta, uma vez que, a fermentação ruminal pode ser inibida, possivelmente, devido a associação adsortiva dos ácidos graxos insaturados; quando em excesso pode formar uma cobertura hidrofóbica na célula bacteriana ou na partícula de alimento, dificultando o metabolismo da bactéria ou sua adesão, bem como ter efeito

tóxico aos microrganismos (Homem Jr, 2010 e Kozloski, 2019). Segundo Palmquist e Mattos (2011) a digestão dos lipídios pelos ruminantes ocorre por dois processos, a lipólise quando a gordura chega no rúmen e a quebra dos triglicerídeos é promovida liberando três ácidos graxos e um glicerol, o qual é fermentado pelos microrganismos formando ácidos graxos de cadeia curta; e o segundo é a biohidrogenação, onde as bactérias ruminais transformam a gordura insaturada em saturada, como um mecanismo de defesa.

Homem Jr. (2010) relatou que o processo de fermentação ruminal é indispensável à vida dos ruminantes, ocorre em decorrência da digestão da matéria orgânica dos nutrientes, através da atividade microbiana, sendo que essas dependem do fornecimento de energia e proteína ideais nas dietas (Stokes et al., 1991).

Assim, a utilização de lipídios na suplementação animal, como fonte energética, é uma estratégia nutricional utilizada principalmente, no confinamento, através do uso de alimentos alternativos que podem reduzir distúrbios metabólicos digestivos, que podem ocorrer com dietas com alta proporção de grãos, ricas em amido (Simionatto e Maeda, 2017).

Diante do exposto, a presente Dissertação foi dividida em dois capítulos. No Capítulo 1 são apresentados os efeitos de diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo em substituição ao milho moído, sobre o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes, comportamento ingestivo, balanço hídrico e dinâmica ruminal. O Capítulo 2, é referente ao balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais e sanguíneos, e eficiência de utilização de nitrogênio, por ovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo.

As considerações iniciais e os artigos da presente dissertação estão seguindo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abimilho. Associação Brasileira das Indústrias de Milho. Oferta e demanda do milho no 139 Brasil. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/estatisticas>. > Acesso: 03 140 fevereiro 2020. 141
- Churchu e Dwigt CO 2002. Megalac-r, rumen by pass fat. EFA Alert Rearch Summary. 142 28p. 143
- Ho, AL; Carvalheiro, F; Duarte, LC; Roseiro, LB; Charalampopoulos, D e Rastall, RA 147 2014. Production and purification of xylooligosaccharides from oil palm empty fruit 148 bunch fibre by a non-isothermal process. Bioresource Technology 152:526–529, doi: 149 <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.10.114>. 150
- Homem Junior, AC; Ezequiel, JMB; Fávoro, VR; Oliveira, PSN; D’Aurea, APD; Santos, 151 VC e Gonçalves, JS 2010. Fermentação ruminal de ovinos alimentados com alto 152 concentrado e grãos de girassol ou gordura protegida. Arquivo Brasileiro de 153 Medicina Veterinária e Zootecnia 62:144-153, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-154 09352010000100020>. 155
- Kozloski, VG 2019. Metabolismo microbiano ruminal. cap. 1, 212 p. In: Bioquímica dos 657 ruminantes. 3ª ed. 2ª reimpressão. Santa Maria- RS: UFMS.
- Martins, AS; Prado, IN; Zeoula, LM; Brando, AF e Nascimento, WG 2000. 159 Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte 160 energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. Revista 161 Brasileira de Zootecnia 29:269-277, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-162 35982000000100035>. 163
- Palmquist, DL e Mattos, WRS 2011. Metabolismo dos lipídios: Metabolismo ruminal de 164 gordura p.304-306. In: Nutrição de Ruminantes. Berchielli, TT; Pires, AV e Oliveira, 165 SG, 2.ed. Jaboticabal: Funep. 166
- Mir, PS; Mears, GL e Mir, Z 2001. Vegetable oil in beef cattle diets, 1: 88-104. In: 167 Beauchemin, KA e Crews, DH (Ed). Advances in beef cattle Science. Lethbridge: 168 Lethbridge Rearch Centre. 169
- Silva, AM; Oliveira, RL; Ribeiro, OL; Bagaldo, AR; Bezerra, LR; Carvalho, ST; Abreu, 170 CL e Leão, AG 2014. Valor nutricional de resíduos da para alimentação de 171 ruminantes. Comunicata Scientiae 5:370-379, doi: 172 <https://doi.org/10.14295/cs.v5i4.870>. 173
- Simionatto, M e Maeda, EM 2017. Gordura protegida na dieta para ovinos. Revista 695 eletrônica de Veterinária, 18:12, ISSN 1695-7504
- Souza, CG; Moura, AKB; Silva, JNP; Soares, KO; Silva, JVC e Vasconcelos, PC 2019. Fatores anti-nutricionais de importância na nutrição animal: composição e função dos compostos secundários. **Pubvet Medicina veterinária e zootecnia**. 13; 5, 327, 1-19. Doi: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n5a327.1-19>
- Stokes, SR; Hoover, WH; Miller, TK e Blauweikel, R 1991. Ruminal digestion and 174 microbial utilization of diets varying in type of carbohydrate and protein. Journal of 175 Dairy Science 74: 871-881, doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78236-176 2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78236-176 2). 177

CAPÍTULO 1

**Substituição do milho moído por gérmen de milho integral extra gordo em dietas
de ovinos**

RESUMO: Avaliou-se os efeitos da substituição do milho moído por gérmen de milho integral extra gordo (0; 25; 50; 75 e 100%) sobre o consumo e a digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, comportamento ingestivo e balanço hídrico, além da dinâmica ruminal em ovinos. Cinco ovinos machos castrados, fistulados no rúmen, com 67,56 (\pm 9,13kg) de peso corporal médio, foram distribuídos em delineamento experimental quadrado latino 5x5. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) corrigidos para cinzas e proteína, em kg/dia, não foram influenciados pelos níveis de substituição com valores 0,874; 0,796; 0,122; 0,661; 0,069; 0,260 e 0,389 kg/dia, respectivamente. O consumo de extrato etéreo (EE) e os coeficientes de digestibilidade aparente de PB e EE aumentaram linearmente. Os tempos despendidos com ruminação, alimentação e ócio e as eficiências de alimentação e ruminação, em função dos consumos de MS e FDN não foram influenciados. O consumo e a excreção de água não foram alterados, exceto a excreção via fezes, que reduziu linearmente. Não houve efeito dos tratamentos nos pools de MS, FDN e FDNi; no entanto, o de EE aumentou linearmente. Não houve efeito dos níveis de substituição sobre as taxas de passagem (K_p), de ingestão (K_i) e de digestão (K_d) da MS e FDN, e a de passagem (K_{pi}) da FDNi. A substituição total do milho moído pelo gérmen de milho integral extra gordo em dietas para ovinos é recomendada, uma vez que nenhum dos níveis de substituição prejudicou as variáveis avaliadas.

Palavras-chaves: confinamento, coproduto, energia, ruminantes.

ABSTRACT: The effects of replacing corn meal with extra fat whole corn germ (0, 25, 50, 75 and 100%) on the intake and apparent digestibility of nutrients, intake behavior and water balance, in addition to rumen dynamics were evaluated in sheep. Five male sheep, castrated in the rumen, with 67.56 ± 9.13 kg of average body weight, distributed in a 5x5 Latin Square experimental design. Intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), total digestible nutrients (TDN), fiber in indigestible neutral detergent (iNDF), neutral detergent fiber (NDF) and non-fibrous carbohydrates (NFC) corrected for ash and protein, in kg / day, were not influenced by the substitution levels, with values of 0.874, 0.796, 0.122, 0.661, 0.069, 0.260 and 0.389 kg / day, respectively. The intake of ether extract (EE) and the apparent digestibility coefficients of CP and EE increased linearly. The time spent on rumination, feeding and leisure and the efficiency of feeding and rumination, depending on the intake of DM and NDF were not influenced. Water intake and excretion were not altered, except excretion via feces, which decreased linearly. There was no effect of treatments in the pools of DM, NDF and NDF; however, that of EE increased linearly. There was no effect of the replacement levels on the passage (K_p), intake (K_i) and digestion (K_d) rates of DM and NDF, and the passage rate (K_{pi}) of NDF. The replacement of corn meal by the extra fat whole corn germ in sheep diets is recommended, since none of the replacement levels affected the variables evaluated.

Keywords: confinement, co-product, energy, ruminants.

Introdução

Atualmente, estudos em nutrição animal buscam alternativas que possibilitem melhores combinações de ingredientes e redução dos custos com alimentação, que possam maximizar a utilização de coprodutos agroindustriais gerando menos resíduos e contribuindo para redução do uso de ingredientes da alimentação humana, bem como para mitigação de impactos ambientais (Urbano et al., 2016; Salami et al., 2019; Liotta et al., 2019).

Almeida et al. (2016), em revisão de literatura, relataram que o milho pode ser substituído por ingredientes como polpa cítrica, casca de soja e gérmen de milho, por meio do aproveitamento de coprodutos agroindustriais na formulação de rações (Abdelqader, 2009; Bonatto et al., 2014). Diante disto, o uso do gérmen de milho integral extra gordo na alimentação de ruminantes pode ser justificado por possuir valor de mercado compatível ao milho; além disso, adicionar nas dietas um maior incremento calórico por apresentar elevados teores de extrato etéreo (EE).

Contudo, o gérmen de milho integral extra gordo em dietas para ruminantes, adiciona elevados teores de gordura na ração, aumentando a concentração energética que pode possibilitar maior aporte energético e, conseqüentemente, minimizar os distúrbios metabólicos causados por dietas de altos teores de grão, e em regiões com altas temperaturas, podendo melhorar a eficiência alimentar das dietas, devido os lipídios fornecerem 2,25 vezes mais energia que carboidratos e proteínas (Church e Dwigth, 2002).

No entanto, a fermentação ruminal pode ser inibida se o conteúdo de lipídios for superior a 7% da matéria seca da dieta (Mir et al., 2001; Kozloski, 2019), assim ocasionando efeitos deletérios à digestão da matéria seca e dos nutrientes (Dias et al., 2009; Silva et al., 2014). Muitos pesquisadores afirmam ter obtido resultados

satisfatórios utilizando teores acima de 7% de lipídios na dieta de ruminantes, sem que o desempenho dos animais tenha sido comprometido, adicionando em média 8,7 e 10,2%, respectivamente (Jordan et al., 2009 e Simionatto et al., 2017).

