

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 20/08/2023

At the author's request, the full text of this thesis / dissertation will not be available online until August 20, 2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

FARELO DE GLÚTEN DE MILHO SECO NA DIETA DE BOVINOS NELORE EM
TERMINAÇÃO: COMPORTAMENTO INGESTIVO, SAÚDE RUMINAL, PERFIL
METABÓLICO SANGUÍNEO E EXPRESSÃO RELATIVA DE mRNA DE GENES
TRANSPORTADORES DE ÁCIDOS GRAXOS RUMINAL

HUGO LENNON CORRÊA
ZOOTECNISTA

BOTUCATU - SP
AGOSTO – 2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

FARELO DE GLÚTEN DE MILHO SECO NA DIETA DE BOVINOS NELORE EM
TERMINAÇÃO: COMPORTAMENTO INGESTIVO, SAÚDE RUMINAL, PERFIL
METABÓLICO SANGUÍNEO E EXPRESSÃO RELATIVA DE mRNA DE GENES
TRANSPORTADORES DE ÁCIDOS GRAXOS RUMINAL

HUGO LENNON CORRÊA
ZOOTECNISTA

Orientador: Dr. Danilo Domingues Millen
Coorientador (a): Dr. Mário De Beni Arrigoni
Dr^a. Cynthia Ludovico Martins

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

BOTUCATU - SP
AGOSTO – 2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Corrêa, Hugo Lennon.

Farelo de glúten de milho seco na dieta de bovinos nelore em
terminação : comportamento ingestivo, saúde ruminal, perfil
metabólico sanguíneo e expressão relativa de mRNA de genes
transportadores de ácidos graxos ruminais / Hugo Lennon Corrêa.
- Botucatu, 2021

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Orientador: Danilo Domingues Millen
Coorientador: Mário De Beni Arrigoni
Coorientador: Cynthia Ludovico Martins
Capes: 50405004

1. Bovinos de corte. 2. Expressão gênica. 3. Ruminação
digestiva. 4. Metabolismo. 5. Glúten. 6. Farelo de milho.

Palavras-chave: Bovinos de corte; Expressão gênica; Farelo de
glúten de milho seco; Saúde ruminal; Terminação de bovinos.

Ofereço

A Deus pelas benções concedidas, por me guiar, proteger e fazer seguir em frente. O Senhor é a minha paz e com Você sempre quero estar.

Dedico

À minha família, minha mãe, Tânia de Jesus Corrêa, meu pai, Romison de Souza Teixeira e irmãos, Louane Tainá Corrêa Teixeira e Lucas Matheus Corrêa Teixeira pelo apoio e ajuda constante e amor incondicional.

Vocês sempre estarão comigo!

Agradecimentos

A Deus por todas as oportunidades que tive em compreender, aprender e ensinar;

À minha família que, em todos os momentos, sempre deram apoio incondicional e uma palavra de conforto para manter os planos;

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" pela oportunidade em cursar a pós-graduação;

Ao Orientador, Professor Dr. Danilo Domingues Millen pelas orientações concedidas e oportunidades de compartilhamento de conhecimentos;

Aos co-orientadores Dr. Mário de Beni Arrigoni e Dr^a Cinthya Ludovico Martins por todo apoio e confiança depositado, bem como por ajudar continuamente nesta pesquisa e em meu desenvolvimento pessoal e profissional;

Ao professor Dr. Otávio Rodrigues Machado Neto por toda supervisão concedida ao longo do desenvolvimento desta pesquisa;

À equipe de execução do projeto em campo, Wellington Luiz de Paula Araújo, Mateus Silva Ferreira, Bismarck Moreira Santiago e Tainá Eburnêo Martins, obrigado pela oportunidade em compartilhar experiências e vivência diária no confinamento;

A todos os estagiários: Ana Bárbara Sartor, Luiz Antônio Fogaça, João Victor Ishikawa, Camila Prado, Adelino Francischinelli, Ana Gabriela Sabadini, Monise Santos, Matheus Parra, Rafael Bitu e demais integrantes da Empresa Júnior NUTRIR – UNESP, entre outros que participaram indiretamente. Sem a ajuda e colaboração de vocês não teríamos concluído esse projeto com sucesso;

