

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FRANCISCO ANTONIO PIRAN FILHO

CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS RUMINAIS DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS
CRESCENTES DE TRIGUILHO

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS
2018

FRANCISCO ANTONIO PIRAN FILHO

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS RUMINAIS DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS
CRESCENTES DE TRIGUILHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção Animal.

Orientadora: Dra. Emilyn Midori Maeda

Co-orientador: Dra. Ana Carolina Fluck

P667c Piran Filho, Francisco Antonio.
Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais de
cordeiros alimentados com dietas contendo níveis
crescentes de trigoilho / Francisco Antonio Piran Filho –
Dois Vizinhos, 2018.
69f.:il.

Orientador: Profa. Dra. Emilyn Midori Maeda
Coorientadora: Dra. Ana Carolina Fluck
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Dois Vizinhos, 2018.

Bibliografia p. 58-65

1. Cordeiros 2. Ruminantes – Alimentações e rações
3. Nutrição animal I. Maeda, Emilyn Midori, orient. II.
Fluck, Ana Carolina, coorient. III. Universidade
Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos IV.
Titulo.

CDD: 636.311

Ficha catalográfica elaborada por Rosana da Silva CRB- 09/1745

Biblioteca da UTFPR Dois Vizinhos



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 093

**Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais de cordeiros alimentados
com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho**

Francisco Antonio Piran Filho

Dissertação apresentada às quatorze horas do dia oito de fevereiro de dois mil e dezoito, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, Linha de Pesquisa – Produção e Nutrição Animal, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Banca examinadora:

Emilyn Midori Maeda
UTFPR-DV

Magali Floriano da Silveira
UTFPR-DV

André Finkler da Silveira
IAPAR PB

Coordenador do PPGZO
Assinatura e carimbo

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela vida e a oportunidade que me foi dada.

À minha família os quais foram minha sustentação nessa etapa da minha vida, em especial, meu pai Francisco, minha mãe Angelita e minhas irmãs Fernanda, Franciele e Francelise.

À Emanoele Cristina Weiss, minha namorada e amiga, a qual esteve junto de mim nos momentos bons e ruins, pela paciência e apoio, meu sincero agradecimento.

À Professora Emilyn Midori Maeda pela orientação, ensinamentos, auxílio em todos os momentos e principalmente por acreditar no meu potencial. Obrigado Emilyn.

À Ana Carolina Fluck, minha co-orientadora, pela ajuda e empenho para que esse trabalho fosse possível. Muito obrigado.

Ao doutorando Olmar Antonio Denardin Costa, ao professor Douglas Sampaio Henrique (*in memoriam*), à pós-doutoranda Fabiana Matielo de Paula e à pós-doutoranda Simone Fernanda Nedel Pértile pelo auxílio na análise estatística e respostas de questões aleatórias sobre o trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em especial ao professor Vicente de Paula Macedo responsável pelo setor de ovinocultura, pela colaboração e ajuda para que o experimento fosse possível.

A todos os envolvidos na execução do experimento: Diana Gilioli, Mariane Gonçalves Hasse, Emanoele Cristina Weiss, Larissa Maria Pescinelli, Rafaela Walteman, Paloma Cristiny Tavares, Anderson Kehrwald, Indianara Fernandes, Jhon Bruno Groeler, Djuly Fleming Lima e todo o pessoal do setor de ovinos, sem os quais o experimento não seria possível.

Aos colegas de curso e aos amigos Isac Rodrigues Moreira, Fernanda Raulino Domanski, Elisandro Campra Domanski, Daniel Gonçalves da Silva, Edelson de Jesus Silva pela ajuda e companheirismo.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos e seus servidores, pela possibilidade de realizar o presente trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. À CAPES pela concessão da bolsa.

A todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho o meu sincero agradecimento.

Muito Obrigado!

PIRAN FILHO, Francisco Antonio. **Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho**. 2018. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

RESUMO

O objetivo foi avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de trigoilho na alimentação de cordeiros sobre o consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais. Foram utilizados oito cordeiros cruzados Santa Inês x Dorper com peso médio de 45 ± 9 kg, castrados, divididos em dois grupos, quatro animais fistulados no rúmen e quatro não fistulados, cada grupo organizado em delineamento quadrado latino 4x4. Os animais foram alimentados *ad libitum*, com 10% de sobras, duas vezes ao dia. A dieta base foi composta por feno de azevém e concentrado, na proporção volumoso:concentrado de 40:60. O experimento foi composto por quatro tratamentos: T-0 = tratamento controle (0% de trigoilho), T-19 = tratamento com 19% de trigoilho, T-38 = tratamento com 38% de trigoilho e T-57 = tratamento com 57% de trigoilho na dieta. A inclusão de níveis crescentes de trigoilho na dieta de cordeiros diminuiu o consumo (g dia^{-1}) para a maioria dos componentes nutricionais, no entanto, quando expresso em relação ao peso metabólico o consumo foi menos afetado. Para cordeiros fistulados no rúmen a inclusão de trigoilho não promoveu alteração nos parâmetros ruminais e no balanço de nitrogênio, porém, a digestibilidade da fibra foi reduzida mesmo sem alteração do pH. Quanto ao grupo de cordeiros não fistulados, a inclusão de trigoilho diminuiu a excreção fecal metabólica e aumentou a digestibilidade aparente total do nitrogênio e extrato etéreo. Até 38% de inclusão de trigoilho na dieta de cordeiros o consumo foi capaz de atender as exigências de proteína, porém, o tratamento com 57% de trigoilho não atendeu, podendo comprometer o desempenho animal, portanto, esse nível de inclusão não é indicado.

Palavras-chave: Alimentos alternativos. Ruminantes. Qualidade nutricional.

PIRAN FILHO, Francisco Antonio. **Intake, digestibility and ruminal parameters of lambs fed diets with increasing levels of wheat middling.** 2018. 69 f. Dissertation (Master in Animal Science) - Posgraduate Program in Animal Science, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

ABSTRACT

The aim was to evaluate the effect of inclusion of increasing levels of wheat middling on intake, digestibility and ruminal parameters of lambs. Eight 45 ± 9 kg crossbred Santa Inês x Dorper, castrated, shared into two groups, four rumen fistulated and four non - fistulated animals, each organized in a 4x4 Latin square design. The animals were fed *ad libitum*, with 10% of leftovers, twice a day. The base diet was composed of ryegrass hay and concentrate, in the ratio 40:60 bulky:concentrate. The assay was composed of four treatments: T-0 = control treatment (0% of wheat middling), T-19 = treatment with 19% of wheat middling, T-38 = treatment with 38% of wheat middling and T-57 = treatment with 57% of wheat middling in the diet. The inclusion of increasing levels of wheat middling in the diet of lambs decreased intake (g day^{-1}) for most nutritional components, however, when expressed in relation to metabolic weight intake was less affected. For rumen fistulated lambs the inclusion of wheat middling did not promote alteration in rumen parameters and nitrogen balance, however, fiber digestibility was reduced even without pH change. As for the group of non-fistulated lambs, the inclusion of wheat middling decreased metabolic fecal excretion and increased total apparent digestibility of nitrogen and ethereal extract. Up to 38% inclusion of wheat middling in the diet of lambs consumption was able to meet the protein requirements, however, the treatment with 57% of wheat middling was not attended and could compromise animal performance, therefore, this level of inclusion is not indicated.

Keywords: Alternative foods. Ruminants. Nutritional quality.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) em percentagem do consumo para cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho.....42
- Figura 2: Potencial hidrogeniônico do líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho em função do tempo após a alimentação.....45
- Figura 3: Concentração de N-NH₃ (mg dL⁻¹) no líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho em função do tempo após a alimentação.....47
- Figura 4: Concentração de açúcares solúveis (mg dL⁻¹) no líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen recebendo dietas contendo níveis crescentes de trigoilho em função do tempo após a alimentação.....48
- Figura 5: Consumo de proteína bruta (CPB) em gramas por dia (g dia⁻¹) e digestibilidade aparente do nitrogênio (DAN) em percentagem (%), para cordeiros não fistulados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição bromatológica do trigoilho, trigo/geada (trigo que sofreu danos pelo frio), trigo e milho.....	21
Tabela 2: Composição químico-bromatológica dos ingredientes.....	32
Tabela 3: Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais, expressa na base da matéria seca.....	32
Tabela 4: Consumo médio diário de nutrientes para cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho.....	37
Tabela 5: Digestibilidade aparente total e digestibilidade verdadeira (% do consumo) dos componentes nutricionais de dietas contendo níveis crescentes de trigoilho na alimentação de cordeiros fistulados no rúmen.....	41
Tabela 6: Excreção fecal metabólica (EFM) de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com níveis crescentes de trigoilho na dieta, teor de NDT estimado (WEISS et al., 1992) e teor de NDT <i>in vivo</i> para a dieta experimental ingerida.....	43
Tabela 7: Balanço de nitrogênio para cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho.....	44
Tabela 8: Potencial hidrogeniônico do líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho em diferentes horários após a alimentação.....	45
Tabela 9: Concentrações médias de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) em mg dL ⁻¹ no líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho em diferentes horários após a alimentação.....	46
Tabela 10: Concentrações médias de açúcares solúveis em mg dL ⁻¹ no líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho em diferentes horários após a alimentação.....	48
Tabela 11: Consumo médio diário de nutrientes para cordeiros não fistulados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho.....	50
Tabela 12: Digestibilidade aparente total e digestibilidade verdadeira (% do consumo) dos componentes nutricionais de dietas contendo níveis crescentes de trigoilho na alimentação de cordeiros não fistulados.....	53
Tabela 13: Excreção fecal metabólica (EFM) de cordeiros não fistulados alimentados com níveis crescentes de trigoilho na dieta, teor de NDT estimado (WEISS et al., 1992) e teor de NDT <i>in vivo</i> para a dieta experimental ingerida.....	55

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Parecer de aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais para o projeto de implantação das fistulas ruminais.....	66
Anexo B: Parecer de aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais para o projeto de execução do experimento.....	68

LISTA DE SIGLAS

AG	Ácidos graxos
AGV	Ácidos graxos voláteis
BN	Balanço de nitrogênio
Ca	Cálcio
CEL	Celulose
CMO	Consumo de matéria orgânica
CMS	Consumo de matéria seca
CN	Consumo de nutrientes
CNF	Carboidratos não fibrosos
CNFd	Carboidratos não fibrosos digestíveis
CPB	Consumo de proteína bruta
CT	Carboidratos totais
DACNF	Digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos
DACT	Digestibilidade aparente dos carboidratos totais
DAEE	Digestibilidade aparente do extrato etéreo
DAMO	Digestibilidade aparente da matéria orgânica
DAMS	Digestibilidade aparente da matéria seca
DAN	Digestibilidade aparente do nitrogênio
DFDN	Digestibilidade da fibra em detergente neutro
Dnut	Digestibilidade aparente dos componentes nutricionais
DVMO	Digestibilidade verdadeira da matéria orgânica
DVN	Digestibilidade verdadeira do nitrogênio
EB	Energia bruta
ED	Energia digestível
EE	Extrato etéreo
EEd	Extrato etéreo digestível
EPM	Erro padrão da média
FB	Fibra Bruta
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNpd	Fibra em detergente neutro digestível corrigido para proteína

LDA	Lignina em detergente ácido
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
N-NH ₃	Nitrogênio amoniacal
NNP	Nitrogênio não proteico
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
PBd	Proteína bruta digestível
PC	Peso corporal
PDR	Proteína degradável no rúmen
pH	Potencial hidrogeniônico
PIDA	Proteína insolúvel em detergente ácido
PIDN	Proteína insolúvel em detergente neutro
PNDR	Proteína não degradável no rúmen
PV	Peso vivo
R ²	Coeficiente de determinação

LISTA DE ACRÔNIMOS

AOAC	Association of Official Analytical Chemistry
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CNCPS	Cornell Net Carbohydrate and Protein System
NRC	National Research Council
SAS	Statistical Analysis System
UNEPE	Unidade de Ensino e Pesquisa
USDA	United States Department of Agriculture

LISTA DE SIMBOLOS

%	Percentual
% da MS	Percentagem da matéria seca
% PC	Percentagem do peso corporal
cm	Centímetro
g	Gramma
g animal dia ⁻¹	Gramas por animal dia
g dia ⁻¹	Gramas por dia
g kg ^{0,75-1}	Gramas por quilograma de peso metabólico
g kg ⁻¹	Gramas por quilograma
h	Hora
kg	Quilograma
kg animal dia ⁻¹	Quilo por animal dia
m	Metro
Mcal kg ⁻¹	Megacalorias por quilograma
mg	Miligramma
mg dL ⁻¹	Miligramma por decilitro
mg kg ⁻¹	Miligramma por quilograma
ml	Mililitro
mm	Milímetro
°C	Grau Celsius
ppm	Partes por milhão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 SUBPRODUTOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES	18
3.2 TRIGO E SEUS SUBPRODUTOS	18
3.2.1 Triguilho	20
3.2.2 O trigo na alimentação animal em outros países	21
3.3 ENSAIOS DE CONSUMO E DIGESTIBILIDADE	23
3.3.1 Experimentos com pequenos ruminantes em vez de bovinos	23
3.3.2 Consumo	23
3.3.3 Digestibilidade	26
3.4 DEGRADAÇÃO DE CARBOIDRATOS E PROTEÍNAS	27
3.5 PARÂMETROS RUMINAIS	28
4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES	31
4.2 DIETAS EXPERIMENTAIS E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	31
4.3 COLETA DE URINA, FEZES E LÍQUIDO RUMINAL	33
4.4 CONSUMO E DIGESTIBILIDADE	34
4.5 BALANÇO DE NITROGÊNIO	35
4.6 ANÁLISES LABORATORIAIS	35
4.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 EXPERIMENTO 1 - CORDEIROS FISTULADOS NO RÚMEN	37
5.1.1 Consumo de nutrientes para cordeiros fistulados no rúmen	37
5.1.2 Digestibilidade para cordeiros fistulados no rúmen	40
5.1.3 Teores de NDT e excreção fecal metabólica (EFM) para cordeiros fistulados no rúmen	42
5.1.4 Balanço de nitrogênio (BN)	43
5.1.5 Potencial hidrogeniônico (pH) do líquido ruminal	44
5.1.6 Concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃)	46
5.1.7 Açúcares solúveis	47
5.2 EXPERIMENTO 2 – CORDEIROS NÃO FISTULADOS	50
5.2.1 Consumo de nutrientes para cordeiros não fistulados	50
5.2.2 Digestibilidade dos nutrientes para cordeiros não fistulados	52
5.2.3 Teores de NDT e excreção fecal metabólica (EFM) para cordeiros não fistulados	54
6 CONCLUSÃO	56
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
9 ANEXOS	66

1 INTRODUÇÃO

O desempenho dos ruminantes é altamente influenciado pela quantidade e qualidade dos produtos utilizados em sua dieta, bem como do nível de nutrientes ingeridos (VAN SOEST, 1994). Nos modelos atuais de formulações de dietas para ruminantes são necessárias não apenas informações sobre a composição dos ingredientes e suas frações, mas também conhecer suas características de consumo e digestibilidade, para assim obter estimativas mais precisas sobre o desempenho animal e conseqüentemente aumentar a eficiência de utilização dos nutrientes (MOREIRA et al., 2010).

A terminação em confinamento e semi-confinamento são práticas cada vez mais frequentes, utilizando dietas de maior qualidade nutricional e elevado teor energético, possibilitam maior ganho de peso diário, redução do período de terminação e melhor acabamento de carcaça (GARDINAL, 2011), no entanto, fazem uso de grandes quantidades de concentrado o que impacta diretamente no custo da dieta.

Nos sistemas de produção animal a alimentação representa a maior parcela dos custos da atividade (BOSA et al., 2012), portanto a busca por fontes alternativas de alimento que apresentem boa qualidade nutricional, preços acessíveis e disponibilidade é importante para o sucesso da atividade produtiva. O uso de resíduos e subprodutos de agroindústrias pode se tornar uma opção alternativa de ingredientes para a formulação de dietas, com capacidade de reduzir os custos de alimentação (SENA, 2011).

Apesar dos esforços constantes em encontrar alimentos alternativos, as formulações ainda continuam tendo por base alimentos como milho e farelo de soja. Fontes alternativas se tornam viáveis em momentos específicos onde os produtos comumente usados apresentam elevação nos preços e baixa disponibilidade, o que coincide com os períodos de entressafra. O uso do trigo e seus subprodutos tem despertado interesse de nutricionistas que se atentam a qualidade nutricional, preço e disponibilidade desse alimento (BROCH et al., 2015).

O triguilho é um subproduto obtido através da classificação do trigo, composto por grãos de trigo bem formados, porém de tamanho menor e pequenas proporções de grãos quebrados, chochos, cascas, fragmentos de folhas e outras partículas, tornando-o impróprio para alimentação humana (BRASIL, 2010). Seu uso na alimentação animal está relacionado a períodos de entressafra do milho, momento de escassez e preço elevado do mesmo (BRUM; ALBINO; PIENIZ, 1998).

Devido ao maior teor de proteína do triguilho em relação ao milho, quando quantidades maiores são adicionadas a dieta, para manter o teor de proteína bruta, é

necessário diminuir a proporção de farelos proteicos. Dessa forma, aumentar a proporção de trigo parece ser uma alternativa viável para reduzir os custos com alimentação, no entanto, alguns trabalhos reportam reduções no consumo, na digestibilidade da fibra e no pH ruminal quando os ruminantes são alimentados com níveis crescentes de trigo na dieta, devido à rápida degradabilidade ruminal do trigo, enquanto que outros dizem não haver tal efeito.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de trigo na alimentação de cordeiros sobre o consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de trigoilho na alimentação de cordeiros sobre o consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o consumo de cordeiros submetidos a dietas contendo níveis de trigoilho e estimar o nível mais adequado de inclusão.
- Verificar se a inclusão de trigoilho na dieta de cordeiros promove alteração na digestibilidade dos componentes nutricionais.
- Avaliar se a inclusão de trigoilho na dieta de cordeiros promove alteração no metabolismo de nitrogênio, pH ruminal, concentrações de N-NH₃ e açúcares solúveis no líquido ruminal.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SUBPRODUTOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Na produção animal em geral a alimentação é responsável por boa parte do custo total de produção, ainda mais em sistemas intensivos que fazem uso de ingredientes classificados como *commodities* agrícolas, os quais apresentam períodos de alta nos preços (PEREIRA et al., 2008; BOSA et al., 2012). Os ingredientes concentrados comumente usados são oriundos de cereais ou farelos proteicos, estes por sua vez também são utilizados na alimentação humana, ocasionando elevação dos custos produtivos (HENTZ, 2010).

Segundo Van Soest (1994), os sistemas de produção que utilizam dietas com elevada proporção de grãos são consideradas como competidoras por alimento com a espécie humana. Segundo Turino et al. (2007) para que um sistema produtivo se torne mais rentável se faz necessário o estudo do uso de ingredientes que não sejam utilizados na alimentação humana, como por exemplo, os subprodutos e resíduos industriais, os quais além de substituírem os ingredientes comumente usados ainda apresentam preços mais acessíveis. A possibilidade de alimentar os animais com esses alimentos alternativos acabaria com a discussão da competição por alimento entre as espécies (VAN SOEST, 1994).