Silva et al. (2013), avaliando o efeito da substituição do milho moído pelo gérmen de milho integral sobre a ingestão e digestibilidade dos nutrientes para ovinos observaram que tanto os consumos, exceto de extrato etéreo, quanto as digestibilidades aparente dos nutrientes diminuiriam linearmente, na medida em que aumentou o nível de substituição. Porém, não existe trabalho na literatura consultada com o gérmen de milho integral extra gordo, em dietas para ovinos, por se tratar de um produto novo no mercado

Logo, o uso do gérmen de milho integral extra gordo deve ser estudado, uma vez que sua inclusão pode diminuir a utilização de dietas com altos teores de grãos em consequência deste alimento proporcionar as dietas um maior aporte energético, seu uso deve ser avaliado em função dos limites destacados na literatura sobre adição de gordura na alimentação de ruminantes, a fim de evitar efeitos negativos no desempenho animal.

Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de substituição do milho moído por gérmen de milho integral extra gordo – GMIEG (0; 25; 50; 75 e 100%) sobre o consumo e a digestibilidade aparente da matéria seca e de seus componentes, o consumo e a excreção de água, o comportamento ingestivo e a dinâmica ruminal, em ovinos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na cidade de Recife, Pernambuco, Brasil, situada sob as coordenadas geográficas de latitude: -8.05428, longitude: -34.8813 8° 3' 15" S, 34° 52' 53" W e a uma altitude de 7m em relação ao nível do mar. Os protocolos experimentais com uso de animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob licença número 143/2018.

Foram utilizados cinco ovinos mestiços sem raça definida (SRD), machos castrados, fistulados e canulados no rúmen, com peso corporal (PC) médio inicial de $67,56 \pm 9,13$ kg, distribuídos em delineamento experimental Quadrado Latino 5x5. Os animais foram pesados, identificados e desverminados antes do início do período experimental e mantidos em sistema de confinamento, em galpão coberto com baias individuais (0,93 x 1,54 m), providas de comedouros e bebedouros individuais, com iluminação constante.

O experimento teve duração de 105 dias, correspondendo a cinco períodos experimentais de 21 dias, onde os 14 primeiros foram atribuídos à adaptação às dietas e ao manejo, e os sete restantes para coleta de amostras e dados.

A composição química e as proporções dos ingredientes nas dietas experimentais, bem como a composição química das dietas estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2. Os volumosos utilizados foram silagem de milho e palma forrageira, cultivar miúda (*Nopalea cochenillifera*, Salm-Dyck), a qual foi processada diariamente em máquina forrageira, em seguida fornecida aos animais. Os tratamentos foram constituídos por cinco níveis de substituição do milho moído por gérmen de milho integral extra gordo (0; 25; 50; 75; e 100%) no concentrado.

As dietas foram fornecidas *ad libitum*, na forma de ração completa, permitindo entre 5 a 10% de sobras do total de matéria seca fornecido. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 07h30 (60%) e 15h30 horas (40%).

O consumo de MS e dos nutrientes das dietas foram calculados pela diferença entre o total do nutriente nos alimentos ofertados e o total contido nas sobras. As amostras dos alimentos frescos e sobras foram obtidas diariamente durante todo período de coleta e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. A cada confecção dos concentrados foi realizada amostragem dos grãos.

Do 16° ao 18° dia de cada período experimental foi realizada coleta total de fezes, utilizando-se de bolsas coletoras. Diariamente durante o período de coleta foi retirada amostra de fezes e pré-secas em estufa de ventilação forçada à 55°C por 72 horas para posterior análise química e avaliação da digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes.

No 19° dia, quatro horas após a alimentação matinal, realizou-se o esvaziamento ruminal e no 21° dia o procedimento foi realizado antes do fornecimento da alimentação de cada período experimental. O esvaziamento teve como objetivo determinar as taxas de indigestão e os “pools” ruminais para cada tratamento, utilizando-se a técnica descrita por Allen e Linton (2007). Após o esvaziamento total do rúmen, o peso total da digesta foi contabilizado, seguindo com a filtração através de tecido de algodão para separação das fases sólida e líquida. Uma amostra representativa de ambas fases foi coletada e pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para posterior análise de MS, FDN e FDNi (Tamminga et al., 1989). Após a amostragem, as fases foram homogenizadas e a digesta remanescente foi devolvida ao rúmen. As taxas de ingestão (K_i), passagem (K_p), degradação (K_d) da MS e FDN e passagem (K_{pi}) da

FDNi foram calculadas dividindo-se a quantidade diária de MS pelos seus respectivos pools ruminais (Allen e Linton 2007).

Em todas as amostras foram determinados os teores de matéria seca (MS; método 934,01), Matéria mineral (MM; método 930,05) e analisados os teores de proteína bruta (PB; método 968,06) e extrato etéreo (EE; método 920,39), de acordo com AOAC (1990). A MS foi analisada pela diferença entre os pesos da amostra úmida e seca; nitrogênio total utilizando-se o procedimento micro-Kjeldahl e o teor de PB estimado multiplicando-se o N-total pelo fator 6,25; e EE por extração de Soxhlet com hexano. As análises de FDN foram realizadas de acordo com o método descrito por Mertens (2002), utilizando alfa-amilase estável ao calor, corrigida para cinzas residuais. A FDN também foi corrigida para compostos nitrogenados, utilizando-se o método descrito por Licitra et al. (1996). O teor de FDNi foi calculado nas amostras de alimentos, sobras e conteúdo ruminal, obtido por meio de procedimentos *in situ* com 288 horas de incubação ruminal em bovinos (Krizsan e Huhtanen, 2013).

Para quantificação do conteúdo de carboidratos não-fibrosos (CNF) foi utilizada a equação proposta por Detmann e Valadares Filho (2010): $CNF = 1000 - [(PB - PBU + U) + FDN_{cp} + EE + MM]$, em que PB = teor de proteína bruta; PBU = proteína bruta oriunda da ureia; U = teor de ureia; FDN_{cp} = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e compostos nitrogenados; EE = teor de extrato etéreo; MM = teor de material mineral, expressos em g/kg de MS.

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca e de cada nutriente foi obtido utilizando-se a equação:

$$CDA = \frac{\text{Quantidade de nutriente consumido} - \text{quantidade excretada nas fezes}}{\text{Quantidade de nutriente consumido}} \times 1000$$

Quantidade de nutriente consumido

O consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foi estimado segundo Weiss (1999), sendo:

$CNDT \text{ (kg/dia)} = PBD\% + FDND\% + CNFD\% + (2,25 \times EED\%)$, sendo FDND% e CNFD% corrigidos para cinzas e compostos nitrogenados.

O comportamento ingestivo dos animais foi avaliado no 14º dia de cada período experimental, por intermédio de observação visual, durante 24 horas consecutivas, pelo método de varredura instantânea (Martin e Bateson, 1986), em intervalos de 10 minutos (modificado de Johnson e Combs, 1991), o que totalizou 144 observações por período.

As variáveis comportamentais observadas e registradas foram: tempos despendidos com ruminção, alimentação e ócio. Foram calculadas as eficiências de alimentação (EAL) e de ruminção (ERU) em função dos consumos médios diários de MS e FDN (kg de MS/h e kg de FDN/h), segundo Bürger et al. (2000).

O balanço hídrico foi avaliado utilizando-se as equações descritas por Church (1976) e a produção de água metabólica foi estimada a partir da análise bromatológica das dietas e calculada multiplicando-se os consumos de carboidrato, proteína e extrato etéreo digestíveis pelos fatores 0,60; 0,42 e 1,10, respectivamente (Taylor et al., 1969; Church, 1976).

Nas análises estatísticas, após teste de normalidade residual e homogeneidade da variância com o procedimento UNIVARIATE, usando o Statistical Analysis System (SAS) (versão 9.2), os dados foram submetidos a análises de variância e regressão, para avaliar o efeito da substituição do milho moído por GMIEG, usando o procedimento MIXED do SAS, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + e_{ijk}$$

Onde: Y_{ijk} = variável dependente; μ = média geral; α_i = efeito fixo do tratamento i ; β_j = efeito aleatório do animal j ; γ_k = efeito fixo do período k ; e_{ijk} = efeito aleatório do erro associado a cada observação.

As variáveis do comportamento ingestivo foram analisadas como medidas repetidas no tempo.

Para todas as análises foi adotado nível de significância de 0,05, como valor crítico da probabilidade de erro tipo I.

Resultados

Os consumos de MS, em kg/dia e g/kg de PC, e os de MO, PB, NDT, FDNcp e CNFcp, expressos em kg/dia, não foram influenciados pela substituição do milho moído por GMIEG (Tabela 3). Já o consumo de EE aumentou linearmente ($P < 0,05$), na medida em que houve incremento do gérmen de milho na dieta.

Os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, MO, FDNcp e CNFcp não foram influenciados ($P > 0,05$), conforme Tabela 3. Porém, os coeficientes de digestibilidade aparente de PB e EE aumentaram linearmente em função da substituição.

Os tempos despendidos com ruminção, alimentação e ócio, em min/dia; e as eficiências de alimentação e ruminção relacionadas com as ingestões de MS ou de FDN não foram afetados pela substituição (Tabela 4). O consumo e a excreção de água não foram influenciados pelos níveis de substituição, com exceção da excreção de água por meio das fezes (Tabela 5).

A dinâmica ruminal não foi afetada para os pools de MS, FDN e FDNi, apenas para o de EE com a substituição do milho moído por GMIEG (Tabela 6) e os tratamentos não promoveram efeitos nas taxas de passagem (Kp), ingestão (Ki) e digestão (Kd) da MS, da FDN, e nem na taxa da passagem (Kpi) da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi).

Discussão

O gérmen apresentou a mesma aceitabilidade do milho, uma vez que não houve alteração no consumo (Tabela 3) e também no tempo despendido para alimentação (Tabela 4). Portanto, não houve seleção, podendo ser comprovada pela composição da dieta efetivamente consumida, pois os consumos de MS, MO, PB, FDNcp, CNFcp e NDT e os respectivos teores não foram alterados com a substituição (Tabela 3).

O consumo de MS dos animais no presente experimento foi em média 0,872 kg/dia, ficando abaixo do valor recomendado pelo NRC (2007), que estabelece 1,2 e 1,18 kg de MS/dia para suprir exigência de manutenção dos animais, respectivamente. O consumo de NDT foi de 0,661 kg/dia, ficando dentro do recomendado pelo NRC (1985), que é 0,660 kg/dia para ovinos com, aproximadamente, 70 kg de peso corporal, em manutenção.

O consumo de EE aumentou linearmente com a substituição (Tabela 3), devido ao gérmen de milho integral extra gordo em sua composição apresentar altos teores de EE, em torno de 48%; conseqüentemente, na medida em que os níveis de GMIEG aumentaram nas dietas experimentais, o teor de EE apresentou o mesmo

comportamento (variando de 2,06 a 9,25%), refletindo sobre o consumo desse nutriente.