Aos funcionários do setor do Confinamento de novilho precoce Carlos Eduardo, Wilson Bizantino e Sr. Benedito e aos demais funcionários da FMVZ por todo tipo de informação e experiência de vida concedida;

A técnica Gisele Setznagl e Stefanilly Souza Leite pela ajuda no Laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP;

Ao professor José Roberto Sartori do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, por disponibilizar o laboratório de imagens para as análises histológicas;

Aos funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, tanto os professores, funcionários administrativos e limpeza e entre outras repartições da UNESP que colaboraram na minha formação ao longo desses anos;

Aos funcionários da seção técnica de pós-graduação da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, senhora Ellen Cassimiro e Claudia Cristina pela ajuda, colaboração e paciência durante esta etapa;

À Universidade Federal de Lavras pela parceria institucional com a execução de análises moleculares;

A empresa Nutron/Cargil representado por Dr. Pedro Veiga Paulino pela parceria em projeto de pesquisa com a UNESP.

Ao professor Dr. Antônio Chalfun Júnior pela contribuição com as análises moleculares e autorização para que eu pudesse desenvolver atividade laboratorial e permitir a divisão de experiência com toda equipe do Laboratório de Fisiologia Molecular Vegetal – UFLA, MG;

Aos supervisores Dr. Carlos Henrique Cardon e Dra. Kellen Kauanne Pimenta de Oliveira por toda ajuda e acompanhamento diário com as análises moleculares, além de todos aqueles que contribuíram indiretamente na execução desta pesquisa;

À minha querida companheira, namorada e amiga de todas as horas, Daiane Cristina Marques da Silva. Obrigado por todo o apoio e ajuda nos momentos de dificuldade, alegria, cansaço e felicidade encontrado nesta caminhada;

Aos meus amigos da República Mato-Minas, Vitão (Victor Oliveira Maia), Bruno Frank (Bruno), Vinicius R. Arantes (Vini), Gean Monteiro (Gaúcho), Rafael Bibiano (Bibi), Júlio César (Trator), Jean Gil (Sequela), Luís Miguel (Insulina), Rodrigo Faria (Pepa) e ao mascote, Milo (PET) pela moradia, acolhimento, momentos de descontração, alegria e confraternizações;

À República Lobo Mal e Villa Velha, em nome de Thiago Silva Ramos (Fumaça), pela estadia, acolhimento e companheirismo durante o período de análises no município de Lavras-MG.

À Usina São Manuel, pela doação do bagaço-de-cana;

A todos os bovinos que participaram desta pesquisa, meus sinceros agradecimentos;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo bolsa concedida e apoio financeiro por meio da reserva técnica de bolsa (Processo 2018/18002-3).

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

MUITO OBRIGADO!

“As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autores(s) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP”

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO 1	7
Considerações iniciais	10
1. Introdução	10
2. Panorama da bovinocultura	11
3. Farelo de glúten de milho seco	12
3.1 Generalidades, formas de obtenção e composição	12
3.2 Farelo de glúten de milho na alimentação de bovinos.....	16
4. Saúde ruminal de bovinos confinados	20
5. Consumo e comportamento alimentar	26
6. Expressão relativa de mRNA de genes associados a processos digestivos	28
Objetivo	36
Referências bibliográficas	37
CAPÍTULO 2	56
Resumo	58
Abstract.....	60
1. Introdução	61
2. Materiais e Métodos	62
2.1 Local, clima e período experimental	62
2.2 cuidados na recepção, manejo alimentar e condução experimental	62
2.3. Ingestão de matéria seca e desempenho	64
2.4. Avaliação do comportamento alimentar	64
2.5. Avaliação do índice de seletividade da ração total	65
2.6. Estimativa da energia para ganho de peso e custo de ganho	66
2.7. Perfil metabólico sanguíneo	67
2.8. Índice de rumenites e abscessos hepáticos	67
2.9. Morfologia das papilas ruminais	68
2.10. Histologia das papilas ruminais	69
2.12. Genes candidatos, primers e análise relativa da expressão gênica (RT – qPCR)..	71
2.13. Delineamento experimental e análise estatística	72
3. Resultados.....	74
4. Discussão	85
5. Conclusão	91
6. Literatura Citada	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Níveis de inclusão de ingredientes nas dietas experimentais	63
Tabela 2.	Composição química do farelo de glúten de milho seco (FGMS) fornecido aos animais durante o período experimental.....	64
Tabela 3.	Genes alvos e sequências de nucleotídeos iniciadores da RT- qPCR.....	73
Tabela 4.	Consumo de matéria seca, desempenho produtivo e consumo de FDN e Amido de bovinos nelores confinados e alimentados com níveis crescentes de inclusão de FGMS.	74
Tabela 5.	Comportamento ingestivo de bovinos nelores confinados e alimentados com níveis crescentes de inclusão de FGMS	76
Tabela 6.	Distribuição e índice de seletividade de partícula da ração de bovinos nelore confinados alimentados com níveis crescentes de inclusão de FGMS na dieta	77
Tabela 7.	Morfometria das papilas ruminais de bovinos nelore confinados alimentados com níveis crescentes de inclusão de FGMS na dieta	78
Tabela 8.	Histologia das papilas ruminais de bovinos nelore confinados e alimentados com níveis crescentes de inclusão de FGMS na dieta	78
Tabela 9.	Perfil metabólico hepático de bovinos nelore confinados e alimentados com níveis crescentes de inclusão de FGMS na dieta.....	79
Tabela 10.	Perfil metabólico sanguíneo de bovinos nelore confinados e alimentados com níveis crescentes de inclusão de FGMS na dieta.....	80