A falta de informações na literatura sobre a composição químico-bromatológica dos subprodutos, também denominados como alternativos, implica em recomendações de uso dos mesmos mais ampla ou generalizada (PEREIRA et al., 2010). Já segundo Pegoraro (2013), não basta apenas o conhecimento da composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados na alimentação animal, mas também conhecer a capacidade de absorção dos nutrientes pelos mesmos, o que é estimado por meio de experimentos de digestibilidade.

Sistemas de produção animal altamente dependentes de recursos como o confinamento, ficam dependentes das instabilidades de preço do milho e do farelo de soja, portanto, explorar o uso de alimentos alternativos, torna-se uma ferramenta importante e capaz de determinar o sucesso da atividade (BOSA et al., 2012). Tripathi et al. (2007) chama a atenção para o trigo impróprio para alimentação humana, o qual é um ingrediente energético alternativo para substituir os ingredientes convencionais, pois além de apresentar maior teor de proteínas em relação ao milho também apresenta preço menor.

3.2 TRIGO E SEUS SUBPRODUTOS

O trigo (*Triticum* spp.) é uma commodity agrícola de grande importância no cenário global, sendo cultivado no mundo todo. Segundo dados da USDA (2017) o trigo foi o segundo cereal mais produzido no mundo com 737 milhões de toneladas na safra 2015/2016, ficando atrás apenas do milho. Seus grãos são moídos para a fabricação de farinha de trigo, empregada tanto na fabricação industrial ou doméstica de pães, massas e biscoito (ABITRIGO, 2016).

De acordo com Enjalbert et al. (2008), o trigo além de possuir grande quantidade de amido apresenta degradação ruminal mais rápida do que outros ingredientes, o que pode levar a um quadro de acidose ruminal subclínica. Para evitar esse problema recomenda-se não ultrapassar 40% de inclusão de trigo na MS da dieta (JIANG et al., 2015). Segundo o NRC (2001) o trigo é um ingrediente utilizado na alimentação de ruminantes propenso a causar distúrbios metabólicos quando utilizado em grandes proporções como acidose ruminal subclínica, redução na digestibilidade da fibra e deslocamento de abomaso.

O trigo apresenta alguns subprodutos que podem ser utilizados na alimentação animal, os quais são oriundos tanto da classificação dos grãos como do processo de moagem para fabricação de farinha. Encontra-se descrito na literatura diversos tipos de subprodutos do trigo como farelo de trigo grosso, farelo de trigo fino, gérmen de trigo, farinha de trigo escura, farinheta e triguilho (NUNES et al., 2001; BORGES et al., 2003; LARA et al., 2005; BROCH et al., 2015; WESENDONCK et al., 2013). Conforme Wesendonck et al. (2013) a possibilidade de utilizar subprodutos do trigo na alimentação animal é uma alternativa que pode trazer redução nos custos com a alimentação. Porém, ainda há poucos dados na literatura brasileira sobre alguns desses subprodutos na alimentação de ruminantes.

O uso do triguilho na alimentação de não-ruminantes já foi estudado por diversos pesquisadores brasileiros seja para a alimentação de aves (NUNES et al., 2001; ALBINO; BRUM; PIENIZ, 1993), suínos (BARBOSA et al., 1990; GOMES et al. 1991; HAUSCHILD et al., 2004) e peixes (SIGNOR et al., 2007), no entanto, na área de alimentação de ruminantes há uma carência de estudos. Alguns estudos avaliaram o triguilho juntamente com outros ingredientes quanto ao fracionamento de carboidratos (LIMA, 2006; PEGORARO, 2013), fracionamento de proteínas, cinética de degradação ruminal *in vitro* e valor nutricional (PEGORARO, 2013), no entanto, nenhum trabalho foi encontrado avaliando o triguilho diretamente na alimentação de ruminantes.

O triguilho apresenta teor proteico elevado (PEGORARO, 2013) e pode substituir os ingredientes comumente usados. Em níveis maiores de inclusão é capaz de reduzir não apenas o uso do milho mas também proporciona uma drástica redução no uso de farelo de soja, o que

foi verificado por Gozho e Mutsvangwa (2008), quando utilizaram dietas com níveis crescentes de trigo substituindo outros ingredientes como milho, cevada e aveia. Tal redução é devido a necessidade de manter o mesmo teor de PB.

3.2.1 Triguilho

O cultivo do trigo se resume as estações frias, e a ocorrência de geadas em certas fases do seu desenvolvimento pode comprometer a produtividade da cultura, afetando o enchimento do grão, tal condição proporciona alteração e elevada variação na composição física e química do trigo, e dependendo da severidade pode resultar em um produto de menor valor comercial no mercado denominado de triguilho (SIGNOR et al., 2007).

O triguilho é um subproduto obtido através da classificação do trigo, constituído por grãos bem formados porém de tamanho menor, composto por grãos de trigo que vazam através de peneira com crivos oblongos de 1,75 mm x 20,00 mm. Em determinadas condições pode conter quantidades variáveis de grãos quebrados, grãos chochos, partículas oriundas da planta de trigo (cascas, fragmentos do colmo e de folhas) e partículas não oriundas da planta de trigo (terra, pedras, sementes e outros fragmentos vegetais) que também vazam nas peneiras, tais fatores tornam o produto impróprio para a alimentação humana (BRASIL, 2010).

Outros fatores que desclassificam e consideram o trigo impróprio para consumo humano e também proíbe a sua comercialização é apresentar uma ou mais de uma dessas características: mau estado de conservação, aspecto de mofo generalizado, odor estranho, presença de insetos vivos ou apresentar mais de 10% dos grãos com defeitos, danificados pelo calor, mofados e ardidos (BRASIL, 2010).

Determinados lotes de trigo que não atingem o peso específico exigido para moagem ou classificação para fabricação de farinha também são denominados de triguilho (BARBOSA et al., 1990). Efeitos decorrentes do clima, doenças ou crescimento inadequado podem ocasionar perdas significativas na qualidade dos grãos de trigo, tornando-o impróprio para a alimentação humana (JIANG et al., 2015). O triguilho em relação ao milho apresenta teores mais elevados de proteína bruta, aminoácidos e minerais como cálcio e fósforo, porém uma desvantagem é a menor quantidade de energia em comparação ao milho (ROSTAGNO et al., 2011).

Algumas condições tornam favorável sua utilização na alimentação animal, como, por exemplo, a ocorrência de intempéries climáticas, o que aumenta a disponibilidade do

subproduto na entressafra com preço mais acessível (BARBOSA et al., 1990; BRUM; ALBINO; PIENIZ, 1998). Seu uso na nutrição animal como fonte energética está relacionado ao período de entressafra do milho, momento em que o preço está elevado e há baixa disponibilidade do cereal no mercado (BRUM; ALBINO; PIENIZ, 1998).

Os nutricionistas tem enfrentado como principal problema na formulação de rações o fato de que os alimentos disponíveis no Brasil, devido a diversos fatores, apresentam grande variação na composição nutricional (NUNES et al., 2001). A composição bromatológica de grãos apresenta grande variação e ainda mais em subprodutos (Tabela 1), pois sofre influência de vários fatores como por exemplo: armazenamento, condições climáticas, beneficiamento, região de origem e genótipos diferentes (LIMA et al., 2006).

Tabela 1: Composição bromatológica do trigoilhão, trigo/geada (trigo que sofreu danos pelo frio), trigo e milho.

	BRUM; ALBINO; PIENIZ 1998	NUNES et al., 2001	LIMA et al., 2006	SIGNOR et al., 2007	ROSTAGNO et al., 2011	PEGORARO 2013	YU e RACZ 2010	NUNES et al., 2001	BRUM; ALBINO; PIENIZ, 1998	LIMA et al., 2006
	Trigoilhão	Trigoilhão	Trigoilhão	Trigoilhão	Trigoilhão	Trigoilhão	Trigo/geada	Trigo	Milho	Milho
MS (%)	88,59	88,23	88,18	89,64	88,17	87,19	87,89	87,50	87,68	87,26
PB (%)	14,72	13,33	15,71	13,10	13,61	17,15	15,89	12,08	8,49	7,10
EE (%)	1,57	2,19	2,36	1,51	--	2,74	2,68	1,42	3,67	5,81
MM (%)	--	2,52	2,68	1,34	2,76	2,04	1,98	1,45	--	1,20
Ca (%)	0,11	0,13	--	--	--	--	--	0,08	0,04	--
P (%)	0,41	0,43	--	--	--	--	--	0,30	0,26	--
EB (Kcal/kg)	--	3.872,77	--	3.983,00	3.875,00	--	--	3.822,59	--	--
FB (%)	4,22	7,30	--	--	6,55	--	--	2,36	2,25	--
FDN (%)	--	18,71	17,30	--	18,71	24,70	22,49	9,25	--	14,18
FDA (%)	--	8,85	--	--	8,85	5,76	5,52	2,65	--	--
LDA (%)	--	2,94	--	--	--	1,11	1,62	1,04	--	--
CEL (%)	--	5,52	--	--	--	--	--	1,79	--	--

MS = matéria Seca; PB = proteína bruta; EE = extrato Etéreo; MM = matéria mineral; Ca = cálcio; P = fósforo; EB = energia bruta; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; CEL = celulose.

Pegoraro (2013) estudou a cinética de degradação e o fracionamento de proteínas e carboidratos de diversos concentrados utilizados em dietas de ovinos e bovinos, e verificou que o trigoilhão apresenta elevado teor de proteína (17,15% de PB), porém, possui maior quantidade de proteína indigerível (Fração C) quando comparado ao farelo de trigo, gérmen de milho, grãos de aveia.

3.2.2 O trigo na alimentação animal em outros países

Como visto anteriormente, no Brasil o trigo considerado impróprio para alimentação humana é denominado de trigoilhão, no entanto, em outros países recebe outras denominações.

Na Ásia, mais especificamente na Índia, o trigo desclassificado para a alimentação humana é denominado ADW (animal feed grade damaged wheat ou animal feed grade wheat), tal desclassificação pode ser decorrente de vários fatores: devido a danos causados pelo processo de armazenagem ou simplesmente pela redução da qualidade nutricional do cereal (TRIPATHI; MONDAL; KARIM, 2007; TRIPATHI et al., 2007; KESHAV, 2014). Durante o período de armazenamento ocorrem perdas quantitativas e qualitativas nos grãos de trigo, causada por insetos, roedores e microrganismos (KESHAV, 2014), no entanto, esse produto é considerado uma excelente opção para alimentação animal, pois é muito similar ao trigo não danificado (TRIPATHI; MONDAL; KARIM, 2007). Em estudo realizado Tripathi et al. (2007) para avaliar o efeito de níveis crescentes de trigo danificado (na armazenagem) na dieta de cordeiros em confinamento até substituição total do milho, não foram constatadas diferenças na eficiência alimentar, conversão e peso corporal final.

Em locais onde geadas são frequentes as plantações de trigo com maturação tardia são grandemente afetadas, resultando em milhões de toneladas de trigo impróprio para consumo humano (XIN; ZHANG; YU, 2013). O trigo que sofreu danos causados por geadas é denominado de trigo danificado pelo frio (frost damaged wheat) ou congelado (frozen), o qual foi avaliado em diversos trabalhos (XIN; ZHANG; YU, 2013; YU; RACZ, 2007; YU; RACZ, 2009; XIN; ZHANG; YU, 2013). Para Yu e Racz (2007) o trigo é um ingrediente interessante para uso na formulação de dietas, pois apresenta teor proteico e energético considerável. Segundo Moate et al. (2017) o trigo é um ingrediente frequentemente utilizado na formulação de dietas para vacas em lactação na Austrália.

Em trabalho realizado por Yu e Racz (2010) para avaliar as diferenças entre o trigo normal e o trigo danificado pelo frio, constatou-se diferenças na composição químico-bromatológica, sendo que o trigo danificado apresentou menor teor de amido (47,3 contra 61,6% da MS) e maiores proporções de fibra em detergente ácido (FDA) (5,52 contra 2,44% da MS), FDN (22,5 contra 10,9% da MS), lignina em detergente ácido (LDA) (1,62 contra 0,77% da MS) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) (0,44 contra 0,13% na MS). Não foi constatado diferenças significativas nos teores de matéria mineral (MM), MO, PB, nitrogênio não-proteico (NNP) e proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) quando expressos em percentagem da MS.

Quanto a taxa de degradação ruminal, o trigo danificado não diferiu do trigo normal, a taxa de degradação da PB variou de 10,34 a 19% h⁻¹, carboidratos não estruturais variou de 32,39 a 45,11% h⁻¹ e carboidratos estruturais variou de 8,49 a 18,05% h⁻¹ (YU; RACZ, 2007). Yu e Racz (2009) avaliaram as diferenças entre o trigo altamente danificado pelo frio (peso

24% menor) e o trigo normal e constataram que não ocorreu alteração nos teores de MM, PB, carboidratos totais (CT), NNP e PIDN, no entanto houve redução significativa dos teores de amido, CNF e nutrientes digestíveis totais (NDT) e, aumento no teor de EE, FDA, FDN, LDA e PIDA com a ação de geadas.

3.3 ENSAIOS DE CONSUMO E DIGESTIBILIDADE

3.3.1 Experimentos com pequenos ruminantes em vez de bovinos

Em estudo realizado por Soto-Navarro et al. (2014) comparando ovinos e bovinos quanto a parâmetros ruminais, consumo e digestibilidade, verificou que o pH ruminal, concentração de amônia, ácidos graxos voláteis, consumo de MO não sofreu diferenciação entre as espécies, apenas entre diferentes fontes de alimentos. Quanto a digestibilidade aparente foi encontrado similaridade entre espécies para dietas de moderada a alta qualidade, porém, em dietas pobres os bovinos apresentaram digestibilidade superior, o que segundo o autor evidencia a hipótese de maior desempenho de bovinos em relação a ovinos quando submetidos a dietas de baixo valor nutritivo. Segundo o mesmo autor é interessante expressar também os resultados em relação ao peso metabólico ($\text{g kg}^{0,75}$), pois quando expresso desse modo apresenta maior semelhança entre as espécies.

Segundo Van Soest (1994) diversos experimentos foram realizados para avaliar os coeficientes de digestibilidade entre diferentes espécies de ruminantes. Essas pesquisas visam demonstrar se há igualdade ou superioridade de uma espécie sobre a outra e assim verificar a validade de dados de trabalhos de digestão realizados com ovinos para substituir os coeficientes de digestibilidade de bovinos. Esses estudos apresentaram de modo geral similaridade para os valores de digestibilidade entre bovinos e ovinos, com algumas restrições, em dietas muito pobres os bovinos se sobressaem e em dietas de alta digestibilidade os ovinos apresentaram maiores coeficientes. As espécies apresentaram uma intersecção em 66% de digestibilidade. O autor ainda afirma que o uso desses pequenos ruminantes em estudos de digestão seria economicamente viável e facilitaria a execução dos experimentos.

3.3.2 Consumo

O consumo de alimento pelos animais é baseado em suas exigências nutricionais, na composição e disponibilidade do alimento, sendo extremamente importante para a nutrição, pois a resposta animal está diretamente ligada ao nível de nutrientes ingeridos, (VAN SOEST, 1994). A ingestão de alimento é limitada por fatores físicos de enchimento ruminal em dietas com elevada proporção de volumoso e baixa energia ou pelo suprimento da demanda energética do animal em dietas de alta energia e pouca fibra (VIEIRA, 2011).

Allen (2000) elenca alguns fatores que alteram o consumo a curto prazo: limitação física, conteúdo de FDN da dieta, forma física de alimentos fibrosos (comprimento das partículas do volumoso, fontes de fibra não forragem), digestibilidade do FDN da forragem, hipertônica do rúmen-retículo (osmolaridade), local de digestão do amido, combustíveis metabólicos (propionato x acetato), proteína dietética e gordura suplementar. O consumo voluntário é o fator que mais influencia a resposta do animal, principalmente a eficiência, sofre influência de diversos fatores característicos do animal (espécie, categoria, condição nutricional, idade, sexo e demanda energética) e também relativos ao alimento como seleção e palatabilidade (VAN SOEST, 1994).

O consumo de matéria seca (CMS) é de extrema importância para a nutrição de ruminantes pois determina a quantidade de nutrientes disponíveis para atender as exigências de manutenção e de ganho. Ter conhecimento apurado sobre o CMS é imprescindível na formulação de dietas, pois, favorece o uso eficiente dos nutrientes. Dietas deficientes representam além de baixa produção eventuais problemas de saúde, enquanto que a alimentação em excesso acarreta custos desnecessários e ainda proporciona aumento nas excreções de nutrientes para o meio ambiente (NRC, 2001).

Em experimentos para avaliação do consumo o principal problema está nas possíveis razões pela qual um animal recusa determinado alimento. A alteração do consumo é difícil de ser explicada e pode ter origem na palatabilidade ou por razão fisiológica. Pode ser entendido palatabilidade como, a escolha livre do animal por um alimento específico dentre vários ofertados ou a escolha das melhores porções de um alimento ofertado. Essa escolha ou seleção de determinada porção vai representar mudanças na composição químico-bromatológica das sobras (VAN SOEST, 1994).

Quando grande quantidade de grãos com rápida fermentação (grãos processados ou trigo) são incluídos em dietas com alta proporção de concentrado, capazes de ocasionar redução no pH ruminal, conseqüentemente o CMS pode ser menor (ALLEN, 2000). Outros estudos relataram redução no CMS quando carboidratos de rápida degradação substituíram os de lenta degradação, mantendo-se os níveis de amido dietético (OVERTON et al., 1995;

KRAUSE; COMBS; BEAUCHEMIN, 2002). O trigo apresenta maior degradabilidade ruminal da MS em comparação ao milho (LI et al., 2012) e menor passagem de partículas de amido para o intestino (KOZLOSKI, 2011), tais características podem reduzir o CMS devido à alta proporção de amido degradado no rúmen (ALLEN, 2000).

Calsamiglia et al. (2008) verificaram em um estudo *in vitro* que em pH baixo a produção de acetato diminui devido a menor atividade fibrolítica nessas condições, no entanto o propionato aumenta, pois, os microrganismos que degradam amido para se adaptar ao baixo pH preferencialmente produzem propionato. Lechartier e Peyraud (2010) verificaram que elevando os níveis de concentrado na dieta ocorreu redução na proporção molar de acetato e elevou a proporção de propionato e conseqüentemente a relação acetato-propionato foi reduzida, o mesmo foi verificado quando aumentou-se os níveis de carboidratos de rápida degradação ruminal na dieta, sendo que os ingredientes de rápida e lenta degradação foram o trigo e o milho, respectivamente. Moate et al. (2017) também constataram menor concentração de acetato e maior de propionato no fluido ruminal de vacas alimentadas com dietas a base de trigo quando comparado aos animais alimentados com outros ingredientes energéticos.