Com a substituição do milho moído por GMIEG não foi verificado efeito sobre os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, MO, FDNcp e CNFcp (Tabela 3), indicando que mesmo com os níveis de EE alcançando 9,25% nas dietas, a digestibilidade não foi comprometida; dessa forma contrariando o limite de 6% relatado por Mir et. al. (2001).

Segundo Barletta (2014), a adição de altos teores de lipídios em dietas para ruminantes pode ser tóxica aos microrganismos reduzindo a digestibilidade dos nutrientes da dieta, especialmente da fibra; uma vez que o principal efeito é o recobrimento da fibra, dificultando a aderência dos microrganismos, principalmente das bactérias celulolíticas (Maczulak et al., 1981). No entanto, não foram observados efeitos deletérios no consumo e na digestibilidade dos nutrientes, no presente estudo.

O coeficiente de digestibilidade aparente de extrato etéreo (CDEE) aumentou linearmente (Tabela 3); isso pode ser explicado pelo fato que dietas com alto teor de EE, sua digestibilidade sofre efeito de diluição. Em dietas com baixo teor de EE, a contribuição endógena se torna alta e a digestibilidade baixa. Ao contrário, em dietas com alto teor de EE, a contribuição endógena é baixa e a digestibilidade alta.

A digestibilidade aparente da PB foi influenciada de forma crescente (Tabela 3), o que pode ser explicado devido a menor quantidade de PB excretada nas fezes, que apresentou comportamento linear decrescente com valores de 39,2; 34,3; 31,6; 32,8 e 29,5 g/dia para os níveis de substituição de 0; 25; 50; 75 e 100%, respectivamente.

A maior excreção de PB nas fezes nos níveis com maiores quantidades de milho provavelmente, seja resultado do aumento da quantidade de nitrogênio de

origem microbiana, produto da maior atividade fermentativa no intestino grosso gerada pelo milho (Kozłozki, 2019).

Para os tempos despendidos com alimentação, ruminação e ócio não houve efeito da substituição do milho moído por GMIEG (Tabela 4), podendo ser justificado pela similaridade na composição químicas das dietas experimentais.

As eficiências de alimentação e ruminação em função dos consumos de MS e de FDN não foram alteradas, cujos resultados já eram esperados, uma vez que os respectivos consumos e digestibilidades aparentes, bem como os tempos despendidos com alimentação e ruminação não foram influenciados com a substituição. Estes resultados podem corroborar os obtidos por Dado e Allen (1995), os quais verificaram que os tempos gastos com alimentação e ruminação apresentam correlação positiva com a concentração e os consumos de MS e FDN.

A substituição não influenciou o balanço hídrico aparente (Tabela 5); isso pode ser explicado pela relação direta do consumo de água e o consumo de MS (Agy et al., 2012). O consumo de água para ovinos pode representar duas a três vezes o valor do consumo de MS (NRC, 2007). No presente estudo, o consumo de água representou, em média, 4,1 vezes o consumo de MS.

A excreção de água nas fezes diminuiu linearmente, isso possivelmente pode ter ocorrido porque na medida em que o milho moído foi substituído pelo GMIEG, houve redução da quantidade de amido nas dietas. Segundo Channon et al. (2004), o amido que não é digerido no rúmen e no intestino delgado é posteriormente fermentado no intestino grosso, contribuindo para o aumento de água nas fezes.

De acordo com Palhares (2013), o consumo de água é um dos indicadores disponíveis para avaliar o desempenho zootécnico e sanitário de um rebanho, uma vez que os animais ingerem água indiretamente por meio de alimentos volumosos, rações

secas e, aproximadamente 10 a 15% da ingestão de água total são oriundos da oxidação de carboidratos, lipídios e proteínas (Dibartola, 1992).

Os pools ruminais da MS, FDN e FDNi, e as taxas de ingestão, degradação e passagem da MS, FDN e Kpi da FDNi (Tabela 6) não foram influenciados pelos níveis de substituição, podendo ser explicado pelos consumos dos respectivos nutrientes, que não alteraram em nenhuma das dietas. No entanto, o pool de EE apresentou efeito linear crescente, efeito esperado, devido ao aumento dos níveis de substituição do milho moído por GMIEG acrescentar nas dietas maiores quantidades de EE.

Conclusão

Recomenda-se a substituição total do milho por gérmen de milho integral extra gordo total na dieta de ovinos.

TABELAS

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes

Item	Ingredientes (g/kg MS)				
	Silagem de milho	Palma	GMIEG	Milho moído	Farelo de soja
Composição química (g/kg MS)					
Matéria Seca*	263	186	956	890	878
Matéria Orgânica	938	923	994	985	928
Proteína bruta	84.6	47.0	106	84.1	488
Extrato etéreo	19.0	12.3	481	49.5	17.4
Fibra em detergente neutro ¹	625	201	241	161	128
Fibra em detergente neutro indigestível	149	74.5	40.5	24.1	19.7
Carboidratos não fibrosos ¹	211	662	160	694	296

* g/ kg de Matéria natural (MN).

¹Corrigidos para cinzas e proteína

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Ingredientes (g/kg MS¹)					
Silagem de Milho	300	300	300	300	300
Palma Miúda	395	395	395	395	395
Farelo de Soja	113	113	113	113	113
Milho Moído	164	123	82.0	41.0	0.0
Gérmen de Milho Integral	0.0	41.0	82.0	123	164
Ureia/S.A ²	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Mistura Mineral ³	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Sal Comum	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
Composição química (g/kg MS)					
Matéria Seca*	277	278	279	278	278
Matéria Orgânica	913	913	914	914	914
Proteína bruta	137	138	138	139	140
Extrato etéreo	20.6	38.6	56.6	74.5	92.5
Fibra em detergente neutro ⁴	309	311	314	318	321
Fibra em detergente neutro indigestível	80.4	81.1	81.8	82.4	83.1
Carboidratos não fibrosos ⁴	472	450	428	407	385

¹Matéria seca; ² Proporção entre a ureia e o sulfato de amônia (S.A): 9 partes de ureia e 1 parte de sulfato de amônia; ³Composição química da mistura mineral: Fosfato bicálcio, calcário, sal comum, flor de enxofre, sulfato de zinco, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, sulfato de manganês, iodato de potássio e selenito de sódio.

⁴ Corrigidos para cinzas e proteína.

* g/ kg de MN

Tabela 3 - Consumo e coeficiente de digestibilidade dos nutrientes de dietas para ovinos alimentados com gérmen de milho integral extra gordo em substituição ao milho moído

Itens	Níveis de Substituição (%)					EPM	P-Valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
	Consumo (kg/dia)							
MS	0.880	0.834	0.865	0.966	0.826	0.099	0.942	0.755
MS (g/kg PC)	1269	1201	1234	1387	1174	0.133	0.992	0.740
MO	0.800	0.759	0.788	0.879	0.752	0.089	0.933	0.746
PB	0.121	0.118	0.121	0.133	0.116	0.014	0.891	0.705
EE ¹	0.018	0.032	0.050	0.073	0.075	0.009	<0.001	0.578
NDT	0.606	0.609	0.657	0.776	0.657	0.092	0.374	0.627
FDN _{cp}	0.260	0.234	0.254	0.293	0.261	0.033	0.565	0.955
CNF _{cp}	0.426	0.402	0.387	0.407	0.323	0.038	0.121	0.559
FDNi	0.070	0.063	0.067	0.078	0.069	0.009	0.642	0.930
	Digestibilidade aparente (g/kg)							
MS	70.15	69.99	72.18	73.02	72.24	2.001	0.276	0.736
MO	71.97	72.66	74.11	74.75	74.10	1.988	0.333	0.647
PB ²	67.51	70.62	74.09	72.48	74.70	2.208	0.038	0.423
EE ³	57.64	74.76	82.51	86.78	87.35	1.522	<0.001	<0.001
FDN _{cp}	62.63	58.14	63.15	63.64	66.70	3.217	0.205	0.397
CNF _{cp}	80.03	82.57	80.93	81.57	78.54	1.333	0.362	0.101

EPM - erro padrão da média; L - efeito linear; Q - efeito quadrático; MS - matéria seca; PC - peso corporal; MO - matéria orgânica; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; NDT - nutrientes digestíveis totais; FDN_{cp} - fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF_{cp} - carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; FDNi - fibra em detergente neutro indigestível.

$$^1Y = 0.0006x + 0.019;$$

$$^2Y = 0.065x + 68.63;$$

$$^3Y = -0.0042x^2 + 0.7037x + 58.296$$

Tabela 4 - Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas com gérmen de milho integral extra gordo em substituição ao milho moído

Itens	Níveis de Substituição (%)					EPM	P-Valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
Alimentação (min/dia)	114	114	118	108	120	9.26	0.841	0.778
Ruminação (min/dia)	414	432	456	440	400	19.9	0.756	0.058
Ócio (min/dia)	912	894	866	892	920	22.2	0.845	0.104
Eficiências								
Alimentação (g MS/h)	471	473	490	527	410	63.7	0.745	0.378
Ruminação (g MS/h)	73.2	65.2	63.9	73.1	62.9	9.15	0.626	0.842
Alimentação (g FDNcp/h)	228	228	221	225	161	8.05	0.145	0.281
Ruminação (g FDNcp/h)	35.7	31.3	28.8	31.7	25.1	3.67	0.099	0.946

EPM - erro padrão da média; L - efeito linear; Q - efeito quadrático; ¹MS - matéria seca; ²FDNcp - fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; h - hora.