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Fluxograma de obtenção do farelo de milho seco..... 14

Capítulo 2

Figura 1. Expressão relativa de mRNA de genes (CLDN1 e DGS1) responsáveis pela proteção da barreira epitelial nas papilas ruminais de bovinos nelore confinados e alimentados com níveis crescentes de inclusão de FGMS. 81

Figura 2. Expressão relativa de mRNA de genes (MCT1, MCT4, NHE3, NHE1, PAT1 e UT-B) responsáveis pelo transporte de AGCC e controle de pH intracelular nas papilas ruminais de bovinos nelore confinados e alimentados com níveis crescentes de inclusão de FGMS 84

Figura 3. Expressão relativa de mRNA de genes (TNF- α , TLR4 e CD14) receptores de respostas inflamatórias a LPS nas papilas ruminais de bovinos nelore confinados e alimentados com níveis crescentes de inclusão de FGMS. 85

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os sistemas de produção de ruminantes apresentou evolução considerável na melhoria da produtividade e qualidade do produto ofertado (CAETANO e JÚNIOR, 2017), e diante do crescimento da população mundial, os sistemas de produção animal, principalmente aqueles destinados a produção de carne, tem sido estimulado a criar modelos de produção que englobam o a utilização de novas tecnologias com o objetivo de intensificar a produção e obter resultados mais eficientes (SILVA et al.,2009).

Atualmente, a indústria animal brasileira tem contribuído diretamente com o crescimento econômico do país e, a criação de bovinos de corte é uma vertente com efeitos multiplicadores de renda e oportunidade de empregos em diversos nichos do agronegócio, intensificando a demanda por insumos, cuidados sanitários, melhoramento genético, aperfeiçoamento e modernização das técnicas de manejo produtivo e bem-estar animal. A integração desses fatores e a busca por alternativas tecnológicas e sustentáveis, permitem maior eficiência do sistema produtivo e determinam a permanência da atividade no mercado.

O número de confinamentos comerciais de bovinos de corte apresentou crescimento substancial nos últimos anos, devido principalmente ao aumento das exportações de boi gordo (OLIVEIRA e MILLEN, 2014). Em contrapartida, a busca pela melhoria da qualidade dos animais comercializados, bem como eficiência na utilização dos recursos, tem aumentado os custos despendidos com alimentação, em consequência principalmente do aumento do teor de grãos nas rações, uma vez que o grão de milho é o principal cereal utilizado para na alimentação animal, além de ser fonte de energia nas dietas de bovinos terminados em confinamentos.

A utilização de subprodutos do processamento do milho tem sido foco em estudos com ruminantes, buscando resultados relacionados aos níveis de inclusão, potencialidades no aproveitamento, parâmetros ruminais, desempenho animal e qualidade de carne, uma vez que podem atuar como fonte de energia substituindo parcial ou totalmente ingredientes tradicionalmente utilizados em formulações de dietas. Além de ser uma opção de ingredientes altamente disponível, os subprodutos otimizam os custos operacionais dos confinamentos principalmente em épocas de baixa oferta e entressafra da cultura do milho e auxiliam a saúde ruminal devido à redução no teor de amido na ração (PEREIRA et al., 2007).