Dietas com fontes de amido com maior fermentação ruminal resultaram em menor CMS e maior produção de AGV, principalmente o propionato (OBA e ALLEN, 2003a). O propionato é o principal precursor de glicose para os ruminantes (ALLEN; BRADFORD; OBA, 2009), no entanto, devido a sua maior concentração energética em relação ao acetato, pode reduzir o CMS (OBA e ALLEN, 2003b).

Grovum (1995) sugeriu que o propionato é responsável por reduzir o CMS, pois proporciona aumento na secreção de insulina. Foster (1991) também relata que a insulina foi capaz de proporcionar redução no consumo. Em ampla revisão bibliográfica Allen (2000) afirma que há evidências consideráveis descritas na literatura de que a absorção de propionato afeta a saciedade, pois este é mais hipofágico do que a glicose ou o lactato.

Segundo a Teoria da Oxidação Hepática (HOT) descrita por Allen, Bradford e Oba (2009) o consumo é controlado pela sinalização do fígado para o cérebro, sendo que a oxidação de metabólitos estimula tal comunicação. Esses autores descrevem que o propionato provavelmente seja o sinal primário de saciedade, pois durante as refeições o fluxo de propionato para o fígado aumenta significativamente.

De acordo com Forbes (2007) os ruminantes são capazes de recusar alimentos que fornecem toxinas, deficiências nutricionais ou que possuam altos níveis de nutrientes com rápida degradação. Tal condição de aversão para determinado alimento é decorrente da

percepção do animal a algum desconforto metabólico (exemplo: mudanças na fermentação ruminal, rápida degradação da dieta, acidose, alimentos de baixa qualidade, etc.) ocasionado por alimento específico.

3.3.3 Digestibilidade

Para que o valor nutritivo de um alimento seja completamente avaliado deve-se, além da determinação da composição química dos alimentos, estudar o consumo e a digestibilidade do mesmo (LEITE, 2013). Convencionou-se entre os nutricionistas de ruminantes que o valor nutritivo dos alimentos são classificados em três tópicos: digestibilidade, consumo e eficiência alimentar (VAN SOEST, 1994). O mesmo autor afirma que a digestibilidade é a mais avaliada, pois consumo e eficiência sofrem maiores variações entre os animais.

De acordo com Pereira et al. (2010) quando mantidos em condições normais de alimentação o que mais limita o desempenho dos ruminantes é a energia, o que denota grande atenção por parte dos nutricionistas, tanto nas exigências do animal como também para a disponibilidade energética dos alimentos. A determinação do coeficiente de digestibilidade é relevante para estimar o valor energético dos alimentos, através do teor de NDT (PEGORARO, 2013). Segundo Pereira et al. (2010) a concentração energética disponível em um alimento apresenta relação com seus componentes nutricionais, sendo que EE e PB apresentam correlação positiva com o teor de NDT, no entanto, as frações fibrosas apresentam correlações negativas.

A quantidade e a qualidade nutricional da dieta são fatores que afetam a digestão e a taxa de passagem. A digestibilidade é que melhor representa o aproveitamento de um alimento, no entanto, as fezes produzidas contém não apenas a porção indigestível da dieta mas também microrganismos e perdas endógenas. Para determinação da digestibilidade aparente é necessário apenas descontar os nutrientes excretados nas fezes do total de nutrientes ingeridos, já para a digestibilidade verdadeira deve ser levado em consideração as perdas endógenas, portanto teremos sempre coeficientes de digestibilidade verdadeira maior que o da digestibilidade aparente (VAN SOEST, 1994).

Experimentos desse tipo tem o objetivo de determinar a digestibilidade de determinado alimento através da diferença entre o total de alimento fornecido e o excretado, em determinado período de tempo. Os animais são confinados em baias individuais e passam por um período de adaptação a dieta que varia de 10 a 15 dias. As baias não devem restringir os movimentos naturais dos animais como deitar, levantar e se alimentar normalmente.

Geralmente utiliza-se animais machos, pois facilita a coleta de fezes e urina de forma separada sem que ocorra contaminação. Qualquer nutriente da dieta pode ter a digestibilidade calculada, basta saber a quantidade de alimento que foi ingerido e excretado, e a composição do alimento fornecido e das fezes. (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

3.4 DEGRADAÇÃO DE CARBOIDRATOS E PROTEÍNAS

Os microrganismos ruminais tem capacidade de utilizar carboidratos e proteínas como fonte de energia para a síntese microbiana, no entanto, para as bactérias a principal fonte energética provém de carboidratos (GARDINAL, 2011). Para a obtenção de altas taxas de fermentação ruminal e eficiência no uso dos carboidratos, os microrganismos necessitam de um substrato com quantidades adequadas de nitrogênio, enxofre e outros minerais necessários para síntese microbiana (VAN SOEST, 1994).

As substâncias geradas com a degradação dos carboidratos no rúmen são utilizadas pelos microrganismos para seu crescimento ou transformadas em ácidos graxos voláteis (AGV), sendo este último a fonte principal de energia utilizada pelos ruminantes (KOZLOSKI, 2011). Para os ruminantes as fontes primárias de energia proveniente do amido consumido são: acetato, propionato, butirato e as vezes o lactato, ambos provenientes da fermentação, a glicose proveniente da digestão no intestino delgado e o lactato proveniente do metabolismo da glicose nos tecidos intestinais (ALLEN, 2000).

A taxa de degradação do amido de cereais de inverno é superior a de grãos de milho e sorgo (NRC, 2000). Segundo Li et al. (2012) o teor de amido apresenta diferenças entre os ingredientes, sendo que o trigo apresentou 60,2% de amido e o milho 67,3%. Moate et al. (2017) também descreve menores quantidades de amido presente no trigo (60,3%) em relação ao milho (69,1%). No entanto, o milho apresenta degradação ruminal mais lenta (LI et al., 2012).

O trigo apresenta características de degradabilidade ruminal diferente do milho, com maior taxa de degradação ($23\% \text{ h}^{-1}$ contra $10\% \text{ h}^{-1}$) e maior porção da MS degradada no rúmen (72% contra 57% da MS), tais características de rápida degradação pode desencadear problemas metabólicos como acidose e acúmulo excessivo de gases no ambiente ruminal (YU et al., 2007).

Em estudo realizado por Li et al. (2012), o qual estimou a degradabilidade ruminal *in situ* para vários ingredientes, foi verificado maior degradabilidade efetiva da MS para o trigo (82,4%) quando comparada ao milho (65,9%). De acordo com NRC (2001) o trigo é

considerado um cereal que pode causar redução no CMS, devido a sua maior quantidade de amido disponível para fermentação ruminal. Segundo Ørskov (1986) o milho apresenta 40% do amido não degradado no rúmen, enquanto que o trigo possui menos de 10%. Avaliando a degradabilidade ruminal *in situ* Li et al. (2012) verificaram que o FDN quando incubado por 48 horas não diferiu entre trigo e milho (67,9 e 67,0%), no entanto, em períodos de incubação de 12 ou 24 horas o trigo apresentou degradabilidade do FDN superior ao milho.

Nos ruminantes em geral, os aminoácidos que chegam ao intestino delgado para serem absorvidos são provenientes da síntese ruminal de proteína microbiana e da PNDR (LI et al., 2012) e em menores quantidades de origem endógena (NRC, 2001). Segundo Li et al. (2012) o milho além de apresentar maior teor de PNDR também apresenta coeficiente de absorção intestinal superior ao trigo (91,6% contra 88% do trigo), porém o trigo e o milho não diferem na quantidade de aminoácidos, 876,3 e 892,0 g kg⁻¹ de PB, respectivamente. Em estudo de Tripathi et al. (2007) o qual esperava redução da qualidade da dieta com a inclusão de níveis crescentes de trigo danificado, constataram que houve aumento na quantidade de proteína digestível e não alterou o teor de energia metabolizável.

A solubilidade da proteína foi avaliada por Moate et al. (2017), os quais constataram que o trigo apresentou maior proporção de proteína solúvel (33% da PB) do que o milho (25,5% da PB). A solubilidade da proteína tem relação com a degradação ruminal, no entanto, apresenta resultados mais condizentes com a realidade quando a solubilidade é utilizada para avaliar ingredientes similares (NRC, 2000).

Avaliando a degradabilidade ruminal *in situ*, Li et al. (2012) verificaram que o trigo apresentou maior degradabilidade ruminal para a PB (79,4%) quando comparado ao milho (61,7%). A extensão da degradabilidade ruminal da PB é um importante fator na determinação do suprimento de N para os microrganismos ruminais e também para a quantidade de aminoácidos que escapam da fermentação e podem chegar ao intestino para serem absorvidos (PEREIRA et al., 2010).

3.5 PARÂMETROS RUMINAIS

O alimento ingerido é posteriormente fermentado, resultando na produção considerável de ácidos graxos voláteis (AGV), no entanto há mecanismos específicos para manter em equilíbrio o pH do rúmen entre seis e sete, como a capacidade tamponante da saliva e a absorção dos AGV pela parede ruminal (VAN SOEST, 1994). O pH do líquido

ruminal sofre grande influência da mastigação e da dieta, e a redução após a alimentação depende do tamanho da refeição (LEDDIN et al., 2009).

Dietas que apresentam alta taxa de fermentação resultam em redução do pH ruminal, devido a rápida produção de ácidos orgânicos (GUO et al., 2013), o que pode ocasionar problemas metabólicos e ainda reduzir a digestão de fibras pelos microrganismos do rúmen (PLAIZIER et al., 2008). Quando ocorre a mudança para uma dieta de melhor qualidade o fator de maior influência é a redução do pH ruminal, o qual força a seleção de microrganismos que se adaptam a essas condições (VAN SOEST, 1994).

Em condições de alimentação onde os animais recebem tanto alimentos volumosos como concentrados com elevado teor de amido, quando o pH ruminal é baixo (menor que 6) os microrganismos que degradam carboidratos estruturais tem sua atividade inibida mais do que os microrganismos que degradam amido ou açúcares, logo a digestibilidade da fibra é reduzida em pH baixo (LEDDIN et al., 2009).

Dietas com alimentos altamente fermentáveis que proporcionem redução do pH podem afetar a digestibilidade da fibra, e conseqüentemente aumentar o efeito do enchimento da dieta, implicando assim em menor consumo de MS (ALLEN; MERTENS, 1988), no entanto, em estudo realizado por Keshav (2014) testando níveis de substituição do milho por trigo (até 50% de substituição e 60% de concentrado) não encontrou alteração no pH ruminal de bezerros de raças leiteiras.

Em estudo realizado por Moate et al. (2017) para avaliar a emissão de metano em vacas de leite recebendo dietas (50% de concentrado) com diferentes fontes energéticas e, verificaram que dietas a base de trigo reduziram as emissões de metano em até 42% em comparação a dietas a base de milho ou cevada. Os autores explicam que a inibição dos microrganismos metanogênicos se deve provavelmente aos menores valores de pH ruminal e maior produção de propionato em vacas alimentadas com dieta a base de trigo.

A ingestão de dietas com alto teor de fibra e baixo consumo a taxa de passagem é lenta, associado a uma concentração mais elevada de microrganismos celulolíticos. Já dietas pouco fibrosas apresentam altas taxas digestão e produção de AGV, o que necessita maior habilidade do animal em manter o pH ruminal estável, tais condições de oscilações de pH tornam o ambiente desfavorável aos microrganismos celulolíticos (VAN SOEST, 1994).

A comparação de trabalhos que avaliam determinado ingrediente podem apresentar resultados controversos para parâmetros ruminiais, isso é decorrente de experimentos conduzidos de formas diferentes, no que se refere a dieta, categoria animal, relação volumoso:concentrado e ingredientes com diferentes velocidades de degradação.

Uma elevada concentração ruminal de N-NH_3 pode ser um indicativo de que o nitrogênio não está sendo utilizado eficientemente, devido a uma redução na captura microbiana do N-NH_3 liberado na fermentação ruminal (KOLVER et al., 1998; KESHAV, 2014). Segundo Nocek e Russell (1988) em situações onde a fermentação de carboidratos é inferior a de proteínas pode ocorrer grandes perdas de nitrogênio na forma de amônia, levando a uma menor síntese de proteína microbiana.

Guo et al. (2013) constatou aumento linear na concentração de N-NH_3 no rúmen de vacas em lactação com a inclusão de trigo na dieta em até 28,8% da MS. Dietas que apresentem maior degradabilidade ruminal e PDR resultam em maior liberação de amônia, a qual se não for utilizada para síntese microbiana será absorvida e carregada ao fígado, resultando em perdas de nitrogênio na forma de ureia e de energia para síntese desse composto (CALDAS NETO et al., 2008). Concentrações ruminais de N-NH_3 superiores a 5 mg dL^{-1} são consideradas adequadas para a síntese de proteína microbiana (SATTER; SLYTER, 1974).

De acordo com Kozloski (2011) a redução da digestibilidade da fibra esta geralmente correlacionada com pH baixo, e não com a altas concentrações de açúcares, típico de dietas com altas proporções de concentrado. Segundo Mota et al. (2010) quando carboidratos fibrosos são degradados ocorre uma maior produção de acetato no rúmen, porém quando carboidratos solúveis (açúcares e amido) são fermentados o propionato se eleva, reduzindo a proporção dos outros ácidos orgânicos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES

O ensaio de digestibilidade *in vivo* foi realizado no período de 12/12/2016 a 01/03/2017 na Unidade de Ensino e Pesquisa (UNEPE) de metabolismo animal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. Foram utilizados oito cordeiros F1 Santa Inês x Dorper com peso médio de 45 ± 9 kg, castrados, divididos em dois grupos, sendo quatro animais fistulados no rúmen e quatro não fistulados, cada grupo organizado em delineamento quadrado latino 4x4.

Antes de iniciar o experimento os cordeiros foram vacinados contra as clostridioses, vermifugados com medicamento à base de closantel 10%, pesados, identificados e distribuídos por sorteio nos tratamentos. O grupo de animais fistulados foi alojado em gaiolas metabólicas individuais (0,6 m x 1,2 m) próprias para ensaios de digestibilidade, equipadas com cocho, bebedouro e sistema para coleta de urina. Já os não fistulados foram alojados em baias individuais de madeira (1,0 m x 1,5 m), equipadas com cocho e bebedouro com boia. Os animais tiveram acesso irrestrito a água limpa e fresca durante todo o experimento. Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, tanto para o processo de implantação das cânulas (protocolo nº 2016-011), quanto para realização do experimento (protocolo nº 2016-020).

4.2 DIETAS EXPERIMENTAIS E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Antes da formulação das dietas experimentais, os ingredientes foram submetidos a análise químico-bromatológica, sendo estas realizadas todas em triplicata (Tabela 2). O experimento foi composto por quatro tratamentos sendo eles: T-0 = tratamento controle (0% de trigoilho), T-19 = tratamento com 19% de trigoilho, T-38 = tratamento com 38% de trigoilho e T-57 = tratamento com 57% de trigoilho (Tabela 3), expressos em percentagem da MS. As dietas foram calculadas para cordeiros jovens com aproximadamente 40 kg, estimando-se um ganho médio diário de peso de 0,250kg, sendo isoprotéicas e isoenergéticas. Buscou-se atingir o nível recomendado de PB e NDT na MS de 12,5% e 66%, respectivamente, considerando uma ingestão diária de 1,3 kg de MS (NRC, 2007).

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes.

Composição (% da MS)	Milho	Triguilho	Feno de azevém	Farelo de soja
Matéria seca	89,83	89,09	89,84	87,37
Matéria orgânica	98,41	96,21	93,66	93,36
Proteína bruta	9,75	16,91	6,20	48,77
Extrato etéreo	5,11	1,78	1,86	1,43
Matéria mineral	1,59	3,79	6,34	6,64
Fibra em detergente neutro	16,20	20,80	68,44	16,52
Fibra em detergente ácido	3,89	7,23	43,98	10,41
Lignina	0,98	2,08	6,49	1,04
PIDN	0,92	2,17	1,54	4,25
PIDA	0,27	0,25	0,54	1,84
Carboidratos não fibrosos	68,27	58,89	18,70	30,89
Carboidratos totais	83,55	77,52	85,60	43,16
Nutrientes digestíveis totais	87,80	78,81	54,59	79,07
Energia digestível (Mcal kg ⁻¹)	3,81	3,54	2,36	3,99

PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido.

Tabela 3 - Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais, expressa na base da matéria seca.

Ingredientes (% da MS)	Tratamentos			
	T-0	T-19	T-38	T-57
Milho	48,38	32,86	17,34	1,83
Triguilho	0,00	19,00	38,00	57,00
Feno de azevém	40,00	40,00	40,00	40,00
Farelo de soja	10,87	7,38	3,90	0,41
Núcleo mineral	0,75	0,75	0,75	0,75
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição (% da MS)				
Matéria seca	88,65	88,44	88,55	88,52
Matéria orgânica	95,08	95,05	95,06	95,03
Matéria mineral	4,92	4,95	4,94	4,97
Proteína bruta	13,69	13,65	13,35	13,03
Extrato etéreo	2,01	1,83	1,72	1,60
Fibra em detergente ácido	20,40	20,59	20,77	20,80
Fibra em detergente neutro	38,64	39,06	38,93	39,39
Lignina em detergente ácido	3,18	3,19	3,15	3,20
Carboidratos totais	79,39	79,57	79,99	80,40
Carboidratos não fibrosos	46,41	45,87	46,45	46,57
Nutrientes digestíveis totais	71,11	70,67	70,65	70,26
Energia digestível (Mcal kg ⁻¹)	3,16	3,14	3,13	3,11
Proteína insolúvel em detergente neutro	5,66	5,36	5,39	5,55
Proteína insolúvel em detergente ácido	1,42	1,34	1,35	1,39

T-0 = tratamento controle; T-19 = tratamento com 19% de triguilho; T-38 = tratamento com 38% de triguilho e T-57 = tratamento com 57% de triguilho. Núcleo mineral (níveis de garantia): Cálcio = 136 (g kg⁻¹); Sódio 136 (g kg⁻¹); Fósforo = 80 (g kg⁻¹); Magnésio = 10 (g kg⁻¹); Ferro = 1300 (mg kg⁻¹); Manganês = 1000 (mg kg⁻¹); Flúor = 800 (mg kg⁻¹); Potássio = 140 (mg kg⁻¹); Iodo = 100 (mg kg⁻¹); Cobalto = 85 (mg kg⁻¹); Enxofre = 12 (mg kg⁻¹) e Zinco = 2500 (ppm).

Os animais foram alimentados *ad libitum* duas vezes ao dia as 09h00min e às 17h00min, com uma dieta a base de feno de azevém e concentrado, na proporção volumoso:concentrado de 40:60. Foi ofertado 45% da dieta no período da manhã e 55% à tarde. O volumoso foi reduzido em partículas de 5 a 10 cm e misturado ao concentrado para evitar perdas de alimento.