Tabela 5 - Consumo e excreção de água por ovinos alimentados com dietas com gérmen de milho integral extra gordo em substituição ao milho moído

Itens	Níveis de Substituição					EPM	<i>P</i> -valor	
	0	25	50	75	100		Efeito da Substituição	
	(L/kg de MS)						L	Q
Água bebida ¹	0.513	0.716	0.627	0.766	0.525	2.19	0.954	0.400
Via alimento	2.70	2.45	2.55	3.02	2.55	0.54	0.765	0.958
Metabólica	0.29	0.29	0.32	0.37	0.32	0.05	0.396	0.629
Consumo Total	3.51	3.46	3.49	4.16	3.34	0.58	0.708	0.444
g/PC ^{0.75}	20.5	28.8	23.8	29.9	19.5	8.43	0.939	0.087
Excreção de água								
Via fezes ¹	0.49	0.42	0.40	0.36	0.37	0.08	0.040	0.371
Via urina	1.71	1.45	1.59	1.83	1.71	0.40	0.280	0.381
Total	2.19	1.88	1.99	2.20	2.09	0.46	0.813	0.328

¹L/kg MS. EPM - erro padrão médio; L - efeito linear; Q - efeito quadrático; MS - matéria seca; PC^{0,75} - peso corporal metabólico.

$$^1Y = -0.0011x + 0.4664$$

Tabela 6 - Pools ruminais e taxas de ingestão, passagem e degradação em ovinos alimentados com dietas com gérmen de milho integral extra gordo em substituição ao milho moído

Parâmetros	Níveis de Substituição (%)					EPM	<i>P</i> -valor	
	0	25	50	75	100		Efeito da Substituição	
			L	Q				
Pool Ruminal (g)								
MS	411	381	392	368	373	34.9	0.161	0.643
FDN	205	190	196	180	191	20.7	0.302	0.457
EE ¹	13.0	17.4	22.2	23.2	25.1	3.11	<0.001	0.159
FDNi	79.4	69.9	73.0	74.8	77.4	6.74	0.931	0.077
MS (h ⁻¹)								
Ki	0.090	0.092	0.092	0.106	0.091	0.009	0.556	0.521
Kp	0.021	0.022	0.021	0.025	0.022	0.002	0.433	0.770
Kd	0.069	0.070	0.071	0.082	0.069	0.007	0.624	0.461
FDN (h ⁻¹)								
Ki	0.054	0.052	0.055	0.066	0.056	0.006	0.373	0.754
Kp	0.014	0.015	0.015	0.017	0.015	0.002	0.441	0.443
Kd	0.040	0.038	0.040	0.048	0.041	0.005	0.370	0.808
FDNi (h ⁻¹)								
Kpi	0.036	0.038	0.039	0.044	0.036	0.004	0.635	0.364

EPM - erro padrão médio; L - efeito linear; Q - efeito quadrático; MS - matéria seca; FDN - fibra solúvel em detergente neutro; FDNi - fibra em detergente neutro indigestível; Ki - Taxa de ingestão (MS, FDN, FDNi); Kp - Taxa de passagem (MS, FDN, FDNi); Kpi - Taxa de passagem do FDNi.

$$^1Y = 0.1197x + 14.195$$

Referências bibliográficas

- Abdelqader, MM; Hippen, AR; Kalscheur, KF; Schingoethe, DJ; Karges, KM e Gibson, L 2009. Evaluation of corn germ from ethanol production as an alternative fat source in dairy cow diets. *Journal of Dairy Science*, doi:10.3168/jds.2008-1207.
- Agy, MSFA; Oliveira, RL; Ribeiro, CVDM; Ribeiro, MD; Bagaldo, AR; Araújo, GGL; Pinto, LFB e Ribeiro, RDX 2012. Sunflower cake from biodiesel production fed to crossbred Boer kids. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41:123-130, doi: 10.1590/S1516-35982012000100019.
- Almeida, EM; Machado, AS; Godoy, MM; Rios, ADF e Buso, WHD 2016. Gérmen integral de milho na alimentação de vacas leiteiras. Disponível < https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/377_-_4677-4690-NRE_13-3_mai-jun_2016.pdf.> Acesso em: 08 de janeiro de 2020.
- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis 1:771p. Edited by Kenneth Helrich. 15th edition. Arlington, Virginia. Journal of the Association of Official Agricultural Chemists. ISBN: 0-935584-42-0.
- Allen, MS e Linton, JAV 2007. In vivo methods to measure digestibility and digestion kinetics of feed fractions in the rumen. In: Rennó, FP; Silva, LFP (Eds.). *Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes*. Pirassununga. Anais, São Paulo, Brasil. p. 72–89.
- Barletta, RV 2014. Avaliação da cinética ruminal e fluxo abomasal de ácidos graxos em vacas leiteiras suplementadas com fontes lipídios. Tese (Doutor) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga – São Paulo.
- Bonato, Z; Farina, R; Tochetto, JP; Oliveira, F e Camillo, MF 2014. Cinética Ruminal: Relação com co-produtos e tratamentos físicos e/ou químicos das matérias primas. Disponível < https://www.bage.ideau.com.br/wp-content/files_mf/aa03ed276cea7acac7f5d1a676652ec9212_1.pdf> Acesso em: 08 de janeiro de 2020.
- Bürger, PJ; Pereira, JC; Queiroz, AC; Silva, JFC; Valadares Filho, SC; Cecon, PR e Casali, ADP 2000. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29: 236-242, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000100031>.
- Channon, AF; Rowe, JB e Herd, RM 2004. Genetic variation in starch digestion in feedlot cattle and its association with residual feed intake. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44:469-474, doi: <https://doi.org/10.1071/EA02065>.
- Church e Dwig CO 2002. Megalac-r, rumen by pass fat. *EFA Alert Research Summary*. 28p.
- Church, DC 1976. Digestive physiology and nutrition of ruminants: digestive physiology. 2nd ed. Corvallis: O & B Books Publishing 3:349.
- Dado, RG e Allen, MS 1995. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. *Journal of Dairy Science*, Wisconsin 78:118 -33, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(95)76622-X.
- Detmann, E e Valadares filho, SC 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 62:980-984, doi: 10.1590/S0102-09352010000400030.
- Dias, JC; Martins, JAM; Emerick, LL; Souza, FA e Andrade, VJ 2009. Efeitos da suplementação lipídica no aumento da eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 33:95-104.
- Dibartola, S 1992. Fluid therapy in small animal practice. Saunders, p. 321-340

- Johnson, TR e Combs, DK 1991. Effects of parturition diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 74:933-944, doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78243-X.
- Jordan, E; Kenny, D; Hawkins, M; Malone, R; Lovett, DK e O'Mara, FP 2006. Effect of refined soy oil or whole soybeans on intake, methane output, and performance of young bulls. *Journal of Animal Science* 84:2418-2425, doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2005-354>.
- Kozloski, VG 2019. Metabolismo microbiano ruminal. cap. 1, 212 p. In: *Bioquímica dos ruminantes*. 3ª ed. 2ª reimpressão. Santa Maria- RS: UFMS.
- Krizsan, SJ e Huhtanen, P 2013. Effect of diet composition and incubation time on feed indigestible neutral detergent fiber concentration in dairy cows. *Journal Dairy Science* 96:1715-1726, doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5752>.
- Licitra, G; Hernandez, TM e Van Soest, PJ 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology* 57:347-358, doi: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00837-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00837-3).
- Liotta, L; Randazzo, CL; Russo, N; Zumbo, A; Rosa, ARD; Caggia, C e Chiofalo, V 2019. Effect of molasses and dried orange pulp as sheep dietary supplementation on physico-chemical, microbiological and fatty acid profile of Comisana ewe's milk and cheese. *Frontiers in Nutrition* 6:1-11, doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00001>.
- Maczulak, AE; Dehority, BA; Palmquist, DL, 1981. Effects of long-chain fatty acids on growth of rumen bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 42:856-862, doi: 0099-2240/81/1 10856-07\$02.00/0.
- Martin, P e Bateson P 2007. *Measuring behaviour, an introductory guide*. Cambridge University Press, Cambridge, 176
- Mertens, DR 2002. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal AOAC International* 85:1217-1240, INSS: 10603271.
- Mir, PS; Mears, GL e Mir, Z 2001. Vegetable oil in beef cattle diets, 1:88-104. In: Beauchemin, KA e Crews, DH (Ed). *Advances in beef cattle Science*. Lethbridge: Lethbridge Research Centre.
- National research council – NRC 2007. *Nutrients requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids*. Washington, DC: National Academy Press, 500p.
- National research council – NRC 1985. *Nutrient requirements of sheep*. 6 ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 99p.
- Palhares, JCP 2013. Consumo de água na produção animal. In: *Comunicado Técnico 102 - Consumo de água na produção animal* 102:1-6. ISSN 1981-206X.
- Salami, AS; Luciano, G; O'Grady, MN; Biondi, L; Newbold, CJ, Kerry, JP e Priolo, A 2019. Sustainability of feeding plant by-products: a review of the implications for ruminant meat production. *Animal Feed Science and Technology* 251:37-55, doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.02.006>.
- Silva, EC, Ferreira, MA; Vêras, ASC; Bispo, SV; Conceição, MG; Siqueira, MCB; Salla, LE e Souza, ARDL 2013. Substituição do fubá de milho por germen integral de milho na dieta de ovinos. *Pesquisa agropecuária brasileira* 48:442-449, doi: 10.1590/S0100-204X2013000400013.
- Simionatto, M e Maeda, EM 2017. Gordura protegida na dieta para ovinos. *Revista eletrônica de Veterinária*, 18:12, ISSN 1695-7504

- Tamminga, S; Robinson, PH e Meijs, S 1989. Feed components as internal markers in digestion studies with dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 27:49-57, doi: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(89\)90128-4](https://doi.org/10.1016/0377-8401(89)90128-4).
- Taylor, CR; Spinage, CA e Lyman, CP 1969. Water relations of the waterbuck. an East African antelope. *American Journal of Physiology*, Baltimore 217: 630–634, doi: 10.1152/ajplegacy.1969.217.2.630.
- Urbano, SA; Ferreira, MA; Bispo, SV; Silva, EC; Suassuna, JMA e Oliveira, JPF 2016. Gérmen integral de milho em substituição ao milho na dieta de ovinos santa inês: características de carcaça e composição tecidual. *Acta Veterinaria Brasilica* 10:165-171, doi: 10.21708/avb.2016.10.2.5715.
- Weiss, W 1999. Energy prediction equations for ruminat feeds. In: *Cornel Nutrition Confere for Feed Manufactures*, 61, Ithaca. Proceedings. Ithaca: Cornell University, 176-185.

CAPÍTULO 2

Pode o gérmen de milho integral extra gordo substituir o milho moído em dietas para ovinos?

RESUMO: Avaliou-se o efeito da substituição do milho moído por gérmen integral de milho extra gordo (0; 25; 50; 75 e 100% na matéria seca -MS) sobre os consumos de matéria seca, matéria orgânica (MO) e nutrientes digestíveis totais (NDT), parâmetros ruminais e sanguíneos, e eficiência de utilização de nitrogênio em ovinos. Cinco ovinos machos castrados, fistulados no rúmen, com peso corporal médio de 67,56 + 9,13kg foram distribuídos em delineamento experimental Quadrado Latino 5x5. Os consumos de MS, MO e NDT não foram influenciados. O pH ruminal não foi influenciado pela substituição; porém, ao longo dos horários de coleta apresentou comportamento quadrático, com valor mínimo estimado em 5,91; 3,38 horas, após alimentação. Não houve efeito sobre nitrogênio amoniacal ruminal (NAR), porém foi observado efeito linear decrescente em função dos horários de coleta, apresentando interação entre os níveis de substituição e o tempo. Foi observado comportamento quadrático para acetato, com a concentração máxima de 60,26 mmol/L, no nível de 32,05%, e efeito linear decrescente para butirato. As concentrações de acetato e propionato, a relação de acetato:propionato e o total de ácidos graxos de cadeia curta apresentaram comportamento quadrático em função dos horários de coleta, com máxima de 58,19; 23,25; 2,57 e 90,49 mmol/L estimada às 3,34; 3,43; 3,6 e 3,34 horas após a alimentação, respectivamente. Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de substituição sobre a eficiência de utilização de nitrogênio; porém, foi observado efeito linear decrescente do nitrogênio excretado nas fezes. O colesterol e triglicérides (mg/dL) aumentaram linearmente. O gérmen de milho integral extra gordo pode substituir o milho moído em dietas para ovinos sem que os consumos e digestibilidade da MS e nutrientes, bem como os parâmetros ruminais e eficiência de nitrogênio e consumo de água sejam influenciados negativamente.