O maior nível de inclusão de FGMS contribuiu com o consumo e desempenho produtivo sem alteração na morfologia e histologia das papilas ruminais, parâmetros metabólicos sanguíneos e hepáticos, bem como na expressão de genes relacionados a absorção e transporte de AGGC, proteção da barreira epitelial e receptores de respostas inflamatórias.

6. Literatura Citada

Abdoun K, Stumpff F, Rabbani I, and Martens, H. 2010. Modulation of urea transport across sheep rumen epithelium in vitro by SCFA and CO₂. *American Journal of Physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology* 298, 190-202.

Allen DM and Grant R. 2000. Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows, *Journal of dairy science* 83, 322-331.

Allen MS. 2020. Review: Control of feed intake by hepatic oxidation in ruminant animals: integration of homeostasis and homeorhesis. *Animal* 14, 55-64.

Antunes RC, Rodriguez MN, and Saliba EOS. 2011. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira AG. *Nutrição de Ruminantes* 2, 239-263.

AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Assoc. Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

Ávila SLC, Oliveira CO, Rodrigues TA, Tavares AT, Soares SL, Costa SLC, Ferraz A, Ledur MC, Anciuti MA and Bongalhard DC. 2020. Replacement of corn and soybean meal with corn gluten feed meal on rooster's diet. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 44, 798-804.

Baker GA and Guilbert HR. 1942. Non-randomness of variations in daily weights of cattle. *Journal of Animal Science* 1, 293-299.

Barducci RS. 2013. Protocolos e durações de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos Nelore confinados. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.

Beauchemin KA and Koenig KM. 2005. Feedlot cattle diets based on barley or corn supplemented with dry corn gluten feed evaluated using the NRC and CNCPS beef models. *Canadian Journal of Animal Science* 85, 365-375.

- 1 Bergman EN. 1990. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal
2 tract in various species. *Physiological Reviews* 70, 567-590.
- 3 Bigham ML and McManus WR. 1975. Whole wheat grain feeding of lambs. Effects of
4 roughage and wheat grain mixtures. *Australian Journal of Agricultural Research* 26,
5 1053-1062.
- 6 Brink DR, Lowry SR and Stock RA. 1990. Severity of liver abscesses and efficiency of
7 feed. *Journal of Animal Science* 68, 1201-1207.
- 8 Brossard L, Martin C and Michalet-Doreau B. 2003. Ruminal fermentative parameters
9 and blood acido-basic balance changes during the onset and recovery of induced latent
10 acidosis in sheep. *Animal Research* 52, 513-530.
- 11 Bustin SA, Benes V, Garso JA, Hellemans J, Huggett J, Kubista M, Mueller R, Nolan T,
12 Pfaffl MW, Shipley GL, Vandesompele J and Wittwer CT. 2009. The MIQE guidelines:
13 minimum information for publication of quantitative real-time PCR experiments. *Clinical*
14 *Chemistry* 55, 611-622.
- 15 Correia SG, Ell SC, Pringle JH and Teixeira NA. 2004. Patterns of uterine cellular pro-
16 liferation and apoptosis in the implantation site of the rat during pregnancy. *Placenta* 25,
17 538–547.
- 18 Costa SF, Pereira MN, Melo LQ, Resende Júnior JC and Chaves ML. 2008. Alterações
19 morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epi-
20 derme de bezerras. I Aspectos histológicos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária*
21 *e Zootecnia* 60, 1-9.
- 22 Daniel JLP, Resende Júnior JC and Cruz FJ. 2006. Ruminoreticulum and omasum partic-
23 ipation the bovine total absorptive surface. *Brazilian Journal of Veterinary Research and*
24 *Animal Science* 43, 688-694.
- 25 Dieho K, Bannink A, Geurts IA, Schonewille JT, Gort G and Dijkstra J. (2016). Morpho-
26 logical adaptation of rumen papillae during the dry period and early lactation as affected
27 by rate of increase of concentrate allowance. *Journal of Dairy Science* 99, 2339-2352.
- 28 Darabighane B, Aghjehgheshlagh MF, Mahdavi A, Navidshad B and Bernard, JK. 2020.
29 Effects of inclusion of corn gluten feed in dairy rations on dry matter intake, milk yield,