4.3 COLETA DE URINA, FEZES E LÍQUIDO RUMINAL

A urina foi coletada somente dos animais fistulados, os quais estavam em gaiolas metabólicas, a cada 24 horas durante 5 dias consecutivos (11° ao 15° dia), em recipientes plásticos de 15 litros revestidos com tela para evitar a contaminação por partículas sólidas como pelos, ração e fezes. Para evitar possível fermentação e volatilização de compostos nitrogenados utilizou-se 100 ml de ácido sulfúrico 20%. Após medir o volume total de urina excretada por cada animal foi coletado uma amostra em proporção do volume excretado, a qual foi armazenada em recipientes de polietileno e congeladas a -18°C. Após, as amostras foram descongeladas e homogeneizadas para formar amostras compostas por período, em seguida analisou-se o nitrogênio (N) total das amostras.

Para todos os animais foi adaptado uma sacola de napa para coleta das fezes, dotada de cintas com ajustes e zíper para retirado do material. As fezes foram pesadas duas vezes ao dia, logo após o período de alimentação, a mesma era homogeneizada para a retirada de uma amostra de 10% do peso total e armazenada em freezer a -18°C para formar uma amostra composta ao final do período.

Amostras do líquido ruminal foram coletadas apenas dos animais fistulados via fistula, no 16° de cada período experimental imediatamente antes da alimentação da manhã (0) e 2, 4, 6 e 8 horas após. O material coletado foi filtrado em tecido de algodão com dupla camada para as determinações do pH, N-NH₃ e açúcares solúveis. O pH do líquido ruminal foi determinado com o uso de peagâmetro digital imediatamente após a coleta e filtragem. Para a determinação do N-NH₃ e açúcares solúveis as amostras de líquido ruminal foram centrifugadas por 20 minutos a 4.000 rotações por minuto, coletando-se o sobrenadante, o qual foi acidificado com ácido sulfúrico 20%, acondicionadas em frascos de polietileno e armazenadas a temperatura de -18°C para posteriores análises. No laboratório, as amostras foram descongeladas e filtradas em papel filtro.

4.4 CONSUMO E DIGESTIBILIDADE

Diariamente foi realizado o controle e registro do alimento fornecido e das sobras, sendo que o consumo médio obtido no período de adaptação foi utilizado como base para o período experimental, de modo a buscar sobras de aproximadamente 10% do alimento ofertado. Para cada período experimental amostras de alimento e sobras foram coletadas do 11º ao 15º dia e armazenadas em sacos plásticos com as respectivas informações de animal, período e tratamento. Coletou-se as sobras diárias e posteriormente para formar amostras compostas as mesmas foram homogeneizadas e retirou-se aproximadamente 300g para análise laboratorial, em seguida foram congeladas a temperatura de -18°C para posteriores análises.

A ingestão de alimento foi considerada do 11º ao 15º dia de cada período experimental, obtido pela diferença entre a quantidade de alimento fornecido aos animais e a quantidade de sobras. Para calcular o CMS foi considerado a quantidade de MS ingerida menos a quantidade de MS das sobras, utilizado a seguinte fórmula: $CMS = (MS \text{ ração} \times \text{quantidade consumida}) - (MS \text{ sobras} \times \text{quantidade de sobras})$. O consumo de nutrientes (CN) foi calculado pela seguinte equação: $CN = (\text{quantidade de nutriente consumido}) - (\text{quantidade de nutriente nas sobras})$.

As pesagens de alimento foram realizadas em balança digital com precisão de uma grama, sendo que o volumoso e o concentrado eram misturados apenas no momento do fornecimento. Os animais foram pesados no 10º dia de cada período experimental para expressar o consumo em relação ao peso vivo e peso metabólico. O consumo foi expresso em gramas por dia ($g \text{ dia}^{-1}$), percentagem do peso corporal (% PC) e gramas por quilo de peso metabólico ($g \text{ kg}^{0,75-1}$).

O coeficiente de digestibilidade aparente total dos componentes nutricionais (Dnut) foram calculados utilizando a equação (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011):

$$Dnut (\%) = \frac{(\text{MS ingerida} \times \% \text{ nutriente}) - (\text{MS excretada} \times \% \text{ nutriente})}{(\text{MS ingerida} \times \% \text{ nutriente})} \times 100$$

Para estimar os CNF foi utilizado a equação proposta por Van Soest et al. (1991): $CNF = MO - ((N \times 6,25) + EE + (FDN - (NIDN \times 6,25)))$.

A digestibilidade verdadeira da MO (DVMO) foi calculada de acordo com Mulligan et al. (2001) pela seguinte fórmula: $DVMO (\%) = (\text{consumo de MO} (g \text{ dia}^{-1}) - FDN \text{ (livre de cinzas) excretado nas fezes} (g \text{ dia}^{-1})) / \text{consumo de MO} (g \text{ dia}^{-1}) \times 100$. A digestibilidade verdadeira do nitrogênio (DVN) foi calculada pela seguinte equação: $DVN (\%) = (\text{consumo}$

de N (g dia^{-1}) - NIDN excretado nas fezes (g dia^{-1}) / consumo de N (g dia^{-1}) x 100. A excreção fecal metabólica (EFM) foi calculada pela seguinte fórmula: $\text{EFM} = (\text{MO excretada nas fezes} - \text{FDN (livre de cinzas) excretado nas fezes (g dia}^{-1}\text{)}) / \text{consumo de MO (g dia}^{-1}\text{)}$.

Para o cálculo do NDT foi utilizada a equação de Weiss et al. (1992): $\text{NDT} = \text{CNFd} + \text{PBd} + (\text{AGd} \times 2,25) + \text{FDNd} - 7$, sendo: **CNFd** = $0,98 \times (100 - (\text{FDNn} + \text{PB} + \text{EE} + \text{MM}))$; **FDNn** = $\text{FDN} - \text{PIDN}$; **PBd** para concentrado = $(1 - (0,4 * (\text{PIDA}/\text{PB}))) * \text{PB}$; **PBd** para forragem = $\text{PB} \times \text{Exp}(-1,2 \times (\text{PIDA}/\text{PB}))$; **AGd** = $\text{EE} - 1$; **FDNd** = $0,75 \times (\text{FDNn} - \text{LDA}) \times [1 - (\text{LDA}/\text{FDNn})^{0,667}]$, onde: CNFd = CNF digestíveis, PBd = PB digestível, AGd = ácidos graxos digestíveis e FDNd = FDN digestível, sendo que ambos os valores são expressos na base da MS.

A energia digestível (ED) foi estimada pela equação: $\text{ED (Mcal kg}^{-1}\text{)} = (\text{CNFd}/100) \times 4,2 + (\text{FDNd}/100) \times 4,2 + (\text{PBd}/100) \times 5,6 + (\text{AG}/100) \times 9,4 - 0,3$ (NRC, 2001). O teor de CT foi estimado pela equação descrita por Sniffen et al. (1992): $\text{CT} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{MM})$. O teor de NDT *in vivo* obtido através do ensaio de digestibilidade foi calculado através da soma das frações digestíveis de PB, CT e EE (x 2,25).

4.5 BALANÇO DE NITROGÊNIO

O balanço de nitrogênio (BN) ou N retido representa a quantidade total de N que foi retido pelo organismo animal, sendo determinado pela equação: $\text{BN} = \text{N ingerido} - (\text{N fezes} + \text{N urina})$. Quando apenas a quantidade de N excretado nas fezes é subtraída do N ingerido teremos os valores referentes ao N absorvido o qual é calculado por: $\text{N absorvido} = \text{N ingerido} - \text{N fezes}$. Para o cálculo do N ingerido foi utilizada a seguinte equação: $\text{N ingerido} = \text{N ofertado} - \text{N sobras}$. Ambas as fórmulas são expressas em g dia^{-1} . Para calcular a eficiência do uso de N utilizou-se as seguintes fórmulas, expressas em percentagem do N absorvido e do N ingerido, respectivamente: $\text{N retido (\% do N absorvido)} = (\text{N retido} / \text{N absorvido}) \times 100$ e $\text{N retido (\% do N ingerido)} = (\text{N retido} / \text{N ingerido}) \times 100$.

4.6 ANÁLISES LABORATORIAIS

As amostras da dieta, sobras e fezes foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1mm e posteriormente submetidos a análises químico-bromatológica. Os teores de MS foram obtidos por secagem em estufa a 105°C durante 16 horas e cinzas ou MM por queima em mufla a 600°C durante 4

horas (método 942.05, AOAC, 1998). Para calcular o teor de MO foi utilizado $MO = 100 - MM$. Para determinar a PB foi utilizado o método de Kjeldahl (método 984.13; AOAC, 1997), o qual determina a proteína de forma indireta a partir da quantidade de nitrogênio. Os teores de NIDN e NIDA foram determinados segundo a metodologia descrita por Licitra, Hernandez e Van Soest (1996). As análises de FDN e FDA foram realizadas utilizando equipamento Ankom Fiber Analyzer da ANKOM Technology[®]. Somente para FDN foi adicionado alfa-amilase termoestável (MERTENS, 2002). Para determinar a concentração de LDA o resíduo do FDA foi tratado com ácido sulfúrico 72% (método 973.18; AOAC, 1998). A concentração de EE foi determinada através do extrator de gordura ANKOM XT10 - Extractor[®] com éter de petróleo a 90°C durante 60 minutos. Para estimativa das concentrações de açúcares solúveis utilizou-se a técnica de colorimétrica fenol-sulfúrico descrita por Dubois et al. (1956) e para N-NH₃ foi utilizado a metodologia proposta por Weatherburn (1967). As análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios de bromatologia e fisiologia vegetal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos.

4.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento utilizado foi o quadrado latino 4x4 (4 tratamentos, 4 animais e 4 períodos), formou-se um quadrado latino para os animais fistulados e outro para os não fistulados. Testou-se a normalidade para cada variável resposta, e quando necessário realizou-se a transformação BOX COX dos dados. Os dados obtidos foram analisados através do procedimento MIXED do programa Statistical Analysis System (SAS, 2002). Realizou-se a regressão (linear e quadrática) em função dos níveis de inclusão de trigoilho ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para comparar o teor de NDT estimado (WEISS et al., 1992) com o obtido *in vivo* foi utilizado o teste t a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico utilizado para os dados foi: $Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + T_k + Q_l + E_{ijkl}$, onde: Y_{ijkl} = variável resposta, μ = média das observações, A_i = efeito aleatório dos animais, P_j = efeito aleatório dos períodos, T_k = efeito fixo dos tratamentos, Q_l = efeito fixo do quadrado e E_{ijkl} = erro. Os parâmetros ruminais (pH ruminal, N-NH₃ e açúcares solúveis) foram submetidos ao comando REPEATED do PROC MIXED do SAS, próprio para medidas repetidas no tempo, para essas variáveis considerou-se o efeito fixo de tratamento, tempo e a interação entre tempo e tratamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EXPERIMENTO 1 - CORDEIROS FISTULADOS NO RÚMEN

5.1.1 Consumo de nutrientes para cordeiros fistulados no rúmen

A inclusão de trigoilho promoveu redução linear ($P < 0,05$) no consumo de MS, MO, FDN, PB, EE, NDT, CT, FDA e LDA quando expressos em g dia^{-1} (Tabela 4) e, EE e LDA quando expresso em $\text{g kg}^{0,75-1}$. No entanto, as demais variáveis (CNF expresso em g dia^{-1} e MS, MO, FDN, PB, CNF, NDT, CT e FDA expresso em $\text{g kg}^{0,75-1}$) não foram alteradas.

Tabela 4 - Consumo médio diário de nutrientes para cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho.

Variável	Nível de trigoilho (% da MS)				EPM	Valor <i>p</i>		Regres.
	0	19	38	57		Linear	Quad.	
MS (g dia^{-1})	1315,20	1265,90	1204,40	958,90	59,49	0,028	0,360	¹
MS ($\text{g kg}^{0,75-1}$)	70,80	72,52	68,46	58,25	2,66	0,079	0,239	67,51
MO (g dia^{-1})	1250,46	1203,37	1145,57	911,94	56,50	0,028	0,359	²
MO ($\text{g kg}^{0,75-1}$)	67,31	68,94	65,11	55,40	2,53	0,079	0,238	64,19
FDN (g dia^{-1})	472,47	448,80	410,23	323,72	26,36	0,034	0,515	³
FDN ($\text{g kg}^{0,75-1}$)	25,42	25,71	23,22	19,63	1,25	0,093	0,379	23,49
PB (g dia^{-1})	187,81	182,35	173,66	134,94	8,34	0,019	0,252	⁴
PB ($\text{g kg}^{0,75-1}$)	10,11	10,44	9,89	8,21	0,38	0,060	0,148	9,66
EE (g dia^{-1})	27,39	23,81	21,54	16,06	1,37	0,001	0,620	⁵
EE ($\text{g kg}^{0,75-1}$)	1,48	1,36	1,22	0,98	0,06	0,001	0,433	⁶
CNF (g dia^{-1})	640,56	620,26	610,53	496,92	26,00	0,054	0,339	592,06
CNF ($\text{g kg}^{0,75-1}$)	34,49	35,54	34,79	30,21	1,17	0,206	0,232	33,76
NDT (g dia^{-1})	952,13	916,20	877,19	699,86	41,63	0,027	0,344	⁷
NDT ($\text{g kg}^{0,75-1}$)	51,26	52,48	49,90	42,53	1,85	0,082	0,223	49,04
CT (g dia^{-1})	1035,26	997,22	950,37	760,94	47,12	0,034	0,379	⁸
CT ($\text{g kg}^{0,75-1}$)	55,73	57,13	53,99	46,22	2,11	0,094	0,259	53,27
FDA (g dia^{-1})	242,17	226,47	208,13	159,01	14,86	0,037	0,538	⁹
FDA ($\text{g kg}^{0,75-1}$)	13,03	12,97	11,76	9,64	0,72	0,099	0,418	11,85
LDA (g dia^{-1})	38,89	36,32	33,89	25,87	2,11	0,022	0,468	¹⁰
LDA ($\text{g kg}^{0,75-1}$)	2,09	2,08	1,92	1,57	0,10	0,046	0,355	¹¹

¹ $\hat{Y} = 1355,66 - 5,9494x$ ($R^2 = 0,30$), ² $\hat{Y} = 1288,84 - 5,6493$ ($R^2 = 0,30$), ³ $\hat{Y} = 473,86 - 2,5516$ ($R^2 = 0,28$), ⁴ $\hat{Y} = 194,79 - 0,8805$ ($R^2 = 0,34$), ⁵ $\hat{Y} = 27,64 - 0,1908x$ ($R^2 = 0,59$), ⁶ $\hat{Y} = 1,51 - 0,00861x$ ($R^2 = 0,57$), ⁷ $\hat{Y} = 980,71 - 4,1884$ ($R^2 = 0,30$), ⁸ $\hat{Y} = 1066,42 - 4,5779$ ($R^2 = 0,28$), ⁹ $\hat{Y} = 235,57 - 1,4096$ ($R^2 = 0,27$), ¹⁰ $\hat{Y} = 39,96 - 0,2183$ ($R^2 = 0,32$), ¹¹ $\hat{Y} = 2,18 - 0,00913$ ($R^2 = 0,26$).

g dia^{-1} = gramas por dia; $\text{g kg}^{0,75-1}$ = gramas por quilo de peso metabólico; EPM = erro padrão da média; Quad. = quadrática; Regres. = regressão; MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, FDN = fibra em detergente neutro,

PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, CNF = carboidratos não fibrosos, NDT = nutrientes digestíveis totais, CT = carboidratos totais, FDA = fibra em detergente ácido e LDA = lignina em detergente ácido.

Soto-Navarro et al. (2014) encontrou maior semelhança entre ovinos e bovinos quando o consumo é expresso em $g\ kg^{0,75-1}$, porém, quando expresso dessa forma o consumo de nutrientes foi menos afetado pela inclusão de trigo. Quando expresso em % PC não foi encontrado diferença significativa ($p>0,05$) para consumo de MS, MO, FDN, PB, CNF, NDT, CT, FDA e LDA. No entanto, foi verificado efeito linear decrescente ($p<0,05$) para consumo de EE com a seguinte equação: $\hat{Y} = 0,05715 - 0,00030x$ ($R^2 = 0,53$).

A utilização de dietas que apresentem maior degradabilidade ruminal do amido podem afetar negativamente o CMS (ALLEN, 2000; ALLEN; BRADFORD; OBA, 2009; VIEIRA, 2011), como é o caso do trigo (LI et al., 2012). O local de digestão do amido afeta o consumo (VIEIRA, 2011) e maior digestão no rúmen implica em alta produção de propionato (LECHARTIER; PEYRAUD, 2010; MOATE et al., 2017), o qual é capaz de deprimir o consumo (ALLEN, 2000; ALLEN; BRADFORD; OBA, 2009). Além da maior produção de propionato o trigo pode promover redução no pH ruminal no momento de maior produção de AGV, afetando negativamente a digestibilidade da fibra (VIEIRA, 2011) e por consequência aumentar o efeito de enchimento ruminal (ALLEN; MERTENS, 1988). Vários trabalhos relatam maior produção de propionato em dietas a base de trigo quando comparado ao milho (MOATE et al., 2017; GUO et al., 2013; CALSAMIGLIA et al., 2008).

Possivelmente a redução do CMS com a inclusão de trigo é devido ao aumento na produção de propionato, pois segundo Allen, Bradford e Oba (2009) tal AGV apresenta efeito mais hipofágico do que a glicose ou o lactato. Associado a isso, temos o efeito da redução na digestibilidade da fibra, o que foi observado no presente estudo, com efeito linear decrescente sobre a digestibilidade do FDN (Figura 1).

Caso a adição de trigo realmente promova maior produção de propionato, a redução do consumo pode ser explicada segundo a Teoria da Oxidação Hepática descrita por Allen, Bradford e Oba (2009), a qual descreve que o consumo é controlado pela sinalização do fígado para o cérebro, sendo que o propionato provavelmente seja o sinal primário de saciedade.

Outra teoria que pode explicar a redução no CMS é a de que os ruminantes são capazes de recusar alimentos que fornecem toxinas, deficiências nutricionais ou que possuam altos níveis de nutrientes com rápida degradação (FORBES, 2007), pois, se a inclusão de

triguielho na dieta causar algum distúrbio na fermentação ruminal decorrente da rápida degradação ruminal, os ovinos podem diminuir o consumo.

A redução no consumo pode ser ocasionada por algum distúrbio na fermentação ruminal decorrente da deficiência de fibras, no entanto, as dietas experimentais apresentaram entre 38,64 a 39,39% de FDN na MS e a FDN da forragem representa 27,38% da MS, valores adequados para manter um ambiente ruminal estável. O NRC (2001) recomenda valores mínimos de 25% de FDN em dietas de vacas de leite para manter um ambiente ruminal saudável, e pelo menos 19% do FDN (na MS da dieta) seja da forragem. De acordo com dados do CNCPS para bovinos e ovinos, níveis de FDN efetivo abaixo de 20% da dieta afetam negativamente a fermentação ruminal, pois causam redução do pH a valores abaixo de 6,0 (FOX et al., 2004; CANNAS et al., 2004).