Palavras-chaves: balanço de nitrogênio, fermentação ruminal, lipídios, proteína microbiana

ABSTRACT: The effect of replacing corn meal with whole germ of extra fat maize (0; 25; 50; 75 and 100% in dry matter -MS) was evaluated on dry matter, organic matter (OM) and total digestible nutrients (TDN), ruminal and blood parameters, and nitrogen utilization efficiency in sheep. Five male sheep, castrated in the rumen, with an average body weight of 67.56 ± 9.13 kg were distributed in a 5x5 Latin Square experimental design. The intake of DM, MO and TDN were not influenced. The ruminal pH was not influenced by the substitution; however, over the collection times it showed quadratic behavior, with a minimum value estimated at 5.91, 3.38 hours after feeding. There was no effect on ruminal ammoniacal nitrogen (RAN), however a decreasing linear effect was observed depending on the collection times, with interaction between the replacement levels and time. Quadratic behavior was observed for acetate, with a maximum concentration of 60.26 mmol / L, at the level of 32.05%, and a decreasing linear effect for butyrate. The acetate and propionate concentrations, the acetate: propionate ratio and the total short-chain fatty acids showed a quadratic behavior according to the collection times, with a maximum of 58.19, 23.25, 2.57 and 90.49 mmol / L estimated at 3.34, 3.43, 3.6 and 3.34 hours after feeding, respectively. There was no effect ($P > 0.05$) of the substitution levels on the efficiency of nitrogen use; however, a decreasing linear effect of nitrogen excreted in faces was observed. cholesterol and triglycerides (mg/dL) increased linearly. The replacement levels of cornmeal with extra fat whole corn germ do not negatively influence the variables evaluated.

Keywords: lipids; nitrogen balance; microbial protein; ruminal fermentation

Introdução

No Brasil, a produção de grãos teve uma redução de 3,4% no período 2017/2018 em comparação com a safra anterior, com cerca de 229,7 milhões de toneladas, representando a segunda maior colheita do país (CONAB, 2018). Dentre essa produção de grãos, a cultura do milho tem se destacado, pois vem alcançando ganhos elevados de produtividade nestes últimos anos, proporcionados pelos avanços tecnológicos.

O milho é uma das opções de alimento para os animais bastante utilizada como principal fonte de energia. Por se tratar de uma commodity, seu valor sofre variações de acordo com o mercado internacional. Assim torna-se, em determinados momentos, desfavorável ao custo/benefício dentro do sistema de produção (Vieira et al., 2017), sendo necessário buscar fontes de alimentos alternativos para suprir as exigências dos animais, como por exemplo, o uso de coprodutos.

O gérmen de milho integral, um coproduto da indústria do milho, pode ser utilizado como um dos ingredientes na formulação de rações (Abdelqader et al., 2009). É uma fonte rica de lipídios que adicionada às dietas promove maior concentração de energia, proporcionando um maior aporte energético aos animais.

A suplementação lipídica na dieta para ruminantes é uma das formas para manipulação da fermentação ruminal, podendo aumentar a eficiência do sistema de produção, promovendo benefícios ambientais decorrentes da redução da metanogênese (Rivera et al., 2010; Berchielli et al., 2012), devido os ácidos graxos estarem prontamente disponíveis para deposição; com isso, havendo redução do gasto energético da síntese de gordura a partir de ácidos graxos de voláteis (Souza et al., 2009).

Palmquist e Jenkins (1980) recomendaram que o total de gordura na dieta de ruminantes não deve ultrapassar 5%. Posteriormente, Palmquist (1989) e Jenkins (1993) recomendaram o limite máximo de 7%. Jenkins e Bridgs (2007) afirmaram que a adição

elevada de lipídios na dieta de ruminantes pode alterar a fermentação ruminal devido à redução da digestibilidade da fibra. Além disso, pode ser tóxico aos microrganismos, diminuindo o pH ruminal e limitando o crescimento bacteriano (Byers e Schelling, 1989); bem como os produtos finais da fermentação pelos microrganismos.

Devido à escassez de informações disponíveis na literatura de alimentos com altos teores de gordura em dietas para pequenos ruminantes, hipotetizou-se que o gérmen de milho integral extra gordo, produto novo no mercado, pode substituir o milho moído em dietas para ovinos adicionando as dietas um maior aporte energético podendo diminuir a utilização dietas com elevados teores de grãos.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito dos diferentes níveis de substituição do milho moído por gérmen de milho integral extra gordo sobre os parâmetros ruminais e sanguíneos, eficiência de utilização de nitrogênio em dietas para ovinos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na cidade de Recife, Pernambuco, Brasil, situada sob as coordenadas geográficas de latitude: -8.05428, longitude: -34.8813 8° 3' 15" S, 34° 52' 53" W e a uma altitude de 7m em relação ao nível do mar. Os protocolos experimentais com uso de animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob licença número 143/2018.

Foram utilizados cinco ovinos mestiços sem raça definida (SRD), machos castrados, fistulados e canulados no rúmen, com peso corporal (PC) médio inicial de

67,56 ± 9,13 kg, distribuídos em delineamento experimental Quadrado Latino 5x5. Os animais foram pesados, identificados e desverminados antes do início do período experimental e mantidos em sistema de confinamento, em galpão coberto com baias individuais (0,93 x 1,54 m), providas de comedouros e bebedouros individuais e iluminação constante.

O experimento teve duração de 105 dias, correspondendo a cinco períodos experimentais de 21 dias, dos quais os 14 primeiros foram atribuídos à adaptação às dietas e os sete restantes para coleta de amostras e dados.

A composição química e as proporções dos ingredientes nas dietas experimentais, bem como a composição química das dietas estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2. Os volumosos utilizados foram silagem de milho e palma forrageira, cultivar miúda (*Nopalea cochenillifera*, Salm-Dyck). Os tratamentos foram constituídos por cinco níveis de substituição do milho moído por gérmen de milho integral extra gordo (0; 25; 50; 75; e 100%) no concentrado.

As dietas foram fornecidas *ad libitum*, na forma de ração completa, permitindo entre 5 a 10% de sobras do total de matéria seca fornecido. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 07h30 (60%) e 15h30 horas (40%).

O consumo de MS e dos nutrientes das dietas foram calculados pela diferença entre o total do nutriente nos alimentos ofertados e o total contido nas sobras. As amostras dos alimentos frescos e sobras foram obtidas diariamente durante todo período de coleta e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, posteriormente moídas em moinho de facas com peneiras de porosidades de 1 e 2mm. A cada confecção dos concentrados foi realizada a amostragem dos grãos.

Nas amostras foram determinados os teores de matéria seca (MS; método 934,01), Matéria mineral (MM; método 930,05) e analisados os teores de proteína bruta

(PB; método 968,06) e extrato etéreo (EE; método 920,39), de acordo com AOAC (1990). A MS foi analisada pela diferença entre os pesos da amostra úmida e seca; nitrogênio total utilizando-se o procedimento micro-Kjeldahl e o teor de PB estimado multiplicando-se o N-total pelo fator 6,25; e EE por extração de Soxhlet com hexano. As análises de FDN foram realizadas de acordo com o método descrito por Mertens (2002), utilizando alfa-amilase estável ao calor, corrigida para cinzas residuais. A FDN também foi corrigida para compostos nitrogenados, utilizando-se o método descrito por Licitra et al. (1996).

No 15º dia de cada período experimental foram coletadas amostras do líquido ruminal às 0; 2; 4; 6 e 8 horas após o fornecimento da alimentação matinal. O conteúdo ruminal foi colocado sobre três capas de gazes cirúrgicas para obtenção do líquido, tomando-se uma alíquota de aproximadamente 100 mL, na qual foi aferido o pH com potenciômetro (Kasavi, Modelo K39-0014P, Taiwan). Logo após, o fluido foi dividido em três alíquotas de 30 mL e acidificado com 1mL de ácido sulfúrico (1:1). Posteriormente, foram determinadas as concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal (N-NH₃, método 941,04), de acordo com a AOAC (1990). Uma amostra de 8mL de fluido ruminal foi acidificada com 2mL de ácido metafosfórico. As amostras foram congeladas a -20º C para posterior determinação dos ácidos graxos voláteis - AGV: acético, butírico, propiônico (Erwin et al., 1961).

A análise de AGV foi realizada utilizando cromatógrafo de fase gasosa equipado com detector de ionização de chama e auto injetor, com uma coluna Carbowax (60 m x 0,250 mm, DI/expessura) injeção 2µL à 140°C, com vazão de Hidrogênio 2mL/minuto, em modo Split.

No 16º ao 18º dias foi realizada coleta total de fezes utilizando-se bolsas coletoras nos animais. As amostras foram obtidas diariamente durante todo período de coleta e

agrupadas de forma proporcional, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e moídas em moinho de facas, em peneiras de porosidade de 1 mm, para posterior determinação do teor de nitrogênio nas fezes

Além disso, no mesmo período foi realizada coleta total de urina, utilizando funis coletores com mangueiras acopladas para conduzir a urina até um recipiente contendo 100 mL de solução de ácido sulfúrico a 10%, onde o pH foi aferido a cada 6 seis horas, ajustando-se a quantidade de ácido, quando necessário, a fim de manter o pH inferior a 3,0 (Chen e Gomes, 1992). A cada 24 horas do período de coleta foram determinados o peso e o volume total de urina e retirada uma alíquota de 50 mL, para posterior determinação do teor de nitrogênio (N) total, utilizando-se da metodologia descrita por Detmann et al. (2012), e para determinação do N-ureico.

. As análises de derivados de purinas (alantoína e ácido úrico) na urina foram efetuadas pelo método colorimétrico de Fujihara et al. (1987), descrito por Chen e Gomes (1992). A determinação de alantoína foi realizada conforme descrito por Young e Conway (1942), citados por Chen e Gomes (1992).

A síntese de proteína microbiana no rúmen foi estimada pelas purinas absorvidas (X, mmol/dia), a partir da excreção total de derivados de purinas (DP) na urina (Y, mmol/dia), segundo Chen et al. (1990a): $Y = 0,84X + (0,150 \cdot PC^{0,75} \cdot e^{-0,25X})$. Foram determinadas as concentrações dos DP na urina: alantoína e ácido úrico, de acordo com a metodologia descrita por Chen et al. (1990b), cuja quantidade excretada foi calculada em função do volume urinário.