- 1 milk components, and ruminal fermentation parameters: a meta-analysis. *Tropical Ani-*
2 *mal Health Production* 52, 2359–2369.
- 3 Dragomi C, Smaranda P, Florescu N and Vlassa M. 2008. The effect of replacing dietary
4 barley with dry corn gluten feed on the dynamics of ruminal Ph. *Archiva Zootechnica* 11,
5 16-23.
- 6 Ferraz ED, Silveira BBB, Sarmiento VA and Santos JN. 2011. Toll-Like Receptors: reg-
7 ulation of the immune responses: Review. *Revista Gaúcha de Odontologia* 59, 483-490.
- 8 Firkins JL, Berger LL, Fahey GC and Merchen NR. 1984. Ruminal nitrogen degradability
9 and escape of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds. *Journal of*
10 *Dairy Science* 67, 1936-1944.
- 11 Fox DG, Tedeschi LO, Tylutki TP, Russell JB, Van Amburgh ME, Chase LE, Pella AN
12 and Overton TR. 2004. The cornell net carbohydrate and protein system model for eval-
13 uating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal Feed Science and Technology* 112,
14 29–78.
- 15 Graham C, Gatherar I, Haslam I, Glanville M and Simmons NL. 2007. Expression and
16 localization of monocarboxylate transporters and sodium/proton exchangers in bovine
17 rumen epithelium. *American Journal of Physiology. Regulatory Integrative and Compar-*
18 *ative Physiology* 292, 997-1007.
- 19 González FHD and Silva SC. 2006. *Introdução à bioquímica clínica veterinária*. 2.ed.
20 Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- 21 Hankins SL, Arseneau JD, Lemenager RP, and Sutton AL. 2005. Performance, carcass
22 traits, and nutrient excretion of beef feedlot cattle fed a corn gluten feed diet. *The Profes-*
23 *sional Animal Scientist* 21,1-6.
- 24 Hao X, Gao H, Wang X, Zhang G and Zhang Y. 2017. Replacing alfalfa hay with dry
25 corn gluten feed and Chinese wild rye grass: Effects on rumen fermentation, rumen mi-
26 crobial protein synthesis, and lactation performance in lactating dairy cows, *Journal of*
27 *dairy science* 100, 2672-2681.
- 28 Heinrichs J and Kononoff P. 2004. Evaluating particle size of forages and TMRs using
29 the new Penn State Particle Size Separator. Department of Dairy and Animal Science,
30 Penn State University. DAS 02-42.

- 1 Jing XP, Peng QH, Hu R, Zou HW, Wang HZ, Yu XQ and Wang ZS. 2018. Dietary sup-
2 plements during the cold season increase rumen microbial abundance and improve rumen
3 epithelium development in tibetan sheep. *Journal of Animal Science* 96, 293–305.
- 4 Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. 2008. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6.ed.
5 San Diego: Academic Press, 916.
- 6 Kampman KA and Loerch SC. 1988. Effects of dry com gluten feed on cattle feedlot
7 performance and fiber digestibility. *Journal of Animal Science* 67, 501-512.
- 8 Krehbiel CR, Stock RA, Herold DW, Shain DW, Ham GA and Carulla JE. 1988. Feeding
9 wet corn gluten feed to reduce subacute acidosis in cattle. *Journal of Animal Science* 73,
10 293-2939.
- 11 Leonardi C and Armentano LE. 2003. Effect of quantity, quality and length of alfalfa hay
12 on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86, 557-564.
- 13 Lofgreen GP and Garret WNA. 1968. A system for expressing net energy requeriments
14 and feed values for growing and finishing beef cattle. *Journal of Animal Science* 27, 793-
15 806.
- 16 Macken CN, Erickson GE, Klopfenstein TJ, Milton CT and Stock RA. 2004. Effects of
17 dry, wet, and rehydrated corn bran and corn processing method in beef finishing diets.
18 *Journal of Animal Science* 82, 3543-3548.
- 19 McCann JC, Luan S, Cardoso FC, Derakhshani H, Khafipour E and Loor JJ. 2016. In-
20 duction of subacute ruminal acidosis affects the ruminal microbiome and epithelium.
21 *Frontiers Microbiome* 7, 701.
- 22 Mertens DR. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber
23 in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. *Journal of AOAC*
24 *International* 85, 1217–1240.
- 25 Moscardini MC. 2008. Substituição do milho moído fino por polpa cítrica e/ou farelo de
26 glúten de milho em rações para bovinos terminados em confinamento. Dissertação (Mes-
27 trado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
28 Universidade de São Paulo.