Para todas as dietas experimentais as recomendações de CMS ($80,35 \text{ g kg}^{0,75-1}$) proposto pelo NRC (2007) não foram atendidas. O menor consumo em relação ao recomendado pode ter sido ocasionado pela maior densidade energética das dietas experimentais (70,26 a 71,11% de NDT) em relação ao proposto pelo conselho (66% de NDT), pois em dietas com alta energia o consumo é limitado pelo atendimento das necessidades energéticas do animal (VIEIRA, 2011). Outros fatores além da densidade energética podem ter influenciado o menor consumo em relação ao recomendado, como por exemplo: o tipo de animal utilizado (adulto), da condição sexual (castrado), altas temperaturas (experimento conduzido no verão) e do material genético utilizado (animais mestiços Santa Inês). O potencial genético do animal reflete diretamente no consumo (ALLEN, 2000), onde, uma categoria animal com exigência nutricional mais elevada normalmente responde com maior consumo de nutrientes.

Em estudo para avaliar o efeito de diferentes ingredientes energéticos na alimentação de vacas de leite Moate et al. (2017) encontraram menor CMS (kg dia^{-1}) para dietas a base de trigo (50% de concentrado e até 43% de trigo na dieta) em comparação ao milho e a cevada. Lechartier e Peyraud (2010) também constataram redução no CMS (kg dia^{-1}) quando aumentou-se os níveis de carboidratos rapidamente fermentáveis (trigo de 0 a 24,6% da dieta) na dieta de vacas em lactação.

Diferentemente ao observado no presente estudo, Tripathi et al. (2007) não verificaram alteração no consumo de MS, MO, PB (g dia^{-1}) quando cordeiros foram submetidos a dietas (75% de concentrado) com diferentes níveis de trigo (até 47% da MS da dieta) danificado pelo armazenamento. Gozho e Mutsvangwa (2008) testaram dietas (50% de concentrado e até 32,8% de trigo na dieta) com diferentes ingredientes energéticos (milho,

trigo, cevada e aveia) para vacas em lactação e, não encontraram alteração no CMS (kg dia^{-1}) independentemente da fonte energética utilizada. Avaliado a inclusão de níveis crescentes de trigo na dieta (53% de concentrado e até 28,8% trigo na dieta) de vacas em lactação, Guo et al. (2013) também não constataram efeito significativo do nível de trigo sobre o CMS expresso em kg dia^{-1} .

A redução no consumo de EE (g dia^{-1} , $\text{g kg}^{0,75-1}$ e % PC) é devido não apenas a redução no CMS, mas também ao fato de que o trigo apresenta menor concentração de EE quando comparado ao milho, 1,78% e 5,11%, respectivamente, conseqüentemente menor a concentração de EE na dieta quanto maior a inclusão do subproduto. Essa menor concentração de EE no trigo já foi descrita por Brum, Albino e Pieniz (1998), Lima et al. (2006), Nunes et al. (2001) e Rostagno et al. (2011). O nível máximo de inclusão de trigo foi o que apresentou menor consumo de EE, pois 57% da MS da dieta era composta pelo subproduto.

As dietas com até 38% de trigo atendem as recomendações de PB propostas pelo NRC (2007), no entanto, o tratamento com 57% de trigo não atendeu as exigências de PB ($9,59\text{g kg}^{0,75-1}$), possivelmente nessas condições o desempenho animal seria comprometido, portanto esse nível de inclusão de trigo não é indicado.

5.1.2 Digestibilidade para cordeiros fistulados no rúmen

Foi verificada redução linear ($P < 0,05$) na digestibilidade da FDN (DFDN) (Tabela 5) com o aumento do nível de trigo na dieta de cordeiros fistulados no rúmen, no entanto, não foi encontrada diferença significativa ($P > 0,05$) para digestibilidade aparente total da MS (DAMS), digestibilidade aparente da MO (DAMO), digestibilidade aparente do EE (DAEE), digestibilidade aparente da PB (DAPB), digestibilidade aparente dos CNF (DACNF), digestibilidade aparente dos CT (DACT), digestibilidade verdadeira do N (DVN) e digestibilidade verdadeira da MO (DVMO).

Para cada ponto percentual de trigo adicionado na dieta houve uma diminuição de 0,1942 pontos percentuais na digestibilidade da FDN (Figura 1). Segundo Vieira (2011) pode ocorrer redução na digestibilidade da fibra quando a fermentação do amido for capaz de reduzir o pH ruminal. Quando o pH atinge valores inferiores a 6,0 - 6,2, efeitos negativos sobre a digestibilidade da fibra são verificados, pois nessas condições a degradação da celulose é prejudicada e conseqüentemente a digestibilidade da FDN diminui (LEDDIN et al., 2009).

A redução na DFDN está de acordo com os resultados encontrados por Tripathi et al. (2007) e Leddin et al. (2009), os quais relataram efeito linear decrescente sobre a DFDN com o aumento dos níveis de trigo na dieta de cordeiros (70% de concentrado e até 47% de trigo na dieta) e vacas em lactação (até 35% de trigo), respectivamente. Testando a inclusão de níveis crescentes de trigo na suplementação de bovinos de corte (1% PV e até 66% de trigo na MS do concentrado) Liu et al. (2016) verificaram que a completa substituição do milho por trigo proporcionou redução na digestibilidade de FDN e FDA.

Em estudo para avaliar a inclusão de trigo na dieta (53% de concentrado e até 28,8% de trigo na dieta) de vacas em lactação Guo et al. (2013) também constataram redução linear na digestibilidade aparente do FDN. Lechartier e Peyraud (2010) constataram que o uso de carboidratos rapidamente degradáveis (proveniente do trigo) proporcionou redução no pH capaz de afetar a atividade fibrolítica, o que não foi verificado quando a proporção de concentrado na dieta foi alterada (níveis crescentes de concentrado).

Tabela 5 - Digestibilidade aparente total e digestibilidade verdadeira (% do consumo) dos componentes nutricionais de dietas contendo níveis crescentes de trigo na alimentação de cordeiros fistulados no rúmen.

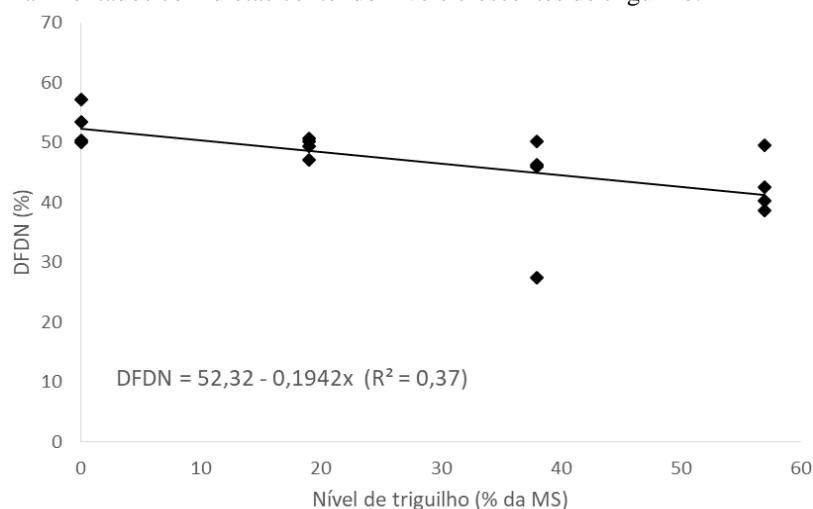
Variável	Nível de trigo (% da MS)				EPM	Valor <i>p</i>		Regres.
	0	19	38	57		Linear	Quadrática	
DAMS	73,83	73,00	71,81	71,90	0,58	0,188	0,701	72,63
DAMO	74,93	74,39	73,36	73,84	0,53	0,386	0,650	74,13
DAEE	77,48	77,27	76,33	73,57	1,21	0,238	0,600	76,16
DAN	70,56	71,60	71,05	73,72	1,04	0,354	0,712	71,73
DACNF	93,84	94,35	94,58	94,96	0,23	0,073	0,889	94,43
DACT	75,65	74,82	73,70	73,85	0,52	0,171	0,646	74,51
DFDN	52,72	49,29	42,43	42,71	1,74	0,001	0,400	¹
DVMO	82,14	81,05	80,15	79,96	0,48	0,083	0,632	80,83
DVN	94,32	93,44	93,65	93,55	0,28	0,427	0,517	93,74

$$^1 \hat{Y} = 46,5779 - 0,1942x \text{ (R}^2 = 0,37\text{)}.$$

EPM = erro padrão da média; Quad. = quadrática; Regres. = regressão; DAMS = digestibilidade aparente da matéria seca; DAMO = digestibilidade aparente da matéria orgânica; DAEE = digestibilidade aparente do extrato etéreo; DAN = digestibilidade aparente do nitrogênio; DACNF = digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos; DACT = digestibilidade aparente dos carboidratos totais; DFDN = digestibilidade da fibra em detergente neutro; DVMO = digestibilidade verdadeira da matéria orgânica; DVN = digestibilidade verdadeira do nitrogênio.

A ausência de efeito sobre a digestibilidade aparente da MS, MO, PB com a inclusão de trigo corrobora com os resultados obtidos por Tripathi et al. (2007), os quais também não constataram alterações na digestibilidade de tais nutrientes em dietas (70% de concentrado) para cordeiros em crescimento com inclusão de níveis crescentes de trigo (até 47% de trigo na dieta).

Figura 1. Digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) em percentagem do consumo para cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho.



5.1.3 Teores de NDT e excreção fecal metabólica (EFM) para cordeiros fistulados no rúmen

Não foi verificada diferença significativa ($P > 0,05$) para EFM entre os tratamentos avaliados (Tabela 6), com média de 6,70%. Também não foi constatada diferença significativa ($P > 0,05$) no teor de NDT entre os tratamentos, tal fato é reflexo da ausência de diferenças para digestibilidade dos nutrientes, com exceção da DFDN que diminuiu linearmente. Esse resultado fornece indicadores sobre a viabilidade de utilizar trigoilho na alimentação de ruminantes. O teor de NDT da dieta ofertada (Tabela 3) é numericamente menor do que o NDT da dieta ingerida (Tabela 6), isso se deve à seleção do alimento nas condições propostas pelo experimento (10% de sobras).

Quando não foram separados por tratamento, os teores médios de NDT *in vivo* (72,26%) e os obtidos pela equação de Weiss (72,75%) não diferiram ($P > 0,05$), demonstrando que nas condições desse experimento tal equação foi capaz de estimar o teor energético das dietas. Costa et al. (2005) estimaram o valor energético de vários alimentos concentrados e volumosos para validar as equações propostas pelo NRC (2001), e concluíram que tais equações foram capazes de estimar o valor energético dos alimentos quando comparado ao método *in vivo*. Rocha Junior et al. (2003) também não encontraram diferença significativa entre os valores reais e os estimados pelo NRC (2001), contudo os menores coeficientes de determinação foram verificados para alimentos volumosos. Mesmo que as equações do NRC (2001) sejam baseadas nas equações propostas por Weiss et al. (1992), há uma diferença, o NRC acrescentou um coeficiente a ser multiplicado à fórmula de CNFd, tal coeficiente é

denominado FAP que significa fator de ajuste para o processamento físico dos alimentos. O FAP é calculado dividindo a digestibilidade do amido por 0,9, ou ainda utilizando valores fixados pelo conselho, variando de 0,87 para a silagem de milho até 1,04 para grãos laminado ou floculado com alta digestibilidade do amido.

Tabela 6 - Excreção fecal metabólica (EFM) de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com níveis crescentes de trigoilho na dieta, teor de NDT estimado (WEISS et al., 1992) e teor de NDT *in vivo* para a dieta experimental ingerida.

	Nível de trigoilho (% da MS)				EPM	Valor <i>p</i>		Regres.
	0	19	38	57		Linear	Quad.	
EFM (% do CMO)	7,22	6,67	6,79	6,12	0,19	0,056	0,861	6,70
NDT estimado (% da MS)	72,42	72,33	73,08	73,16	0,40	0,393	0,915	72,75
NDT <i>in vivo</i> (% da MS)	73,26	72,53	71,49	71,78	0,52	0,255	0,641	72,26

EPM = erro padrão da média; Quad. = quadrática; Regres. = regressão; CMO = consumo de matéria orgânica.

De acordo com Azevêdo et al. (2011) as equações propostas pelo NRC (2001) são amplamente difundidas, no entanto, apresentam algumas falhas para estimar a energia de alimentos produzidos em ambiente tropical, principalmente por não estimar com precisão os teores de FDN digestível de subprodutos agrícolas. Tais resultados demonstram a limitação de estimar a energia para alimentos com elevado teor de fibras por meio de tais equações (FERRO et al., 2013).

5.1.4 Balanço de nitrogênio (BN)

O aumento do nível de trigoilho na dieta de cordeiros fistulados no rúmen diminui linearmente ($P < 0,05$) a quantidade de nitrogênio ingerido (N ing), nitrogênio fecal (N fec) e nitrogênio absorvido (N abs), no entanto, não foi verificada diferença significativa ($P > 0,05$) para nitrogênio urinário (N uri), nitrogênio retido (N ret), nitrogênio retido em porcentagem do ingerido (N ret (% ing)) e nitrogênio retido em porcentagem do absorvido (N ret (% abs)) (Tabela 7). O efeito linear decrescente sobre a ingestão de N está relacionado com a redução do consumo de PB (g dia^{-1}) para o grupo de animais fistulados no rúmen (Tabela 4), sobre os quais realizou-se o estudo sobre o BN. Os resultados para BN foram positivos para todos os tratamentos. Segundo Silva et al. (2010) valores positivos e elevados para BN é indicativo de equilíbrio entre proteína e energia digestível na alimentação dos animais.

Diferentemente ao encontrado no presente trabalho Tripathi et al. (2007) não encontraram nenhuma alteração no metabolismo de N, seja para N ingerido, N fecal, N

urinário, N absorvido e N retido em cordeiros recebendo dietas com níveis crescentes de trigo danificado (75% de concentrado e até 47% de trigo na MS da dieta). Gozho e Mutsvangwa (2008) avaliaram a utilização de diferentes fontes energéticas (milho, trigo, cevada e aveia) na dieta de vacas em lactação (70% de concentrado e até 32,8% de trigo na dieta) e não encontraram alteração na ingestão de N, excreção fecal e urinária de N, excreção total de N e N retido.

Tabela 7: Balanço de nitrogênio para cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilhado.

Variável	Nível de trigoilhado (% MS)				EPM	Valor <i>p</i>		Regres.
	0	19	38	57		Linear	Quad.	
N ing (g dia ⁻¹)	30,05	29,18	27,79	21,59	1,33	0,019	0,252	¹
N fec (g dia ⁻¹)	8,83	8,32	8,03	5,76	0,50	0,029	0,335	²
N uri (g dia ⁻¹)	15,04	12,94	13,90	12,38	0,68	0,262	0,836	13,57
N abs (g dia ⁻¹)	21,21	20,85	19,76	15,83	0,93	0,033	0,291	³
N ret (g dia ⁻¹)	6,18	7,91	5,86	3,45	0,87	0,344	0,312	5,85
N ret (% ing)	19,64	25,92	20,44	16,30	2,52	0,511	0,329	20,57
N ret (% abs)	28,14	36,46	28,97	21,75	3,58	0,424	0,300	28,83

¹ $\hat{Y} = 31,16 - 0,1409x$ ($R^2 = 0,33$), ² $\hat{Y} = 9,16 - 0,0501x$ ($R^2 = 0,30$), ³ $\hat{Y} = 22,00 - 0,0908x$ ($R^2 = 0,29$).

EPM = erro padrão da média; N = nitrogênio; Quad. = quadrática; Regres. = regressão; N ing = nitrogênio ingerido; N fec = nitrogênio fecal; N uri = nitrogênio urinário; N abs = nitrogênio absorvido; N ret = nitrogênio retido; N ret (% ing) = nitrogênio retido em porcentagem do ingerido e N ret (% abs) = nitrogênio retido em porcentagem do absorvido.

5.1.5 Potencial hidrogeniônico (pH) do líquido ruminal

O pH do líquido ruminal (Tabela 8 e Figura 2) não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) para os tratamentos avaliados, no entanto, apresentou diferença para os valores de pH em relação ao tempo após a alimentação, com efeito quadrático descrito pela equação: $\text{pH} = 7,24 - 0,3868x + 0,043x^2$. Foi verificada interação significativa ($P < 0,05$) entre horário x tratamento. Os valores semelhantes de pH podem ser explicados devido a quantidade adequada de volumoso (40% da MS) para todos os tratamentos, o que pode ter levado ao tamponamento do pH ruminal. O teor de fibra na dieta tem relação positiva com o pH, pois estimula a mastigação e produção de saliva (NRC, 2001).

A ausência de efeito sobre o pH ruminal condiz com os dados encontrados por Tripathi et al. (2007), os quais também não encontraram alteração no pH com a inclusão de trigo em dietas (75% de concentrado e até 47% de trigo na dieta) de cordeiros. Gozho e Mutsvangwa (2008) avaliando o uso de dietas com diferentes fontes energéticas (milho, trigo,

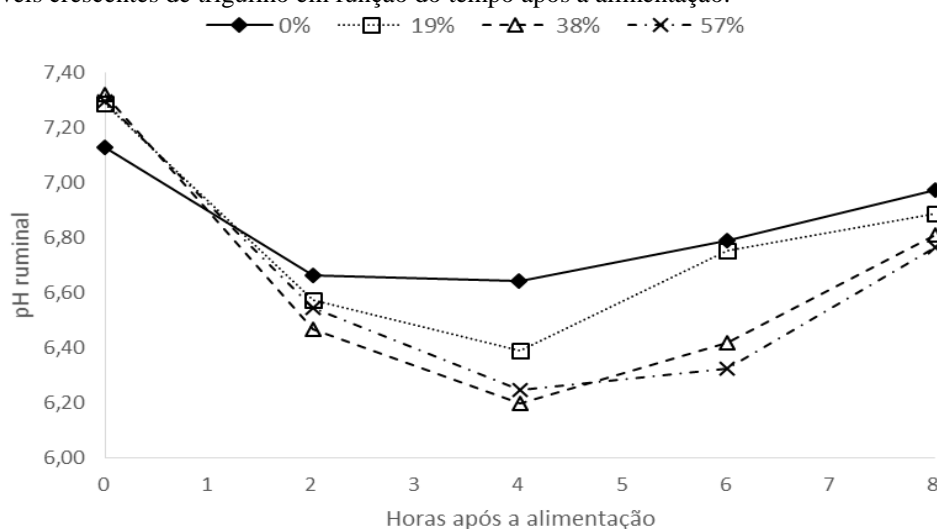
cevada e aveia) para vacas em lactação não encontraram alteração no pH ruminal nas primeiras 6 h após a alimentação (70% de concentrado e até 32,8% de trigo na dieta). Os resultados estão de acordo com Liu et al. (2016), os quais não encontraram alteração do pH ruminal de bovinos recebendo suplemento concentrado (1% PV) com diferentes níveis de trigo (até 66% da MS do concentrado). Moate et al. (2017) utilizando dietas com diferentes ingredientes energéticos (50% de concentrado e até 43% de trigo na dieta), não verificaram alteração no pH ruminal de vacas leiteiras alimentadas com dietas a base de trigo (6,1) em comparação com dietas a base de milho (6,3).