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, gN/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação de Chen e Gomes (1992): $Y = 70X / (0,83 + 0,116 \cdot 1000)$, em que 70 é o conteúdo de N nas purinas

(mgN/mol), 0,116 a relação N- purina: N-total nas bactérias, e 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas.

A eficiência da síntese de proteína microbiana foi obtida por meio da relação entre a produção de proteína microbiana (g/dia) e a ingestão diária de nutrientes digestíveis totais (NDT).

A coleta de sangue foi realizada no 17º dia, quatro horas após a alimentação matinal, por meio de venopunção da jugular, utilizando tubos a vácuo contendo gel separador e acelerador de coagulação. As amostras foram imediatamente centrifugadas (3000 rpm/15 minutos) e o plasma obtido foi armazenado a -20°C.

Os parâmetros bioquímicos do sangue e da urina foram determinados por meio do método colorimétrico com kit comercial (LABTEST®), no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da UFRPE. A concentração de NUP foi obtida por meio do produto entre a concentração de ureia e o fator de 0,466, correspondente ao teor de N na ureia.

Nas análises estatísticas, após teste de normalidade residual e homogeneidade da variância com o procedimento UNIVARIATE, usando o Statistical Analysis System (SAS) (versão 9.2), os dados foram submetidos a análises de variância e regressão, para avaliar o efeito dos diferentes níveis de substituição do milho moído por gérmen de milho integral extra gordo, usando o procedimento MIXED do SAS, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + e_{ijk}$$

Onde: Y_{ijk} = variável dependente; μ = média geral; α_i = efeito fixo do tratamento i ; β_j = efeito aleatório do animal j ; γ_k = efeito fixo do período k ; e_{ijk} = efeito aleatório do erro associado a cada observação.

Para os AGV's, pH ruminal e NAR foi assumido o efeito do tempo de amostragem, como medidas repetidas no tempo, sendo analisados também utilizando o PROC MIXED, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + T_l + (\alpha*T)_{il} + e_{ijkl}$$

Onde: Y_{ijk} = Observação $_{ijk}$; μ = média geral; α_i = efeito do tratamento i ; β_j = efeito aleatório do animal j ; γ_k = efeito fixo do período k ; T_l = efeito do tempo l ; $(\alpha*T)_{il}$ = efeito da interação entre o tratamento i e o tempo l ; e_{ijkl} = efeito do erro com a média 0 e variância σ^2 , a variância entre medidas dentro dos animais. Para todas as análises foi adotado nível de significância de 0,05, como valor crítico da probabilidade de erro tipo I.

Resultados

Para os consumos de MS, MO e NDT verificou-se que não houve influência dos níveis de substituição do milho moído por germen de milho integral extra gordo, cujos valores médios foram de 0,874 kg/dia e 1,253 g/kg PC para MS, e de 0,796 e 0,661 kg/dia, para MO e NDT, respectivamente (Tabela 3).

O pH ruminal não foi influenciado pela substituição do milho moído por germen de milho integral extra gordo (Tabela 4). Porém, ao longo dos horários de coleta apresentou comportamento quadrático, com valor mínimo estimado em 5,91 às 3,38 horas após a alimentação (Figura 1).

Não houve efeito da substituição nas concentrações de nitrogênio amoniacal (NAR); no entanto foi observado comportamento linear decrescente em função dos horários das coletas (Tabela 4) e interação dos níveis de substituição e o tempo de coleta (Tabela 5 e figura 2).

Em relação aos AGV foi observado comportamento quadrático para o acetato, com concentração máxima de 60,26 mmol/L no nível de substituição de 32,05%, e efeito linear decrescente para butirato, com a substituição do milho moído por germen de milho integral extra gordo (GMIEG).

As concentrações de acetato e propionato e o total de AGV apresentaram comportamento quadrático, em função dos horários de coleta, com máximas de 58,19; 23,25 e 90,49 mmol/L, estimadas às 3,34; 3,43 e 3,34 horas após a alimentação, respectivamente. A relação acetato:propionato também apresentou comportamento quadrático em função dos horários de coletas, com 2,57 mmol/ L, com mínimo de 3,6 horas após alimentação (Tabela 4).

Não houve interação entre os tempos de coleta e os níveis substituição do milho moído por GMIEG sobre o pH e as concentrações de AGV (Tabela 4); assim como não houve efeito ($P>0,05$) sobre os parâmetros relativos ao balanço de N, exceto para N nas fezes, que diminuiu linearmente com valores 6,27; 5,63; 5,06; 5,24 e 4,72 g/dia, respectivamente (Tabela 6).

Para excreção de alantoína, ácido úrico e derivados de purinas na urina não foram observados efeitos dos níveis de substituição do milho moído por GMIEG; bem como para purinas absorvidas (mmol/dia), nitrogênio microbiano e proteína microbiana (g/dia), além da síntese de proteína microbiana (PM), em g de PM/kg de NDT consumido (Tabela 7).

Os parâmetros bioquímicos do sangue em função dos níveis de substituição não foram influenciados. Apenas as concentrações de colesterol (49,42; 64,24; 71,07; 72,45 e 80,07 mg/dL) e triglicerídeos (8,83; 13,31; 13,0; 19,55 e 22,01 mg/dL) apresentaram efeito linear crescente (Tabela 8).

Discussão

A não influência dos níveis de substituição sobre o pH ruminal pode ser justificada pelo fato de não ter havido diferença nas proporções de MS e FDN das dietas, o que, conseqüentemente, não alterou o consumo e digestibilidade e nem as taxas de ingestão, digestão e passagem. Desse modo, o pH ruminal dos animais com valor médio 6,1, ficou dentro da normalidade. Berchielli (2011) considera valores normais entre 5,9 a 7,0 para otimização da taxa de digestão ruminal e da degradação da fibra, e que valores de pH abaixo de 6,0 podem inibir as bactérias fermentadoras de celulose e diminuir significativamente a eficiência da síntese de proteína bruta microbiana (Strobel e Russell, 1986).

Houve efeito quadrático do pH em relação aos horários de coleta, com valor mínimo de 5,91, às 3,38 horas após o fornecimento matinal (Figura 1). Esse comportamento já era esperado, visto que se trata de uma resposta fisiológica que ocorre normalmente após a ingestão da dieta, pois havendo o aumento do consumo de alimento após o tempo zero de coleta, simultaneamente ocorre aumento da fermentação ruminal, devido a maior disponibilidade de substrato, conseqüentemente, reduzindo os valores do pH.

Orskov (1986) e Silveira et al. (2006) relataram que o pH está diretamente relacionado aos processos de fermentação ruminal e os produtos finais que são determinados de acordo com os componentes da dieta e com o tempo após alimentação. Segundo Bergman et al. (1990), o decréscimo pode influenciar negativamente o consumo de MS, a motilidade ruminal, a degradação da fração fibrosa e a produção microbiana e, a saúde do animal.

As concentrações de NAR não foram afetadas pelas dietas (Tabela 4); no entanto, diminuíram com decorrer do tempo de coleta (0; 2; 4; 6 e 8 horas, após

alimentação matinal). Esse efeito pode ser justificado pelos níveis crescentes de gérmen de milho integral extra gordo, que aumentaram os teores de EE e reduziram a quantidade de CNF; dessa forma, promovendo menores proporções de carboidratos rapidamente fermentáveis, principalmente amido, no ambiente ruminal (Tabela 2).

De modo geral, a adição de GMIEG pode ter contribuído para antecipação do pico de nitrogênio amoniacal que ocorreu por volta das 2 horas após a alimentação matinal, quando comparado com a dieta sem o GMIEG. É possível que tenha ocorrido uma falta de sincronização de energia e a liberação de amônia, uma vez que as dietas com GMIEG tinham uma menor quantidade de CNF, principalmente de amido.

Van Soest (1994) afirma que dificilmente os valores de nitrogênio amoniacal serão fixos, uma vez que dependem da taxa de digestão dos carboidratos. As concentrações de NAR encontradas no presente estudo foram superiores ao recomendado de 10 mg/dL no líquido ruminal por Leng (1990) e Detmann et al. (2007), para promover o máximo crescimento microbiano. Preston (1986) acrescentou que a degradação da fibra também não seria influenciada negativamente.

A substituição do milho moído por GMIEG nas dietas influenciou a concentração de acetato e do butirato que diminuíram linearmente, podendo ser explicado pelo comportamento verificado para acetato, uma vez que a síntese do butirato pode ocorrer no ambiente ruminal, principalmente a partir do acetato e ou outros compostos que resultem em Acetil-CoA (Berchielli, 2011).

O horário da coleta influenciou a concentração de acetato e propionato e a relação acetato/propionato. Este comportamento pode ser justificado, visto que após o tempo zero houve ingestão de alimentos rapidamente fermentáveis por meio do fornecimento da dieta; conseqüentemente, ocorreu um aumento da atividade microbiana que contribuiu para o aumento destes AGV.

Os níveis de substituição não afetaram a eficiência de síntese de proteína microbiana. Possivelmente, podendo comprovar que a utilização de lipídios acima de 7% pode ocorrer nas dietas de ruminantes com base de informações na literatura sem que comprometa a eficiência de utilização de nitrogênio.

Russell et al. (1992) afirmam que os microrganismos ruminais utilizam a amônia para realizar a síntese de proteína microbiana; com isso a presença do NAR no ambiente ruminal é extremamente importante, desde que esteja associado a uma fonte de energia adequada. Caso haja um desequilíbrio entre o nitrogênio (N) e a energia presentes no rúmen, tanto a excreção de compostos nitrogenados, como a produção de ureia, aumenta. Tal comportamento não foi observado no presente estudo.

O consumo de N não foi influenciado pelas dietas, com valor médio de 19,46 g/dia; no entanto, ficou abaixo do valor estabelecido pelo NRC (2007), de 26,05 g/dia para atender as exigências diárias de ovinos em manutenção.

Van Soest (1994) relatou que quando as exigências não são supridas ocorre a mobilização de N das reservas dos animais e conseqüentemente, sua excreção urinária será limitada, uma vez que a ureia encontrada na urina está correlacionada positivamente com as concentrações de N no plasma e com o consumo de N, indicativo da eficiência de utilização do N ruminal.

No balanço de N não foi observado efeito das dietas experimentais (Tabela 5), cujos resultados são coerentes com os consumos de matéria seca (Tabela 3) e de N (Tabela 6). A excreção de N nas fezes diminuiu linearmente, isso pode ser explicado devido a um aumento de sua excreção de origem microbiana nos níveis com maiores quantidades de milho, produto da maior atividade fermentativa no intestino grosso gerada pelo milho (Kozlozki, 2019).