- 1 Müller F, Huber K, Pfannkuche H, Aschenbach JR, Breves G and Gabel G. 2002.
2 Transport of ketone bodies and lactate in the sheep ruminal epithelium by monocarbox-
3 ylate transporter 1. American Journal of Physiology. Gastrointestinal and Liver Physi-
4 ology 283, 1139-1146.
- 5 Mullins C, Grigsby K, Anderson D, Titgemeyer E and Bradford B. 2010. Effects of feed-
6 ing increasing levels of wet corn gluten feed on production and ruminal fermentation in
7 lactating dairy cows, Journal of dairy science 93, 5329–5337.
- 8 Odongo NE, Alzahal Ó, Lindinger ML, Duffield TF, Valdes EV, Terrell SP and McBride
9 BW. 2006. Effects of mild heat stress and grain challenge on acid-base balance and rumen
10 tissue histology in lambs. Journal of Animal Science 84, 447–455.
- 11 Pacheco PS, Restle J, Vaz FN, Freitas AKD, Pádua JT, Neumann M and Arboitte MZ.
12 2006. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e super-
13 jovens de diferentes grupos genéticos. Revista Brasileira de Zootecnia 35, 309-320.
- 14 Pan LF, Yu L, Wang LM, He JT, Sun JL, Wang XB, Bai ZH, Wang H, Yan TL and Pei
15 HH. 2017. The Toll-like receptor 4 antagonist TAK-242 protects against chronic pancre-
16 atitis in rats. Molecular Medicine Reports 16, 3863-3868.
- 17 Pederzoli RA, Van Kessel AG, Campbell J, Hendrick S, Wood KM and Penner
18 GB. 2018. Effect of ruminal acidosis and short-term low feed intake on indicators of gas-
19 trointestinal barrier function in Holstein steers. Journal of Animal Science 96, 108-125.
- 20 Pereira MC, Cruz GD, Arrigoni MD, Rigueiro AL, Silva J, Carrara TV, Santos PC, Cur-
21 sino LL and Millen DD. 2016. Relationships of feedlot performance, feeding behavior,
22 rumen morphometrics, and carcass characteristics of Nellore cattle differing in pheno-
23 typic residual feed intake. Journal of Animal Science 94, 4287-4296.
- 24 Pereira ED, Santos FAP, Bittar CMM, Ramalho RR, Costa DFA and Martinez JC. 2007.
25 Substituição do milho por farelo de trigo ou farelo de glúten de milho na ração de bovinos
26 de corte em terminação. Acta Scientiarum 29, 49-55.
- 27 Pereira FTV, Braga FC, Burioli KC, Kfoury, JR, Oliveira LJ, Papa PC, Carvalho AF,
28 Ambrósio CE, Bazer FW and Miglino M.A. 2010. Transplacental transfer of iron in the
29 Water buffalo (*Bubalus bubalis*): uteroferrin and erithrophagocytosis. Reproduction in
30 Domestic Animals 45, 907–914.