Tabela 8. Potencial hidrogeniônico do líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigo em diferentes horários após a alimentação.

Tempo de coleta (h)	Nível de trigo (% da MS)				EPM	Regres.
	0	19	38	57		
0	7,13	7,29	7,32	7,29	0,07	7,26
2	6,66	6,57	6,47	6,55	0,07	6,56
4	6,64	6,39	6,20	6,25	0,09	6,37
6	6,79	6,75	6,42	6,32	0,09	6,57
8	6,97	6,89	6,81	6,76	0,07	6,86

EPM = erro padrão da média; Regres. = regressão

Figura 2. Potencial hidrogeniônico do líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigo em função do tempo após a alimentação.



Diferentemente do resultado observado nesse trabalho para o pH ruminal, Guo et al. (2013) constataram que a substituição total de milho por trigo em dietas (53% de concentrado) de vacas em lactação proporcionou redução linear no pH ruminal médio diário. O autor ainda ressalva que os valores de pH se mantiveram em um intervalo fisiológico considerado normal para todos os tratamentos, com exceção após 6 horas de alimentação que

chegou a 5,56 para o tratamento com máxima inclusão de trigo (28,8% da MS). Lechartier e Peyraud (2010) também verificaram redução no pH ruminal de vacas em lactação quando elevou-se os níveis de carboidratos rapidamente fermentáveis, no caso substituiu-se gradativamente o milho por trigo. Leddin et al. (2009) testaram níveis de suplementação de trigo (até 35% da MS consumida) na alimentação de vacas de leite tendo feno como volumoso (3% do PV) e, encontraram redução linear no pH ruminal.

5.1.6 Concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃)

As concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal não diferiram (P>0,05) com o aumento dos níveis de trigo na dieta (Tabela 9 e Figura 3), porém apresentou diferença (P<0,05) para o tempo após a alimentação, com efeito linear decrescente na concentração de N-NH₃ com a equação: $N-NH_3 = 13,8794 - 0,7933x$. Não foi verificada interação significativa (P>0,05) entre horário x tratamento. As concentrações ruminais de N-NH₃ para todos os tratamentos são consideradas adequadas para a síntese de proteína microbiana (SATTER; SLYTER, 1974; SATTER; ROFFLER, 1975).

Gozho e Mutsvangwa (2008) testaram o efeito de dietas (70% de concentrado e até 32,8% de trigo na dieta) com diferentes ingredientes energéticos (milho, trigo, cevada e aveia) e, também não encontraram alteração na concentração de N-NH₃ no líquido ruminal de vacas em lactação. Igualmente, Keshav (2014) não encontrou alteração na concentração de N-NH₃ em bezerros leiteiros submetidos a dietas (50% de concentrado) com níveis crescentes de substituição do milho por trigo (até 20% de trigo na dieta).

Tabela 9. Concentrações médias de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em mg dL⁻¹ no líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigo em diferentes horários após a alimentação.

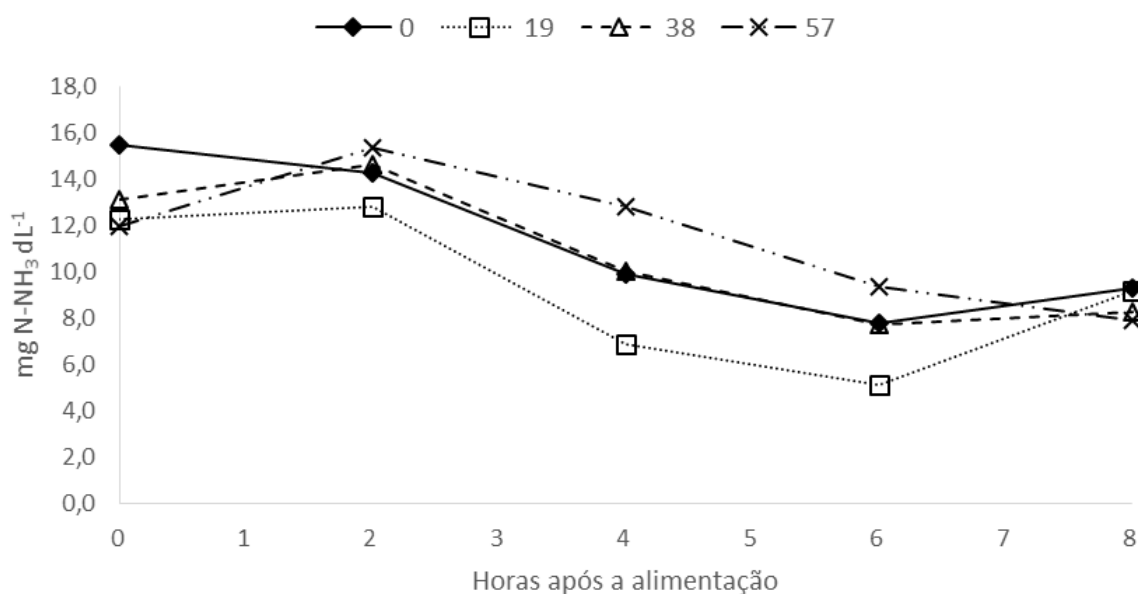
Tempo de coleta (h)	Nível de trigo (% da MS)				EPM	Regres.
	0	19	38	57		
0	15,45	12,29	13,10	11,96	0,72	13,20
2	14,26	12,81	14,61	15,37	1,09	14,26
4	9,91	6,88	10,04	12,84	1,18	9,92
6	7,78	5,14	7,73	9,36	0,75	7,50
8	9,28	9,17	8,25	7,90	0,64	8,65

EPM = erro padrão da média; Regres. = regressão

Diferentemente dos dados obtidos nesse trabalho, Liu et al. (2016) verificaram redução na concentração de N-NH₃ no rúmen com o aumento dos níveis de trigo (até 35% da

MS consumida) na dieta de bovinos em terminação. Moate et al. (2017) também constataram menores concentrações de N-NH₃ no fluido ruminal de vacas holandesas recebendo dietas a base de trigo (4,8 mg dL⁻¹) quando comparada as que receberam milho (12,1 mg dL⁻¹). Lechartier e Peyraud, (2010) verificaram que dietas com rápida degradabilidade ruminal apresentam menores concentrações ruminais de N-NH₃ quando comparada as dietas com degradação ruminal mais lenta.

Figura 3 - Concentração de N-NH₃ (mg dL⁻¹) no líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho em função do tempo após a alimentação.



5.1.7 Açúcares solúveis

As concentrações de açúcares solúveis no líquido ruminal não diferiram ($P>0,05$) com o aumento dos níveis de trigoilho na dieta (Tabela 10 e Figura 4), porém apresentou diferença para o tempo após a alimentação ($P<0,05$), com efeito linear positivo na concentração de açúcares solúveis com a equação: açúcares solúveis = $81,0572 + 5,8090x$. Não foi constatado interação significativa entre horário x tratamento ($P>0,05$).

Diferentemente ao verificado no presente trabalho, Amaral (2008) não encontrou efeito de horário após a alimentação sobre a concentração de açúcares no líquido ruminal de ovinos alimentados com azevém com e sem suplementação, no entanto verificou que a suplementação elevou de 19,1 para 24,4 mg dL⁻¹ a concentração de açúcares. Em trabalho realizado por Kozloski et al. (2007) avaliando o efeito da suplementação ou não de NNP e diferentes fontes de CNF na alimentação de cordeiros recebendo feno de baixa qualidade, foi

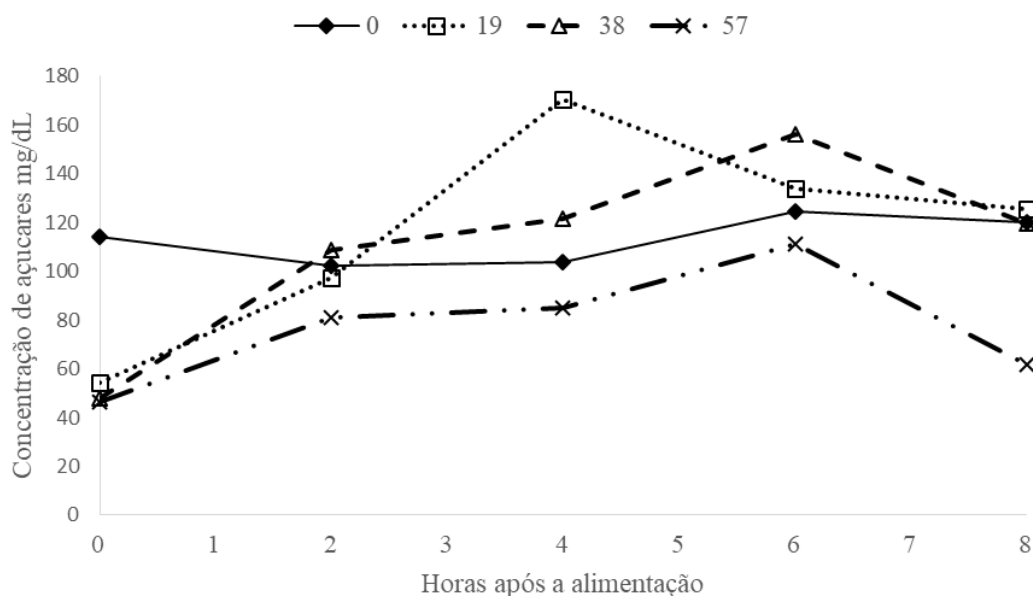
verificado interação significativa entre horário x tratamento ($P < 0,05$), no entanto as diferentes fontes de suplemento energético não alteraram a concentração de açúcares solúveis (em média 55 mg dL^{-1}) quando o NNP também foi suplementado. O autor chama a atenção para o tratamento com suplementação apenas de CNF e sem NNP, o qual, apresentou maior concentração de açúcares (303 mg dL^{-1}), diferindo dos demais, efeito esse decorrente da falta de N no ambiente ruminal.

Tabela 10. Concentrações médias de açúcares solúveis em mg dL^{-1} no líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho em diferentes horários após a alimentação.

Tempo de coleta (h)	Nível de trigoilho (% da MS)				EPM	Regres.
	0	19	38	57		
0	114,22	54,39	47,92	46,54	8,67	65,77
2	102,33	97,15	108,80	80,86	13,13	97,29
4	103,94	170,50	121,68	84,93	16,82	120,26
6	124,32	133,73	156,06	111,11	18,40	131,31
8	119,99	125,60	119,84	61,95	17,08	106,85

EPM = erro padrão da média; Regres. = regressão

Figura 4 - Concentração de açúcares solúveis (mg dL^{-1}) no líquido ruminal de cordeiros fistulados no rúmen recebendo dietas contendo níveis crescentes de trigoilho em função do tempo após a alimentação.



Farenzena et al. (2014) conduziu uma série de ensaios *in vitro* para avaliar a atividade enzimática de bactérias ruminais, efeito do pH ruminal e concentração de açúcares solúveis sobre a aderência bacteriana nas partículas do alimento e, verificou relação inversa entre a concentração de açúcares solúveis e aderência bacteriana, sem afetar a digestibilidade do FDN, enquanto que o pH apresentou relação positiva com a aderência bacteriana. Em excesso

os açúcares solúveis podem afetar negativamente o pH e a digestibilidade, no entanto, a baixa concentração de açúcares no rúmen pode reduzir a atividade das bactérias devido à baixa disponibilidade energética (KOZLOSKI et al., 2006).

5.2 EXPERIMENTO 2 – CORDEIROS NÃO FISTULADOS

5.2.1 Consumo de nutrientes para cordeiros não fistulados

Com o aumento do nível de trigoilho na dieta foi verificada alteração significativa ($P < 0,05$) no consumo de MS, MO, PB, EE, CNF, NDT e CT quando expressos em g dia^{-1} e para PB, EE, CNF e NDT expressos em $\text{g kg}^{0,75^{-1}}$, ambas com efeito linear decrescente (Tabela 11). Nas demais variáveis (FDN, FDA e LDA expresso em g dia^{-1} e MS, MO, FDN, CT, FDA e LDA expresso em $\text{kg}^{0,75^{-1}}$) não foi verificada alteração no consumo ($P > 0,05$).

Tabela 11 - Consumo médio diário de nutrientes para cordeiros não fistulados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho.

Variável	Nível de trigoilho (% da MS)				EPM	Valor p		Regres.
	0	19	38	57		Linear	Quad.	
MS (g dia^{-1})	1334,02	1275,57	1195,39	1091,72	40,55	0,020	0,755	¹
MS ($\text{g kg}^{0,75^{-1}}$)	76,75	75,01	71,08	65,28	2,36	0,067	0,656	72,03
MO (g dia^{-1})	1269,00	1212,37	1136,35	1038,48	38,55	0,020	0,765	²
MO ($\text{g kg}^{0,75^{-1}}$)	73,01	71,30	67,57	62,10	2,25	0,067	0,665	68,49
FDN (g dia^{-1})	447,73	442,56	425,72	391,00	14,91	0,168	0,625	426,75
FDN ($\text{g kg}^{0,75^{-1}}$)	25,77	26,16	25,31	23,46	1,00	0,404	0,598	25,17
PB (g dia^{-1})	197,77	186,77	167,29	150,04	6,84	0,003	0,773	³
PB ($\text{g kg}^{0,75^{-1}}$)	11,37	10,96	9,95	8,95	0,37	0,006	0,628	⁴
EE (g dia^{-1})	28,51	24,94	21,78	18,76	1,17	0,000	0,860	⁵
EE ($\text{g kg}^{0,75^{-1}}$)	1,64	1,46	1,30	1,12	0,06	0,000	0,990	⁶
CNF (g dia^{-1})	677,25	631,49	590,06	544,86	21,47	0,016	0,994	⁷
CNF ($\text{g kg}^{0,75^{-1}}$)	38,96	37,03	35,09	32,51	1,14	0,028	0,876	⁸
NDT (g dia^{-1})	982,03	930,98	864,20	786,85	30,81	0,012	0,805	⁹
NDT ($\text{g kg}^{0,75^{-1}}$)	56,50	54,67	51,39	47,00	1,72	0,033	0,685	¹⁰
CT (g dia^{-1})	1042,72	1000,66	947,28	869,68	30,99	0,033	0,757	¹¹
CT ($\text{g kg}^{0,75^{-1}}$)	60,00	58,88	56,32	52,03	1,85	0,112	0,666	56,81
FDA (g dia^{-1})	223,37	222,20	220,97	199,13	8,30	0,329	0,548	216,42
FDA ($\text{g kg}^{0,75^{-1}}$)	12,85	13,16	13,13	11,97	0,56	0,614	0,548	12,78
LDA (g dia^{-1})	36,20	33,69	33,56	31,64	1,34	0,266	0,917	33,77
LDA ($\text{g kg}^{0,75^{-1}}$)	2,08	2,00	1,99	1,91	0,09	0,530	0,986	2,00

¹ $\hat{Y} = 1345,24 - 4,2478x$ ($R^2 = 0,33$), ² $\hat{Y} = 1279,18 - 4,0398x$ ($R^2 = 0,33$), ³ $\hat{Y} = 199,87 - 0,8562x$ ($R^2 = 0,47$), ⁴ $\hat{Y} = 11,75 - 0,04348x$ ($R^2 = 0,42$), ⁵ $\hat{Y} = 28,35 - 0,1705x$ ($R^2 = 0,63$), ⁶ $\hat{Y} = 1,64 - 0,00902x$ ($R^2 = 0,61$), ⁷ $\hat{Y} = 676,71 - 2,3085x$ ($R^2 = 0,35$), ⁸ $\hat{Y} = 40,24 - 0,1121x$ ($R^2 = 0,29$), ⁹ $\hat{Y} = 988,86 - 3,4331x$ ($R^2 = 0,37$), ¹⁰ $\hat{Y} = 57,16 - 0,1672x$ ($R^2 = 0,29$), ¹¹ $\hat{Y} = 1050,96 - 3,0131x$ ($R^2 = 0,28$).

g dia^{-1} = gramas por dia; $\text{g kg}^{0,75^{-1}}$ = gramas por quilo de peso metabólico; EPM = erro padrão da média; Quad. = quadrática; Regres. = regressão; MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, FDN = fibra em detergente neutro, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, CNF = carboidratos não fibrosos, NDT = nutrientes digestíveis totais, CT = carboidratos totais, FDA = fibra em detergente ácido e LDA = lignina em detergente ácido.

Quando o consumo de nutrientes foi expresso em % PC a inclusão de níveis crescentes de trigoilho diminuiu linearmente o consumo de PB ($P = 0,022$; $\hat{Y} = 0,46 - 0,00159x$; $R^2 = 0,31$) e EE ($P = 0,002$; $\hat{Y} = 0,06 - 0,00034x$; $R^2 = 0,52$). Porém o consumo de MS ($P = 0,154$; $\hat{Y} = 2,81$), MO ($P = 0,154$; $\hat{Y} = 2,67$), FDN ($P = 0,536$; $\hat{Y} = 0,98$), CNF ($P = 0,076$; $\hat{Y} = 1,40$), NDT ($P = 0,09$; $\hat{Y} = 2,04$), CT ($P = 0,223$; $\hat{Y} = 2,22$), FDA ($P = 0,730$; $\hat{Y} = 0,50$) e LDA ($P = 0,650$; $\hat{Y} = 0,08$) não foram afetados.

A redução do CMS em g dia^{-1} observada para os cordeiros não fistulados pode ser devido a diversos fatores. A explicação mais simples seria diferenças na composição química das dietas no que se refere a concentração de fibra. Segundo Bosa et al. (2012) quanto maior o teor de FDN na dieta menor o CMS, devido a relação inversamente proporcional entre teor de FDN e consumo. O trigoilho apresentou teor numericamente mais elevado de FDN do que o milho e o farelo de soja (20,80%, 16,20% e 16,52%, respectivamente), contudo, as dietas totais apresentaram teores de FDN semelhantes.

Outro fator que exerce grande influência no consumo é o teor de lignina da dieta, a qual devido as suas características de indigestibilidade promove efeito de repleção ruminal, o que resulta em menor consumo (PEREIRA et al., 2010), no entanto, as dietas experimentais apresentaram baixa variação no teor de lignina (3,15 a 3,20% da MS).

Moate et al. (2017) avaliaram o efeito da utilização de dietas para vacas de leite com diferentes ingredientes energéticos e, encontraram menor CMS para dietas a base de trigo em comparação ao milho e a cevada. Vieira (2011) relata que é comum a redução do CMS em dietas que apresentem maior digestibilidade ruminal do amido, como é o caso do trigo, essa situação é mais visível quando a proporção desses grãos na dieta é alta. O autor ainda relata que essa redução no consumo está associada ao local onde ocorre a digestão do amido, pois maior digestão no rúmen resulta em maior produção de propionato, no entanto, pode afetar a digestibilidade da fibra devido à redução de pH no momento de pico de produção de AGV. Da mesma forma, Lechartier e Peyraud (2010) constataram redução no CMS elevando-se os níveis de carboidratos rapidamente fermentáveis na dieta de vacas em lactação, quando utilizaram fonte de carboidratos de rápida e lenta degradação, o trigo e o milho, respectivamente.