Não houve efeito da substituição na concentração de glicose. Possivelmente, devido à concentração de propionato também não ter sido influenciada pela adição de gérmen de milho integral extra gordo, uma vez que o propionato é o principal precursor de glicose no metabolismo de ruminantes. Além disso, segundo Vasconcelos et al. (2016), a glicose é pouco sensível às variações do aporte de energia na ração, devido sua concentração sanguínea ser regulada por um eficiente mecanismo hormonal que a mantém constante.

As concentrações de colesterol e triglicérides aumentaram linearmente, esse comportamento pode ser justificado pelos níveis crescentes de gérmen de milho integral extra gordo que adicionou altos teores de EE (2,06; 3,86; 5,66; 7,45 e 9,25%) nas dietas. Consequentemente, ocorrendo uma maior concentração de lipídios no ambiente ruminal onde possivelmente, parte desses lipídios, provavelmente, foram biohidrogenados de ácidos graxos insaturados a saturados no rúmen, e parte pode ter passado intacta para o intestino delgado, havendo uma maior absorção, aumentando consequentemente o fluxo na corrente sanguínea de triglicérides e colesterol.

Conclusão

Recomenda-se a substituição parcial do milho moído por gérmen de milho integral extra gordo em dietas para ovinos.

TABELAS

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes

Item	Ingredientes (g/kg MS)				
	Silagem de Milho	Palma	Gérmen de Milho	Milho Moído	Farelo de soja
Composição química (g/kg MS)					
Matéria Seca*	263	186	956	890	878
Matéria Orgânica	938	923	993	985	928
Proteína bruta	84.6	47.0	106	84.1	488
Extrato etéreo	19.0	12.3	481	49.5	17.4
Fibra em detergente neutro ¹	625	201	241	161	128
Fibra em detergente neutro indigestível	149	74.5	40.5	24.1	19.7
Carboidratos não fibrosos ¹	211	662	160	694	296

* g/ kg de Matéria natural (MN)

¹ Corrigidos para cinzas e proteína

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Ingredientes (g/kg MS¹)					
Silagem de Milho	300	300	300	300	300
Palma Miúda	395	395	395	395	395
Farelo de Soja	113	113	113	113	113
Milho Moído	164	123	82.0	41.0	0.0
Gérmen de Milho integral	0.0	41.0	82.0	123	164
Ureia/S.A ²	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Mistura Mineral ³	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
Sal Comum	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
Composição química (g/kg MS)					
Matéria Seca*	277	278	278	278	278
Matéria Orgânica	913	913	914	914	914
Proteína bruta	137	138	138	139	140
Extrato etéreo	20.6	38.6	56.6	74.5	92.5
Fibra em detergente neutro ⁴	308	311	314	318	321
Fibra em detergente neutro indigestível	80.4	81.1	81.8	82.4	83.1
Carboidratos não fibrosos ⁴	472	450	428	407	385

¹Matéria seca; ² da Proporção entre a ureia e o sulfato de amônia (S.A): 9 partes de ureia e 1 parte de sulfato de amônia; ³Composição química da mistura mineral: Fosfato bicálcio, calcário, sal comum, flor de enxofre, sulfato de zinco, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, sulfato de manganês, iodato de potássio e selenito de sódio; ⁴ Corrigidos para cinzas e proteína.

* g/ kg de MN

Tabela 3 - Consumo de matéria seca, matéria orgânica e nutrientes digestíveis totais por ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de gérmen integral de milho extra gordo

Itens	Níveis de Substituição (%)					EPM	P-Valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
	Consumo (kg/dia)							
MS	0.880	0.834	0.865	0.966	0.826	0.099	0.942	0.755
MS (g/kg PC)	1269	1201	1234	1387	1174	0.133	0.992	0.740
MO	0.800	0.759	0.788	0.879	0.752	0.089	0.933	0.746
NDT	0.606	0.609	0.657	0.776	0.657	0.092	0.374	0.627

EPM - erro padrão da média; L - efeito linear; Q - efeito quadrático; ¹MS - matéria seca; ²PC - peso corporal; ³MO - matéria orgânica.

Tabela 4- Parâmetros ruminais em ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo

Parâmetros	Níveis de Substituição (%)					EPM	P-valor				Trat x Tempo
							Efeitos da Substituição		Efeitos do Tempo		
	0	25	50	75	100		L	Q	L	Q	
pH ³	6.1	6.1	5.9	6.1	6.1	0.200	0.995	0.334	<0.001	<0.001	0.155
NAR (mg/dL) ⁴	16.1	15.6	17.0	16.7	18.2	1.875	0.348	0.723	<0.001	0.486	0.035
Acetato ^{1,5}	55.7	61.0	59.6	51.6	43.4	4.035	0.015	0.037	0.069	0.021	0.940
Propionato ⁶	19.1	21.8	23.2	21.1	17.3	2.810	0.631	0.129	0.004	<0.001	0.925
Butirato ²	9.5	10.3	10.0	8.6	6.1	1.162	0.021	0.069	0.130	0.357	0.652
Acetato/Propionato ⁷	3.1	3.0	2.8	2.6	2.6	0.187	0.051	0.860	<0.001	<0.001	0.801
Total AGCC ⁸	84.3	93.1	92.9	81.3	66.8	7.492	0.062	0.051	0.064	0.002	0.925

pH - potencial hidrogeniônico; NAR - nitrogênio amoniacal ruminal; EPM - erro padrão da média, L - efeito linear; Q= efeito quadrático; Trat – tratamento (níveis de substituição)

$$^1Y = -0.0039x^2 + 0.25x + 56.25; ^2Y = -0.034x + 10.627;$$

$$^3Y = 0.066x^2 - 0.444x + 6.658; ^4Y = -1.234x + 21.653;$$

$$^5Y = -1.856x^2 + 12.411x + 37.447; ^6Y = -1.265x^2 + 8.676x + 8.373;$$

$$^7Y = 0.106x^2 - 0.767x + 3.947; ^8Y = -3.217x^2 + 21.504x + 54.558.$$

Tabela 5- Nitrogênio amoniacal ruminal em ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo

Tempo	Níveis de Substituição (%)					EPM
	0	25	50	75	100	
0	15.4 ^{Ab}	17.7 ^{Aab}	19.4 ^{Aab}	21.4 ^{Aab}	27.7 ^{Aa}	2.662
2	19.2 ^{Aa}	20.0 ^{Aa}	23.1 ^{Aa}	17.6 ^{Aa}	28.1 ^{Aa}	3.417
4	19.5 ^{Aa}	15.1 ^{Aa}	17.1 ^{Aa}	14.7 ^{Aa}	14.4 ^{Ba}	2.431
6	13.5 ^{Aa}	13.1 ^{Aa}	12.1 ^{Aa}	16.1 ^{Aa}	12.1 ^{Ba}	3.127
8	13.0 ^{Aa}	11.9 ^{Aa}	13.3 ^{Aa}	13.6 ^{Aa}	8.7 ^{Ba}	2.148

A, b - Letras maiúsculas diferentes nas colunas e letras minúsculas diferentes nas linhas referem-se às médias que diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). EPM - erro padrão médio; L - efeito linear; Q - efeito quadrático.

Tabela 6 - Balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo

Itens	Níveis de Substituição (%)					EPM	P-valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
(g/dia)								
Consumo de N	19.3	18.8	19.4	21.3	18.5	2.74	0.890	0.703
Excreção de N								
N fecal ¹	6.27	5.63	5.06	5.24	4.72	0.65	0.004	0.409
N urinário	10.1	10.4	10.0	10.1	8.2	1.14	0.144	0.218
Balanço de N	2.93	2.73	4.33	5.89	5.66	1.50	0.070	0.981
Plasma (mg/dL)								
Ureia	29.8	30.1	28.9	31.2	29.3	2.15	0.990	0.928
N-ureico (NUP)	13.9	14.0	13.5	14.5	13.7	1.00	0.990	0.927
Urina (mg/kg PC)								
Ureia	1097	1136	1073	1174	1042	163.7	0.804	0.607
N-ureico (NUU)	512	530	501	548	486	76.4	0.8043	0.607

EPM - erro padrão médio; L - efeito linear; Q - efeito quadrático; N – nitrogênio; NUP - nitrogênio ureico plasmático; PC - peso corporal; NUU - nitrogênio ureico na urina.

$$^1Y = -0.014x + 6.0824$$

Tabela 7- Eficiência de síntese de proteína microbiana em ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis gérmen de milho integral extra gordo

Itens	Níveis de Substituição					EPM	P-valor	
	0	25	50	75	100		Efeito da Substituição	
	(mmol/dia)						L	Q
Alantoína	7.9	7.2	7.0	7.7	6.7	1.12	0.241	0.874
Ácido Úrico	0.9	0.9	1.1	1.0	0.9	0.11	0.647	0.072
Purinas excretadas	8.8	8.1	8.1	8.6	7.5	1.11	0.192	0.888
Purinas Absorvidas	10	9.2	9.2	9.9	8.2	1.45	0.151	0.693
N microbiano ¹	7.3	6.7	6.7	7.2	6.0	1.06	0.151	0.693
Proteína microbiana ¹	46	42	42	45	37	6.6	0.151	0.693
g PM/kg de NDT	74	70	63	66	54	7.9	0.064	0.840

¹ (g/dia). EPM - erro padrão médio; L - efeito linear; Q - efeito quadrático; N - nitrogênio.