- 1 Pfaff MW. 2001. A new mathematical model for relative quantification in real-time
2 RT-PCR. *Nucleic Acids Research* 29, e45.
- 3 Pinto ANJ and Millen DD. 2018. Nutritional recommendations and management prac-
4 tices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. *Canadian Journal*
5 *of Animal Science* 99, 392-407.
- 6 Reddy KE, Jeong JY, Baek YC, Oh YK, Kim M, So KM, Kim MJ, Kim DW, Park SK,
7 Lee HJ. 2017. Early weaning of calves after different dietary regimens affects later rumen
8 development, growth, and carcass traits in Hanwoo cattle. *Asian-Australasian Journal of*
9 *Animal Sciences* 30, 1425–1434.
- 10 Resende Júnior JC, Alonso LS, Pereira MN, Roca MGM, Duboc MV, Oliveira EC and
11 Melo LQ. 2006. Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cows and
12 sheep. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 43, 526-536.
- 13 Richards CJ, Stocks RA, Klopfensteink TJ and Shain DH. 1998. Effect of corn gluten
14 feed, supplemental protein, and tallow on steer finishing performance. *Journal of Animal*
15 *Science* 76, 421-428.
- 16 Robles V, González LA, Ferret A, Manteca X, Calsamiglia S. 2007. Effects of feeding
17 frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-con-
18 centrate diets *Journal of Animal Science*, 85, 2538-2547.
- 19 Santos FAP, Pereira EM and Pedroso AM. 2004. Suplementação energética de bovinos
20 de corte em confinamento. In: *Simpósio sobre Bovinocultura de Corte. Anais...* Piraci-
21 caba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 261-297.
- 22 Sapna, Chaudhary DP, Kumar R, Mandhania S, Srivastava P, Kumar A and Kumar RS.
23 2012. Corn To Ethanol: Retrospect’s And Prospects, Maize: Leading To A New Para-
24 digm. Directorate of maize research. Technical Bulletin, 28.
- 25 Silva DJ and Queiroz AC. 2002. *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*.
26 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235.
- 27 Sindt MH, Stock RA, Klopfenstein TJ and Vieselmeyer BA. 1993. Protein sources for
28 finishing calves as affected by management system. *Journal of Animal Science* 71, 1047-
29 1056.

- 1 Simmons NL, Chaudhry AS, Graham C, Scriven ES, Thistlethwaite A, Smith CP and
2 Stewart GS. 2009. Dietary regulation of ruminal bovine UT-B urea transporter expression
3 and localization. *Journal of Animal Science* 87, 3288-3299.
- 4 Stelzleni AM, Segers JR, Stewart RL. 2016. Long-term use of corn coproducts as a source
5 of protein in beef finishing diets and the effects on carcass characteristics and round mus-
6 cle quality. *Journal of Animal Science* 94, 1227-1237.
- 7 Stock R, Klopfenstein T and Shain D. 1983. Feed intake variation. In: Symposium feed
8 intake by feedlot cattle. Stillwater: Oklahoma State University, 56-59.
- 9 Stumpff F, Martens H, Bilk S, Aschenbach JR and Gäbel G. 2009. Cultured ruminal epi-
10 thelial cells express a large-conductance channel permeable to chloride, bicarbonate, and
11 acetate. *Pflügers Archiv: European Journal of Physiology* 457, 1003-1022.
- 12 Triantafilou M, Triantafilou K. 2005. The dynamics of LPS recognition: complex orches-
13 tration of multiple receptors *Journal of Endotoxin Research* 11, 5-11.
- 14 Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral de-
15 tergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of*
16 *Dairy Science* 74, 3583-3597.
- 17 Weigel JC, Loy D and Kilmer L. 1997. Feed Co-products of the Corn Wet Milling Pro-
18 cess. Washington DC. Renewable Fuels Association, 11-12.
- 19 Wu YV. 1998. Neutral sugar contents of corn gluten feed and corn gluten meal. *Journal*
20 *of Agricultural and Food Chemistry* 44, 136-138
- 21 Ye J, Coulouris G, Zaretskaya I, Cutcutache I, Rozen S and Adden TL. 2012. Primer-
22 BLAST: a tool to design target-specific primers for polymerase chain reaction. *BMC Bi-*
23 *oinformatics* 13, 134.
- 24 Xie F, Xiao P, Chen D, Xu L and Zhang B. 2012. miRDeepFinder: a miRNA analysis
25 tool for deep sequencing of plant small RNAs. *Plant molecular biology* 80, 75-84.
- 26 Zhang R, Zhu W, Mao S. 2016. High-concentrate feeding upregulates the expression of
27 inflammation-related genes in the ruminal epithelium of dairy cattle. *Journal of Animal*
28 *Science and Biotechnology* 7, 1-13.

1 Zinn RA and Shen Y. 1998. An evaluation of ruminally degradable intake protein and
2 metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. Journal of Animal Science 76,
3 1280-1289.