O uso de dietas com carboidratos de rápida degradação promoveu aumento nas proporções molares de propionato (LECHARTIER; PEYRAUD, 2010; MOATE et al., 2017; DOEPEL; COX; HAYIRLI, 2009; GUO et al., 2013; CALSAMIGLIA et al., 2008) e redução na proporção acetato-propionato (LECHARTIER; PEYRAUD, 2010; MOATE et al., 2017;

CALSAMIGLIA et al., 2008), sendo que o trigo era utilizado como ingrediente de rápida degradação e o milho de lenta. Guo et al. (2013) avaliaram a inclusão de trigo até 28,8% da MS na dieta de vacas em lactação e constataram aumento na concentração plasmática de glicose. Quando os níveis de propionato estão elevados o CMS pode ser reduzido, possivelmente devido ao aumento da secreção de insulina (GROVUM, 1995; ALLEN, 2000). Possivelmente a redução do CMS com a inclusão de trigo é devido ao aumento na produção de propionato, pois segundo Allen, Bradford e Oba (2009) tal AGV apresenta efeito mais hipofágico do que a glicose ou o lactato.

A inclusão de trigo proporcionou aumento numérico no teor de NDT *in vivo* (Tabela 13), o que pode ter alterado o consumo, pois, de acordo com Vieira (2011) dietas com alta energia o consumo é limitado pelo atendimento das necessidades energéticas do animal. A inclusão de trigo possivelmente reduziu o CMS devido a alteração do local de digestão do amido (aumento na degradabilidade ruminal da dieta), alteração das proporções dos AGV (maior produção de propionato) e também devido a alteração do teor energético das dietas (aumento numérico no teor de NDT *in vivo*).

A redução linear no consumo (g dia^{-1}) de MO, PB, EE, CNF, NDT e CT é reflexo da diminuição do CMS em g dia^{-1} observado com o aumento de trigo na dieta. As dietas com até 38% de trigo atendem as recomendações de PB propostas pelo NRC (2007), no entanto, o tratamento com 57% de trigo não atendeu as exigências de PB ($9,59 \text{g kg}^{0,75-1}$), possivelmente nessas condições o desempenho animal seria comprometido, portanto, esse nível de inclusão de trigo não é indicado.

5.2.2 Digestibilidade dos nutrientes para cordeiros não fistulados

O uso de níveis crescentes de trigo na alimentação de cordeiros não fistulados aumentou linearmente ($P < 0,05$) a DAEE e a DAN e, proporcionou efeito quadrático ($P < 0,05$) para a DVN (Tabela 12 e Figura 5). No entanto, não foi verificada alteração significativa ($P > 0,05$) na DAMS, DAMO, DACNF, DACT, DFDN e DVMO.

Os resultados obtidos para DAMS no presente trabalho foram similares ao encontrado por Tripathi et al. (2007) com DAMS variando de 67 a 70% do consumo, os quais testaram o aumento do nível de trigo na dieta de cordeiros (75% de concentrado e até 47% de trigo na dieta). Keshav (2014) também não encontrou alteração na digestibilidade da MS, MO, FDN, EE e CT utilizando níveis crescentes de trigo (60% de concentrado e até 20% de trigo na dieta) danificado na dieta de bezerros leiteiros.

Tabela 12 - Digestibilidade aparente total e digestibilidade verdadeira (% do consumo) dos componentes nutricionais de dietas contendo níveis crescentes de trigoilho na alimentação de cordeiros não fistulados.

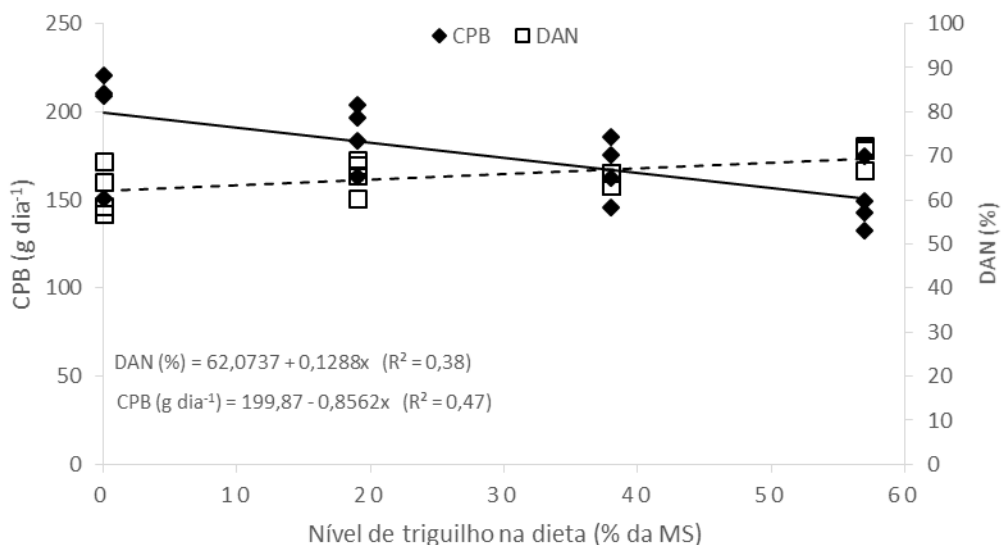
Variável	Nível de trigoilho (% da MS)				EPM	Valor <i>p</i>		Regres.
	0	19	38	57		Linear	Quadrática	
DAMS	66,03	68,80	67,60	70,49	0,81	0,095	0,970	68,23
DAMO	67,09	69,97	69,17	72,21	0,85	0,051	0,961	69,61
DAEE	55,62	63,18	72,62	76,74	3,74	0,018	0,787	¹
DAN	62,07	65,71	64,60	70,60	1,15	0,011	0,549	²
DACNF	84,67	89,97	92,41	94,78	1,25	0,145	0,616	90,46
DACT	68,34	70,94	69,91	72,38	0,80	0,124	0,969	70,39
DFDN	46,25	44,90	39,90	43,45	1,33	0,252	0,347	43,63
DVMO	81,06	79,92	77,46	78,86	0,58	0,080	0,250	79,33
DVN	92,84	91,68	90,62	94,73	0,52	0,310	0,002	³

¹ $\hat{Y} = 56,12 + 0,3832x$ ($R^2 = 0,36$), ² $\hat{Y} = 62,07 + 0,1288x$ ($R^2 = 0,38$), ³ $\hat{Y} = 93,09 - 0,1833x + 0,003641x^2$ ($R^2 = 0,49$).

EPM = erro padrão da média; Quad. = quadrática; Regres. = regressão; DAMS = digestibilidade aparente da matéria seca; DAMO = digestibilidade aparente da matéria orgânica; DAEE = digestibilidade aparente do extrato etéreo; DAN = digestibilidade aparente do nitrogênio; DACNF = digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos; DACT = digestibilidade aparente dos carboidratos totais; DFDN = digestibilidade da fibra em detergente neutro; DVMO = digestibilidade verdadeira da matéria orgânica; DVN = digestibilidade verdadeira do nitrogênio.

Na Figura 5 pode ser verificado a relação inversa entre o consumo de PB e a DAN com o aumento de trigoilho na dieta. O efeito linear positivo observado na DAN está relacionado com a reciclagem de nitrogênio (N), realizada com maior intensidade nos ruminantes em situações de menor consumo de N (KOZLOSKI, 2011; NRC, 2000).

Figura 5: Consumo de proteína bruta (CPB) em gramas por dia ($g\ dia^{-1}$) e digestibilidade aparente do nitrogênio (DAN) em percentagem (%), para cordeiros não fistulados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de trigoilho.



Segundo Bosa et al. (2012) o aumento na digestibilidade em condições de menor consumo pode ser explicada pela menor taxa de passagem, onde o alimento permanece mais tempo no trato gastrointestinal do animal para ser degradado. Quando dietas com rápida degradação ruminal (a base de trigo) substituíram as de lenta degradação (a base de milho) Lechartier e Peyraud (2010) constataram melhoras na digestibilidade da PB, MO e amido, no entanto, a digestibilidade do FDA diminuiu.

Devido a interação entre consumo e digestibilidade, quando um determinado tratamento altera o consumo, modificará também a taxa de passagem e consequentemente a digestibilidade do nutriente (BOSA et al., 2012). Aumentando o tempo em que o alimento permanece no rúmen implica em maior tempo para ação microbiana, assim, uma maior proporção do alimento ingerido será digerido e consequentemente melhor digestibilidade (LEDDIN et al., 2009).

Quando incubado por 16 horas o trigo apresentou degradabilidade ruminal *in situ* da PB superior ao milho (87,1 contra 58,0%), o que demonstra o maior teor de PDR para o trigo em relação ao milho (LI et al., 2012). Caldas Neto et al. (2008) verificaram que a elevação da PDR em dietas de bovinos proporcionou aumento linear na digestibilidade total e ruminal da PB, no entanto, reduziu a absorção intestinal desse nutriente. Liu et al. (2016) avaliaram bovinos de corte recebendo suplemento concentrado (1% PV) com diferentes níveis de trigo (até 66% da MS do concentrado) e, constataram que a completa substituição do milho por trigo proporcionou melhoras na digestibilidade da MS, MO e PB.

5.2.3 Teores de NDT e excreção fecal metabólica (EFM) para cordeiros não fistulados

Foi verificada redução linear ($P < 0,05$) na EFM com o aumento de trigo na dieta de cordeiros não fistulados (Tabela 13), possivelmente devido a menor quantidade de amido chegando ao intestino grosso, pois, o trigo apresenta maior degradabilidade ruminal do amido em relação ao milho (YU et al., 2007; LI et al., 2012). A redução na EFM é um indicativo de que a fermentação ruminal foi melhorada e assim menor quantidade de partículas escapam da fermentação ruminal e chegam a região do ceco e do cólon (MALMAN et al., 2006).

O amido não degradado no rúmen pode ser transformado em glicose no intestino e o restante fermentado no intestino grosso ou excretado nas fezes (SANTOS, 2015; VAN SOEST, 1994). A fermentação do amido no intestino grosso aumenta a excreção de nitrogênio metabólico nas fezes (ØRSKOV, 1988) e ainda é energeticamente menos eficiente do que a fermentação ruminal (ALLEN; BRADFORD; OBA, 2009).

Para a dieta ingerida a inclusão de trigoilho não proporcionou alteração significativa ($P>0,05$) nos teores de NDT (Tabela 13). No entanto, quando comparado o teor de NDT estimado pela equação de Weiss ao NDT *in vivo*, constatou-se que a equação de Weiss superestimou a digestibilidade das dietas. O resultado foi similar ao encontrado por Silveira et al. (2009) avaliando diferentes métodos para estimar a digestibilidade de dietas para ruminantes, os quais constataram que a equação de Weiss proporcionou resultados superestimados de NDT em relação a digestibilidade *in vivo*, principalmente pois estimou uma maior digestibilidade da fibra e subestimou a excreção endógena fecal.

Tabela 13 - Excreção fecal metabólica (EFM) de cordeiros não fistulados alimentados com níveis crescentes de trigoilho na dieta, teor de NDT estimado (WEISS et al., 1992) e teor de NDT *in vivo* para a dieta experimental ingerida.

	Nível de trigoilho (% da MS)				EPM	Valor p		Regres.
	0	19	38	57		Linear	Quad.	
EFM (% do CMO)	13,96	9,95	8,30	6,65	0,89	0,001	0,333	¹
NDT estimado (% da MS)	73,57	73,01	72,30	72,11	0,34	0,088	0,774	72,8
NDT <i>in vivo</i> (% da MS)	65,31	68,05	67,41	70,34	0,87	0,059	0,957	67,8

$$^1 \hat{Y} = 13,25 - 0,1241x \text{ (R}^2 = 0,56\text{)}.$$

EPM = erro padrão da média; Quad. = quadrática; Regres. = regressão; CMO = consumo de matéria orgânica.

Em estudo de Azevêdo et al. (2011) foi avaliado o conteúdo energético de subprodutos agrícolas e industriais, comparou-se dois métodos baseados na composição química em relação ao método *in vivo* e, constataram que as equações para determinação das frações digestíveis de CNF, EE e PB descritas pelo NRC (2001) foram menos eficientes que as propostas por Detmann (2006a, 2006b, 2006c, 2007, 2008), as quais são baseadas em alimentos próprios de clima tropical. O autor ainda ressalva que o FDN digestível foi o que mais limitou a estimativa do teor energético.

6 CONCLUSÃO

Para cordeiros fistulados no rúmen a inclusão de níveis crescentes de trigoilho na dieta não promoveu alteração nos parâmetros ruminais e no balanço de nitrogênio, porém, a digestibilidade da fibra foi reduzida mesmo sem alteração do pH.

Quanto aos cordeiros não fistulados a inclusão de trigoilho diminuiu linearmente a excreção fecal metabólica e aumentou a digestibilidade aparente total do nitrogênio e extrato etéreo.

O consumo de MS, MO, PB, EE, NDT e CT (g dia^{-1}) diminuiu linearmente para ambos os grupos com a inclusão de trigoilho na dieta, no entanto, quando expresso em relação ao peso metabólico o consumo de nutrientes foi menos afetado. O tratamento com 57% de trigoilho não atendeu as exigências de PB, portanto, esse nível de inclusão não é indicado.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trigo apresentou características nutricionais quanto ao teor de PB e MM, superior ao milho, contudo, níveis elevados desse subproduto apresentou efeitos negativos sobre o consumo de MS e digestibilidade da fibra. Portanto, a inclusão de altos níveis de trigo visando redução de custos deve ser encarada com cautela.

Até 38% de inclusão de trigo na dieta de cordeiros o consumo foi capaz de atender as exigências de PB propostas pelo NRC, no entanto, o tratamento com 57% de trigo não atendeu, possivelmente nessas condições o desempenho animal seria comprometido, portanto, esse nível de inclusão de trigo não é indicado.

Além do maior teor proteico o trigo também apresentou maior proporção de FDN e FDA. O teor de fibra na dieta exerce função importante aos ruminantes, imprescindível para manter o ambiente ruminal saudável, contudo, a fibra finamente moída (FDN do concentrado) não possui essa capacidade.

A composição químico-bromatológica de grãos de cereais apresentam variações, mais visíveis em subprodutos, logo, será difícil encontrar lotes do trigo com a mesma composição nutricional.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L. F. T.; BRUM, P. A. R.; PIENIZ, L. C. Uso de triticales e trigoilhó em dietas para frangos de corte. Comunicado Técnico. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1993. 1 p.
- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-Invited Review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of animal science**, v. 87, n. 10, p. 3317-3334, 2009.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.
- ALLEN, M. S.; MERTENS, D. R. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. **The Journal of Nutrition**, v. 118, n. 2, p. 261-270, 1988.
- AMARAL, G. A. **Valor de dietas com azevém (*Lolium multiflorum*, LAM.) e suplementação nitrogenada ou energética**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE TRIGO - ABITRIGO. 2016. O que é a farinha de trigo? Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/farinha-de-trigo.php>>. Acesso em: 14/07/2017.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 16.ed. Gaithersburg: AOAC International, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 16.ed. Gaithersburg: AOAC International, 1998.
- AZEVEDO, J. A. G. et al. Predição de frações digestíveis e valor energético de subprodutos agrícolas e agroindustriais para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 391-402, 2011.
- BARBOSA, H. P. et al. Trigoilhó na alimentação de suínos. Comunicado técnico. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1990. 1 p.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 616 p.
- BORGES, F. M. O. et al. Equações de regressão para estimar valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, a partir de análises químicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 6, p. 734-746, 2003.
- BOSA, R. et al. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 1, p. 57-62, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 01 dez. 2010. 1 p.

BROCH, J. et al. Chemical composition and energetic values of wheat and its sub-products for broiler chicken. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3481-3488, 2015.

BRUM, P. A. R.; ALBINO, L. F. T.; PIENIZ, L. C. Utilização do Triguilho em rações para frangos de corte. Instrução técnica para o avicultor. Concordia: EMBRAPA- CNPSA, 1998. 2 p.

CALDAS NETO, S. F. et al. Proteína degradável no rúmen na dieta de bovinos: digestibilidades total e parcial dos nutrientes e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1094-1102, 2008.

CALSAMIGLIA, S. et al. Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 3, p. 702-711, 2008.

CANNAS, A. et al. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 1, p. 149-169, 2004.

COSTA, M. A. L. et al. Validação das equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 280-287, 2005.

DETMANN, E. et al. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1469-1478, 2006a.

DETMANN, E. et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1479-1486, 2006b.

DETMANN, E. et al. Estimação da fração digestível da proteína bruta em dietas para bovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2101-2109, 2006c.

DETMANN, E. et al. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 155-164, 2007.

DETMANN, E. et al. Desenvolvimento de um submodelo bicompartimental para estimação da fração digestível da proteína bruta em bovinos a partir da composição química dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2215-2221, 2008.

DOEPEL, L.; COX, A.; HAYIRLI, A. Effects of increasing amounts of dietary wheat on performance and ruminal fermentation of Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 8, p. 3825-3832, 2009.

DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

ENJALBERT, F. et al. Effects of induced subacute ruminal acidosis on milk fat content and milk fatty acid profile. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 92, n. 3, p. 284-291, 2008.

FARENZENA, R. et al. Forage degradability, rumen bacterial adherence and fibrolytic enzyme activity in vitro: effect of pH or glucose concentration. **The Journal of Agricultural Science**, v. 152, n. 2, p. 325-332, 2014.

FERRO, M. M. et al. Estimativas do valor energético de alimentos para bovinos de corte em condições tropicais: conceitos e aplicações. **Enciclopédia biosfera**. v. 9, n. 16, p. 1115-1130, 2013.

FORBES, J. M. A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. **Nutrition Research Reviews**. v. 20, n. 2, p. 132-146, 2007.

FOSTER, L. A.; AMES, N. K.; EMERY, R. S. Food intake and serum insulin responses to intraventricular infusions of insulin and IGF-I. **Physiology & behavior**, v. 50, n. 4, p. 745-749, 1991.

FOX, D. G. et al. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, v. 112, n. 1, p. 29-78, 2004.

GARDINAL, R. **Utilização de uréia encapsulada de liberação lenta na alimentação de novilhos Nelore**. 2011. 110 f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

GOMES, M. F. M. et al. Análise econômica da utilização do trigoilho para suínos. Comunicado Técnico. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1991. 2 p.

GOZHO, G. N.; MUTSVANGWA, T. Influence of carbohydrate source on ruminal fermentation characteristics, performance, and microbial protein synthesis in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 91, n. 7, p. 2726-2735, 2008.

GROVUM, W. L. Mechanisms explaining the effects of short chain fatty acids on feed intake in ruminants-osmotic pressure, insulin and glucagon. In: **Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction**. Germany: DLG, 1995. p. 173-197.

GUO, Y. Q. et al. Evaluation of coarsely ground wheat as a replacement for ground corn in the diets of lactating dairy cows. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 26, n. 7, p. 961, 2013.