Tabela 8 - Parâmetros bioquímicos do sangue de ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo

Parâmetros	Níveis de Substituição (%)					EPM	P-valor	
	0	25	50	75	100		Efeito da Substituição	
	(mg/dL)						L	Q
Glicose	61.5	59.9	59.1	61.2	60.3	1.99	0.840	0.513
Frutosamina	264	262	248	260	249	16.41	0.395	0.913
Colesterol ¹	49.4	64.2	71.1	72.4	80.1	8.97	<0.001	0.248
Triglicerídeos	8.80	13.3	13.0	19.5	22.0	3.06	0.001	0.749

EPM - erro padrão médio; L - efeito linear; Q - efeito quadrático; N - nitrogênio

$$^1Y = 0.2781x + 53.547$$

$$^2Y = 0.1304x + 8.8205$$

FIGURAS

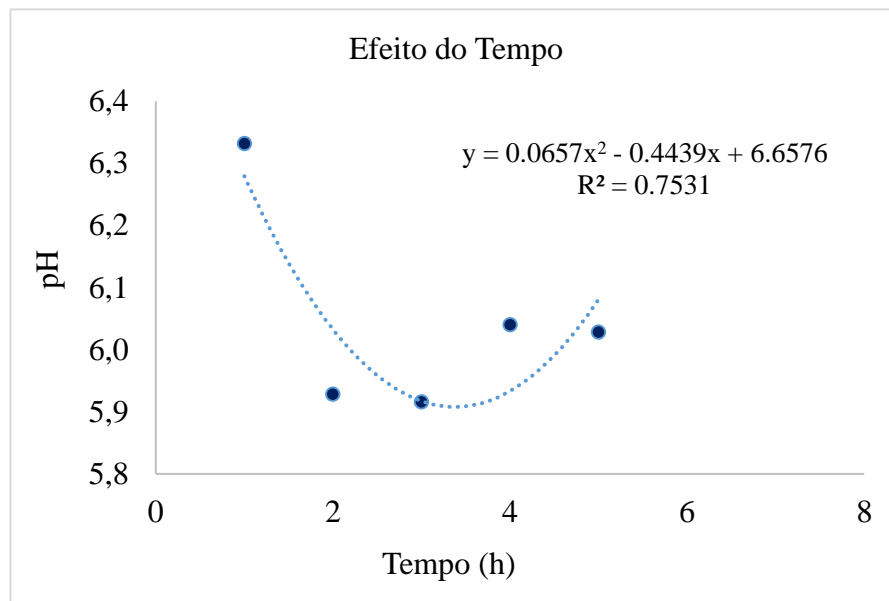


Figura 1- pH ruminal em diferentes tempos após a alimentação matinal em ovinos alimentados com dietas de diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo

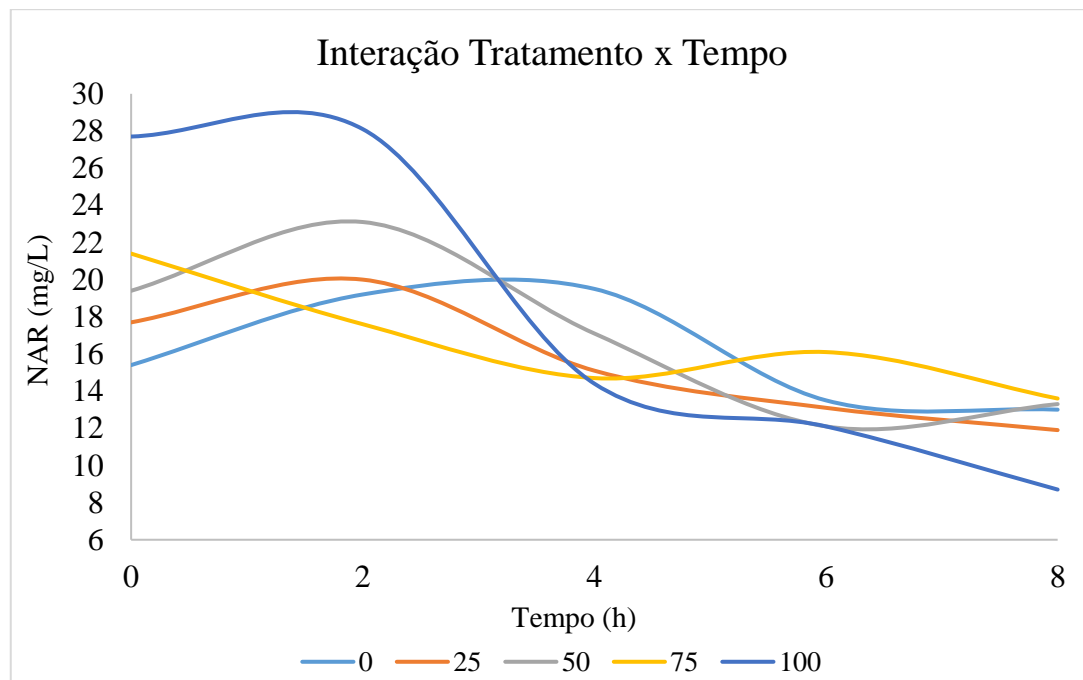


Figura 2- Nitrogênio amoniacal ruminal em diferentes tempos em ovinos alimentados com dietas de diferentes níveis de gérmen de milho integral extra gordo

Referências bibliográficas

- Abdelqader, MM; Hippen, AR; Kalscheur, KF; Schingoethe, DJ; Karges, KM e Gibson, L 2009. Evaluation of corn germ from ethanol production as an alternative fat source in dairy cow diets. *Journal of Dairy Science* 92:1023–1037. Doi:10.3168/jds.2008-1207.
- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis 1:771p. Edited by Kenneth Helrich. 15th edition. Arlington, Virginia. Journal of the Association of Official Agricultural Chemists. ISBN: 0-935584-42-0.
- Berchielli, TT; Messana, JD e Canesin, RC 2012. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 13:954-968, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402012000400010>.
- Bergman, EN 1990. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiological Reviews* 70:567, doi: 10.1152/physrev.1990.70.2.567.
- Byers, FM e Schelling, GT 1989. Lipids in ruminant nutrition. In: Church, DC (Ed.) *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. New Jersey: a Reston Book, p. 298-312.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v. 5 - Safra 2017/18, n. 7. Sétimo levantamento, Brasília, p. 1-139, abril, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/Claudineide/Desktop/BoletimZGraosZabrilZ2018.pdf> Acesso em: 06 de fevereiro de 2018.
- Chen, XB; e Gomes, MJ 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of the technical details. Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen AB2 9SB, UK, September 1995:1–19.
- Chen, XB; Hovell, FD; Orskov, ER e Brown, DS 1990a. Excretion of purine derivatives by ruminants: effect of exogenous nucleic acid supply on purine derivative excretion by sheep. *British Journal of Nutrition*, 63:131-142, doi: <https://doi.org/10.1079/BJN19900098>.
- Chen, XB; Mathieson, J; Hovell, FD e Reeds, PJ 1990b. Measurement of purine derivatives in urine of ruminants using automated methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 53: 23-33, doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740530104>.
- Detmann, E; Souza, MA; Valadares Filho, SC; Queiroz AC; Berchielli TT; Saliba, EOS; Cabral, LS; Pina, DS; Ladeira, MM e Azevedo, JAG 2012. Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Universidade Federal de Viçosa, p.214.
- Detmann, E; Cecon, PR; Paulino, MF; Valadares Filho, SC; Henriques, LT; Detmann, KSC 2007. Variáveis ruminais avaliadas por meio de funções matemáticas contínuas. *Pesquisa brasileira agropecuária*, 42:11.
- Erwin, ES; Marco, GJ; Emery, EM 1961. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science* 44:1768–1771.
- Fujihara, T; Ørskov, ER e Reeds, PJ 1987. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *Journal Agriculture Science* 109:7-12, doi: <https://doi.org/10.1017/S0021859600080916>.
- Jordan, E; Kenny, D; Hawkins, M; Malone, R; Lovett, DK e O'Mara, FP 2006. Effect of refined soy oil or whole soybeans on intake, methane output, and performance of

- young bulls. *Journal of Animal Science* 84:2418-2425, doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2005-354>.
- Jenkins, TC 1993. Lipid Metabolism in the Rumen. *Journal of Dairy Science* 76: 3851-3863, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77727-9.
- Jenkins, TC e Bridges WC 2007. Protection of fatty acids against ruminal biohydrogenation in cattle. *Europe Journal Lipid Science technology* 109:778-789, doi: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700022>.
- Kozloski, VG 2019. Metabolismo microbiano ruminal. cap. 1, 212 p. In: *Bioquímica dos ruminantes*. 3ª ed. 2ª reimpressão. Santa Maria- RS: UFMS.
- Leng, RA 1990. Factors affecting the utilization of “poor - quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research and Review* 3:277-303, doi: <https://doi.org/10.1079/NRR19900016>.
- Licitra, G; Hernandez, TM e Van Soest, PJ 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology* 57:347-358, doi: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00837-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00837-3).
- Mertens, DR 2002. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal AOAC International* 85:1217-1240, INSS: 10603271.
- National research council – NRC 2007. *Nutrients requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids*. Washington, DC: National Academy Press, 500p.
- ØRSKOV, E.R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *Journal Animal Science*, 63(5):1624-1633, doi: <https://doi.org/10.2527/jas1986.6351624x>
- Palmquist, DL e Jenkins, TC 1980. Fat in lactation rations: review. *Journal of Dairy Science* 63:1-14, doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)82881-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82881-5).
- Palmquist, DL 1989. The feeding value of fats. In: Orskov, ER (Ed.). *World animal science*. Amsterdam: Elsevier, p. 293–311.
- Palmquist, DL 1989. Suplementação de lipídio para vacas em lactação. In: *Simpósio sobre nutrição de ruminantes*, Piracicaba. Anais Piracicaba: fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, p.11-25.
- Peixoto, LAO; Osório, MTM; Osório, JCS; Nornberg, JL e Pazini, M 2010. Desempenho reprodutivo e metabólitos sanguíneos de ovelhas Ile de France sob suplementação com sal orgânico ou sal comum durante a estação de monta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39:191-197, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000100025>
- Preston, TR 1986. Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines 2. A practical manual for research workers. S.1. Food and Agriculture Organization of the United States Nations 154p. ISBN 92-5-102422-7
- Rivera, AR; Berchielli, TT; Messana, JD; Velasquez, PT; Franco, AV; Martins, F e Lauriston B 2010. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39:617-642, doi: 10.1590/s1516-35982010000300022.
- Russell, JB; O'Connor, JD; Fox, DG; Van Soest, PJ e Sniffe, CJ 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: 1. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science* 70:3551-3561, doi: <https://doi.org/10.2527/1992.70113551x>
- Silveira, MF; Kozloski, GV; Brondani, IL; Alves Filho, DC; Restle, J; Leite, DT; Metz, PAM e Silveira, PRL 2006. Ganho de peso vivo e fermentação ruminal em novilhos mantidos em pastagem cultivada de clima temperado e recebendo diferentes

- suplementos. *Ciência Rural* 36:898-903, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000300026>.
- Souza, ARDL; Medeiros, SR; Morais, MG; Oshiro, MM e Torres Junior, RAA 2009. Dietas com alto teor de gordura e desempenho de tourinhos de grupos genéticos diferentes em confinamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44:746-753, doi: 10.1590/S0100-204X2009000700015.
- Strobel, HJ e Russell, JB 1986. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria. *Journal of Dairy Science*, 69:2941-2947, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(86)80750-0
- Van Soest, PJ 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, New York, 476p.
- Vasconcelos, GA; Vêras, RML; Silva, JL; Cardoso, DB; Soares, PC; Morais, NNG e Souza, AC 2016. Effect of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) hay inclusion in the diets of sheep. *Tropical Animal Health Production*, 48:539-544, doi: 10.1007/s11250-015-0988-z
- Vieira, PAS; Azevêdo, JAG; Silva, FFP; Neves, LR; Santos, ALA; Souza, AB; Lins, L e Santos, RD 2017. Parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio em bovinos alimentados com silagem da raiz de mandioca. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 37: 883-890, doi: 10.1590/s0100-736x2017000800018.
- Young, EG e Conway, CF 1942. On the estimation of allantoin by the rimini-schryver reaction. *Journal of Biological Chemistry* 142: 839-853.