HAUSCHILD, L. et al. Digestibilidade, balanços do nitrogênio e fósforo de dietas para suínos contendo diferentes níveis de trigoilho em substituição ao milho com ou sem adição de enzimas. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p.1557-1562, 2004.

HENTZ, F. **Avaliação da inclusão do farelo de canola em dietas para ruminantes**. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

JIANG, S. Z. et al. Diets of differentially processed wheat alter ruminal fermentation parameters and microbial populations in beef cattle. **Journal of animal science**, v. 93, n. 11, p. 5378-5385, 2015.

KESHAV, D. C. **Nutrient Utilization and Growth Performances of Growing Crossbred Calves Fed Different Levels of Animal Feed Grade Wheat on a Paddy Straw Based Diet**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em ciência veterinária - nutrição animal) - National Dairy Research Institute, Karnal, 2014.

KOLVER, E. et al. Synchronization of ruminal degradation of supplemental carbohydrate with pasture nitrogen in lactating dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 81, n. 7, p. 2017-2028, 1998.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 216 p.

KOZLOSKI, G. V. et al. Intake and digestion by lambs fed a low-quality grass hay supplemented or not with urea, casein or cassava meal. **Animal Feed Science and Technology**, v. 136, n. 3, p. 191-202, 2007.

KOZLOSKI, G. V. et al. Intake and digestion by lambs fed just dwarf elephant grass hay (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) or supplemented with urea and different levels of cracked corn grain. **Animal Feed Science and Technology**, v. 125, n. 1, p. 111 - 122, 2006.

KRAUSE, K. M.; COMBS, D. K.; BEAUCHEMIN, K. A. Effects of forage particle size and grain fermentability in midlactation cows. II. Ruminal pH and chewing activity. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 8, p. 1947-1957, 2002.

LARA, L. B. et al. Técnica da peroxidação para a determinação de metionina em amostras derivadas de ensaios de digestibilidade do trigo e seus subprodutos em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 459-466, 2005.

LECHARTIER, C.; PEYRAUD, J. L. The effects of forage proportion and rapidly degradable dry matter from concentrate on ruminal digestion in dairy cows fed corn silage-based diets with fixed neutral detergent fiber and starch contents. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 666-681, 2010.

LEDDIN, C. M. et al. Increasing amounts of crushed wheat fed with pasture hay reduced dietary fiber digestibility in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 6, p. 2747-2757, 2009.

LEITE, D. F. L. **Consumo e digestibilidade aparente de dietas com níveis crescentes do subproduto do caju em ovinos**. 2013. 35 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2013.

LI, C. et al. Ruminal and intestinal amino acid digestion of distiller's grain vary with grain source and milling process. **Animal feed science and technology**, v. 175, n. 3, p. 121-130, 2012.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LIMA, R. F. **Fracionamento de carboidratos de concentrados energéticos utilizados na alimentação animal**. 2004. 57 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

LIMA, R. F. et al. Sistema laboratorial de fracionamento de carboidratos de concentrados energéticos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 2, p. 215-221, 2006.

LIU, Y. F. et al. Substitution of Wheat for Corn in Beef Cattle Diets: Digestibility, Digestive Enzyme Activities, Serum Metabolite Contents and Ruminal Fermentation. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 29, n. 10, p. 1424, 2016.

MALLMANN, G. M. et al. Consumo e digestibilidade de feno de baixa qualidade suplementado com nitrogênio não protéico em bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, n. 2, p. 331-337, 2006.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC international**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MOATE, P. J. et al. Wheat is more potent than corn or barley for dietary mitigation of enteric methane emissions from dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 9, p. 7139-7153, 2017.

MOREIRA, P. C. et al. Produção cumulativa de gases e parâmetros de France avaliados pela técnica semiautomática in vitro de fontes de carboidratos de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 452-462, 2010.

MOTA, M. F. et al. Parâmetros ruminais de vacas leiteiras mantidas em pastagem tropical. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 226, p. 217-224, 2010.

MULLIGAN, F. J. et al. The effect of dietary protein content and hay intake level on the true and apparent digestibility of hay. **Livestock Production Science**, v. 68, n. 1, p. 41-52, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press. 2000, 248 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washinton: National Academy Press, 2001. 381 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. 1 ed. Washington: National Academy Press, 2007. 384 p.

NOCEK, J. E.; RUSSELL, J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, 1988.

NUNES, R. V. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 785-793, 2001.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of corn grain conservation method on feeding behavior and productivity of lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 1, p. 174-183, 2003a.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Intraruminal infusion of propionate alters feeding behavior and decreases energy intake of lactating dairy cows. **The Journal of nutrition**, v. 133, n. 4, p. 1094-1099, 2003b.

ØRSKOV, E. R. **Nutrición proteica de los rumiantes**. Zaragoza: Acribia, 1988. 178p.

ØRSKOV, E. R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1624-1633, 1986.

OVERTON, T. R. et al. Ruminant Fermentation and Passage of Nutrients to the Duodenum of Lactating Cows Fed Mixture of Corn and Barley. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 9, p. 1981-1998, 1995.

PEGORARO, M. **Avaliação do valor nutricional e cinética de degradação ruminal *in vitro* de volumosos e concentrados utilizados na alimentação de ovinos e bovinos**. 2013. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

PEREIRA, E. S. et al. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no nordeste brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, 2010.

PEREIRA, O. G. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo dietas com diferentes níveis de uréia. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 3, p. 552-562, 2008.

PLAIZIER, J. C. et al. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. **The Veterinary Journal**, v. 176, n. 1, p. 21-31, 2008.

ROCHA JUNIOR, V. R. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos e validação das equações propostas pelo NRC (2001). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 480-490, 2003.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 252 p.

SANTOS, S. C. **Características nutricionais e físicas do milho com diferentes texturas e tempos de armazenamento**. 2015. 91f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SATTER, L. D.; ROFFLER, R. E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 58, n. 8, p. 1219-1237, 1975.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British journal of nutrition**, v. 32, n. 2, p. 199-208, 1974.

SENA, J. A. B. **Consumo, digestibilidade e desempenho de ovinos alimentados com casca de maracujá desidratada**. 2011. 57 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

SIGNOR, A. A. et al. Triguilho na alimentação da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus* L.): digestibilidade e desempenho. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 1116-1121, 2007.

SILVA, D. C. et al. Metabolismo dos compostos nitrogenados em ovinos alimentados com dietas contendo farelo de mamona destoxificado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 219-224, 2010.

SILVEIRA, M. F. et al. Avaliação de métodos laboratoriais para estimar a digestibilidade e o valor energético de dietas para ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 2, p. 429-437, 2009.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOTO-NAVARRO, S. A. et al. Comparative digestibility by cattle versus sheep: Effect of forage quality. **Journal of animal science**, v. 92, n. 4, p. 1621-1629, 2014.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. SAS systems for windows: version 9.1. Cary: SAS Institute, 2002. 525 p.

TRIPATHI, M. K. et al. Nutritional value of animal feed grade wheat as replacement for maize in lamb feeding for mutton production. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, n. 13, p. 2447-2455, 2007.

TRIPATHI, M. K.; MONDAL, D.; KARIM, S. A. Growth, haematology, blood constituents and immunological status of lambs fed graded levels of animal feed grade damaged wheat as substitute of maize. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 92, n. 1, p. 75-85, 2007.

TURINO, V. F. Casca de soja na alimentação de cordeiros confinados: desempenho e características da carcaça. **Ciência Animal Brasileira**. v. 8, n. 3, p. 495-503, 2007.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. 2017. World Agricultural Production. Circular Series WAP 07-17 July 2017. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/worldag-production/worldag-production-07-12-2017.pdf>>. Acesso em: 14/07/2017.

VAN SOEST, P. J. et al. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

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

VIEIRA, A. R. **Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas contendo sorgo em grão seco ou reidratado e ensilado para novilhos Nelore confinados**. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

WEATHERBURN, M. W. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. **Analytical chemistry**, v. 39, n. 8, p. 971-974, 1967.

WEISS, W. P. et al. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, n. 1, p. 95-110, 1992.

WESENDONCK, W. R. et al. Valor nutricional e energia metabolizável de subprodutos do trigo utilizados para alimentação de suínos em crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 203-210, 2013

XIN, H.; ZHANG, X.; YU, P. Using synchrotron radiation-based infrared microspectroscopy to reveal microchemical structure characterization: frost damaged wheat vs. normal wheat. **International journal of molecular sciences**, v. 14, n. 8, p. 16706-16718, 2013.

YU, P. et al. Rapid characterization of molecular chemistry, nutrient make-up and microlocation of internal seed tissue. **Journal of synchrotron radiation**, v. 14, n. 4, p. 382-390, 2007.



YU, P.; RACZ, V. Rumen degradation ratios, available protein, and structural and non-structural carbohydrates: Comparison of frost-damaged wheat with normal wheat. **Canadian journal of animal science**, v. 87, n. 3, p. 449-454, 2007.

YU, P.; RACZ, V. Caracterização química, valores de energia, frações de proteínas e carboidratos, cinética de degradação de trigo com gelo fosco (com perda de peso severamente geral) em ruminantes. **Animal Science Journal**, v. 80, n. 2, p. 140-148, 2009.

YU P.; RACZ V. Modeling nutrient supply to ruminants: frost-damaged wheat vs. normal wheat. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. v. 23, n. 3, p. 333-339, 2010.

ANEXOS

Anexo A: Parecer de aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais para o projeto de implantação das fistulas ruminais

 <div style="text-align: center;"> Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Câmpus Dois Vizinhos Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA </div> 	
PROJETO DE PESQUISA / AULA PRÁTICA	
Título:	Fistulação ruminal de ovinos para testes de fermentação ruminal e metabolismo animal
Área Temática:	Produção Animal
Pesquisador / Professor:	Emilyn Midore Maeda
Instituição:	UTFPR-DV
Financiamento:	não
Versão:	2ª
PARECER CONSUBSTANCIADO DA CEUA	
Protocolo nº 2016-011	
<p>Apresentação do Projeto: A presente proposta tem como objetivo fistular ovinos para utilização em experimentos a serem definidos, para obter informações nutricionais e microbiológicas ruminais. Após a cirurgia os animais serão mantidos em piquetes de pastagem de tifton e aruana e a noite serão recolhidos para local coberto dispostos de comedouro e bebedouro. Para os ensaios de metabolismo animal são necessários coletas do líquido ruminal para determinações de parâmetros ruminais como pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos voláteis) além de quantificação dos microrganismos ruminais de ovinos alimentados com diferentes alimentos e/ou suplementos.</p> <p>Através destes dados coletados com os animais fistulados, poderemos ter informações a respeito de diferentes alimentos, coprodutos e aditivos que podem ser utilizados a fim de melhorar o aproveitamento das dietas.</p>	
<p>Objetivo: Fistular e implantar cânulas ruminais em ovinos para utilizar em experimentos para determinações da fermentação ruminal, metabolismo animal, avaliação nutricional de alimentos, caracterização da microbiologia ruminal e coletas do líquido ruminal para ensaios de produção de gás e determinação da digestibilidade <i>in vitro</i> dos alimentos.</p>	
<p>Avaliação dos Riscos e Benefícios:</p> <p>Como qualquer procedimento cirúrgico, pode haver riscos de infecção local, porém serão seguidos todos protocolos para evitar dor, inflamação e infecção com uso de medicamentos anti-inflamatórios, analgésicos e antimicrobianos durante todo período pós-cirúrgico.</p>	
<p>Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:</p> <p>O projeto possui relevância científica e tem ênfase em pesquisa.</p>	
<p>Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:</p> <p>O coordenador do projeto apresentou os seguintes documentos: 1) Requerimento preenchido completamente e assinado pelo pesquisador responsável pelo projeto; 2) formulário unificado de encaminhamento do CEUA/UTFPR/DV; 3) declaração de não início do projeto (com assinatura e data); 4) registro de projeto junto a Diretoria responsável (anuência da DIRPPG, para pesquisa); 5) projeto de pesquisa; 6) Declaração do médico veterinário responsável pelo procedimento cirúrgico; 7) Declaração do médico veterinário RT da UTFPR-DV.</p>	
Página 1 de 2	



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Dois Vizinhos
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA



Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Não há.
Situação do Parecer: APROVADO
Considerações Finais a Critério da CEUA: Todos os procedimentos devem seguir a lei nº 11.794 de 8 de outubro de 2008.

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Fistulação ruminal de ovinos para testes de fermentação ruminal e metabolismo animal", protocolo nº 2016/011, sob a responsabilidade de **Emilyn Midore Maeda** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA-UTFPR) da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, em reunião de 10/05/2016.

Vigência do projeto:	20/06/2016 – 01/09/2016
Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa Científica
Espécie/linhagem:	Ovinos; Dorper x Santa Inês
Número de animais:	5
Peso/Idade:	Peso médio 25 kg; 8 meses a 1,5 anos
Sexo:	macho
Origem:	UTFPR-DV

Dois Vizinhos, 31 de maio de 2016.



Nédia de Castilhos Ghisi
Assinado por:

Nédia de Castilhos Ghisi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Nédia de Castilhos Ghisi
Presidente do CEUA - UTFPR
Comissão de Ética no
Uso de Animais

Anexo B: Parecer de aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais para o projeto de execução do experimento.

 Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Câmpus Dois Vizinhos Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA		 UTFPR UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROJETO DE PESQUISA / AULA PRÁTICA		
Título:	Níveis de inclusão de trigoilho em dietas de cordeiros em terminação	
Área Temática:	Nutrição de ruminantes	
Pesquisador / Professor:	Prof(ª). Dr(ª). Emylyn Midori Maeda	
Instituição:	Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos	
Financiamento:	Não consta	
Versão:	2ª	
PARECER CONSUBSTANCIADO DA CEUA		Protocolo nº 2016-020
<p>Apresentação do Projeto: O projeto de pesquisa intitulado "Níveis de inclusão de trigoilho em dietas de cordeiros em terminação" sob coordenação da profª. Drª. Emylyn Midori Maeda (UTFPR- Dois Vizinhos) e colaboração da prof. Dr. Vicente de Paulo Macedo (UTFPR – Dois Vizinhos) têm como objetivo avaliar o consumo de matéria seca, a digestibilidade, pH ruminal, concentração de amônia, balanço de nitrogênio na dieta de cordeiros em terminação com diferentes níveis de inclusão de trigoilho. A pesquisa será realizada utilizando 4 ovinos machos (Dorper x Santa Inês), castrados, com idade de 8 meses a 1,5 ano, peso médio de 35 Kg e fistulados no rúmen (cirurgia de fistulação ruminal dos ovinos foi aprovada pelo CEUA segundo o protocolo nº 2016-011), organizados em um delineamento quadrado latino 4x4. Os tratamentos utilizados serão: controle (0% trigoilho) e três níveis de inclusão de trigoilho (25%, 50% e 75%) na dieta alimentar dos animais, a qual será a base de feno tifton e concentrado, na proporção volumoso:concentrado de 30:70. Os pesquisadores propuseram a realização do experimento em 4 períodos de 20 dias, sendo 15 dias de adaptação a dieta e os outros 5 destinados a coleta de fezes, urina, análise de pH, líquido ruminal e sobras alimentares (se houver). Os dados encontrados serão submetidos a análise de variância e regressão em função dos níveis de inclusão de trigoilho com auxílio do software livre RStudio. O experimento será conduzido na Unidade de Ensino e Pesquisa (UNEPE) de metabolismo animal da UTFPR-DV, onde os animais serão mantidos em gaiolas metabólicas individuais, equipadas com cocho e bebedouro.</p> <p>O pesquisador responsável pelo projeto de pesquisa apresentado solicitou uma emenda do formulário (06/09/2016), incluindo à pesquisa mais 4 ovinos machos não fistulados também com peso médio de 35 kg. Para estes animais será realizado o duplo quadrado latino somente para a determinação do consumo de matéria seca e nutrientes de cordeiros alimentados com níveis de trigoilho na dieta. Os animais serão mantidos em baias individuais de 2m², equipadas com cocho e bebedouro na Unepe de Metabolismo Animal. A emenda foi solicitada com o intuito de aumentar a confiabilidade dos dados e análise estatística.</p>		
<p>Objetivo: Avaliar níveis de inclusão de trigoilho na alimentação de cordeiros em sistema de confinamento. Avaliar a influência dessa alimentação no consumo de matéria seca, a digestibilidade das dietas, pH ruminal, concentração de amônia e balanço de nitrogênio.</p>		
<p>Avaliação dos Riscos e Benefícios: Considera-se pelos pesquisadores que o principal risco oferecido aos animais é o fato de serem mantidos em confinamento, causando estresse aos animais devido à limitação de espaço, o que pode levar a alterações na ingestão de alimento. Para evitar esta situação os animais passarão por períodos de adaptação nas gaiolas metabólicas anterior ao período do experimento.</p> <p>Vários benefícios para esta pesquisa foram pontuados, dentre eles a importância de avaliar a utilização dos alimentos em relação aos parâmetros fermentativos do rúmen como pH, nitrogênio amoniacal, produção</p>		



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Dois Vizinhos
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA



de ácidos graxos voláteis e produção de proteína microbiana, pois consegue-se coletar materiais em processos de digestão diretamente do rúmen em qualquer momento. Outro importante benefício é o estudo de dietas para ruminantes compostas por ingredientes alternativos, buscando melhor aproveitamento e eficiência alimentar, além da diminuição dos custos de produção.
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa/ Aula Prática: A pesquisa será conduzida por uma equipe com relevante experiência (10 anos) na área e os métodos propostos estão condizentes com a utilização ética de animais.
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: Foram apresentados os seguintes termos e documentos: 1) Requerimento preenchido completamente e assinado pelo pesquisador responsável pelo projeto/aula prática; 2) formulário unificado de encaminhamento do CEUA/UTFPR/DV; 3) projeto de pesquisa completo no modelo da PROPPG-CEUA; 4) declaração de não início do projeto (com assinatura e data). 5) registro de projeto junto a Diretoria responsável (anuência da DIRPPG, para pesquisa). 6) Declaração de RT do veterinário.
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: NÃO HÁ.
Situação do Parecer: APROVADO.
Considerações Finais a Critério da CEUA: Todos os procedimentos devem seguir a lei nº 11.794 de 8 de outubro de 2008.

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Níveis de inclusão de trigoilho em dietas de cordeiros em terminação", protocolo nº 2016/020, sob a responsabilidade de Emilyn Midori Maeda - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA-UTFPR) da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, em reunião de 11/10/2016.

Vigência do projeto:	20/10/2016 – 20/01/2017
Finalidade	() Ensino (x) Pesquisa Científica
Espécie/linhagem:	Ovinos (Raças: Dorper x Santa Inês)
Número de animais:	8 (4 fistulados e 4 não fistulados)
Peso/Idade:	35 Kg / 8 meses a 1,5 anos
Sexo:	Machos
Origem:	UTFPR-DV

Dois Vizinhos, 13 de outubro de 2016.

Nédia de Castilhos Ghisi

Assinado por:

Nédia de Castilhos Ghisi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Nédia de Castilhos Ghisi
Presidente do CEUA - UTFPR
Comissão de Ética no
Uso de Animais