

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 07/08/2021.

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

PARÂMETROS FECAIS INDICATIVOS DA DIGESTÃO DE AMIDO E SUAS
RELAÇÕES COM A EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE BUBALINOS DE TRÊS
GRUPOS GENÉTICOS

TÂNIA VIEIRA DE PAULA

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia

BOTUCATU – SP
Agosto - 2020

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

PARÂMETROS FECAIS INDICATIVOS DA DIGESTÃO DE AMIDO E SUAS
RELAÇÕES COM A EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE BUBALINOS DE TRÊS
GRUPOS GENÉTICOS

TÂNIA VIEIRA DE PAULA

Engenheira agrônoma

Orientador: Prof. Dr. André Mendes Jorge

Coorientadores: Dr. André Michel De Castilhos

Dra. Caroline De Lima Francisco

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia

BOTUCATU – SP
Agosto – 2020

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

Paula, Tânia Vieira de.

Parâmetros fecais indicativos da digestão de amido e suas relações com a eficiência alimentar de bubalinos de três grupos genéticos / Tânia Vieira de Paula. - Botucatu, 2020

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: André Mendes Jorge

Coorientador: André Michel de Castilhos

Coorientador: Caroline de Lima Francisco

Capes: 50405004

1. Búfalos. 2. Fezes - Exame. 3. Digestibilidade. 4. Amido. 5. Confinamento (Animais).

Palavras-chave: Amido fecal; Bubalinocultura; Confinamento; Digestibilidade do amido.

BIOGRAFIA DO AUTOR

TÂNIA VIEIRA DE PAULA – nascida no dia 10 de janeiro de 1993, na cidade de Inocência/MS, filha de Rosângela Vieira Leonel de Paula e Joelson de Souza Paula. Ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus de Cuiabá, em março de 2010, com período de graduação sanduíche pelo programa Ciência sem Fronteiras. Nos Estados Unidos, estudou na Universidade de Wisconsin-River Falls (UWRF), durante 17 meses entre os anos de 2014-2015, como bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Graduiu-se em maio de 2016. Em março de 2018, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, onde também foi bolsista pela CAPES. Atua na área de nutrição e produção de ruminantes.

“Aos meus familiares, amigos e namorado.
Nenhuma conquista ou alegria são completas
quando não são compartilhadas com vocês.”

Com muito amor e gratidão,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Também teve apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Projeto Temático # 2014/05473-7).

Agradeço à minha família. Primeiramente aos meus pais, Rosângela Vieira Leonel de Paula e Joelson de Souza Paula, que sempre priorizaram minha educação, lutando muito para me proporcionar todas as condições necessárias para eu chegar até aqui e que, sem dúvidas, nunca medirão esforços para me ver crescer ainda mais. Assim como minha avó Eva Maria de Souza Paula, meu espelho, a pessoa que mais se empenha no mundo para que nunca me falte nada.

Agradeço também à minha irmã Tamires Vieira de Paula, pois sei que se preocupa comigo e torce muito pelo meu sucesso; e aos meus sobrinhos Arthur e Alice, minhas maiores alegrias.

Ao meu namorado, Vitor Furtado Jerônimo Veloso, por acreditar na minha capacidade, por todo o incentivo e motivação. Obrigada pela paciência, por aguentar todas minhas crises de ansiedade e por sempre fazer o possível e o impossível para me encorajar quando desanimo. Obrigada até mesmo pelos “puxões de orelha”, sei o quanto são necessários. Sua parceria está sendo essencial nessa trajetória e na minha vida.

Aos meus amigos e parceiros de pós-graduação Abias Santos, Leone Rocha, Bismarck Santiago, Camila Sabino e Amanna Jacaúna, pelo companheirismo e pela ajuda quando preciso, dentro e fora da universidade. Vocês fazem meus dias mais leves e divertidos.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, pela oportunidade de realizar o Mestrado e a todos professores pelos ensinamentos durante o curso.

Ao meu orientador André Mendes Jorge, coorientadores André Michel de Castilhos e Caroline de Lima Francisco e todos os demais integrantes do grupo de pesquisa UNESP – Botucatu – Búfalos, pelo auxílio no desenvolvimento desse projeto e também aos funcionários do setor de Bubalinocultura Arivaldo Inácio Primo Júnior “Dinho”, Amarildo Vieira dos Santos “Liu” e Wilson Bueno de Oliveira “Lipe”, pela ajuda nas atividades diárias.

Aos professores Lúcia Maria Zeoula e Henrique Leal Perez, da Universidade Estadual de Maringá (UEM), pela generosidade em ceder animais e suas instalações para que eu pudesse realizar parte do meu experimento, além da excelente hospitalidade.

À toda equipe do laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP, chefiado pelo professor Paulo Roberto de Lima Meirelles. Obrigada por toda a assistência prestada.

A todos os animais que passaram pelo setor de Bubalinocultura, agradeço pela oportunidade de tê-los utilizado em prol da pesquisa, educação e desenvolvimento do setor agrícola.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram com a realização desse projeto e com meu crescimento profissional e pessoal.

Obrigada!

RESUMO GERAL

O objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros fecais indicativos da digestão do amido em bubalinos (*Bubalus bubalis*) de três grupos genéticos (GG: Mediterrâneo, Murrah e Jafarabadi), a fim de identificar as relações com sua eficiência alimentar. Foram utilizados 78 machos não-castrados e desmamados (26 de cada grupo genético), com ± 200 kg de peso inicial e 210 dias de idade média, aproximadamente; que foram alojados em baias separadas por GG, contendo cochos e bebedouros com sistema eletrônico de alimentação, no confinamento do Centro de Pesquisas Tropicais em Bubalinos, situado na Fazenda Experimental Edgárdia (Botucatu, SP), no ano de 2017. Foi realizada coleta de fezes para ensaio de digestibilidade no período de terminação, durante 3 dias consecutivos, com intervalo de 2, 4 e 6 h após a oferta do alimento pela manhã; foram colhidas amostras entre 150 a 250 g imediatamente após defecação. Amostras do alimento oferecido e das sobras dos 3 dias também foram coletadas e incubadas “*in situ*” no rúmen de bubalinos fistulados; o material remanescente foi submetido à extração com detergente neutro para quantificação de teores de FDNi. A determinação do amido fecal foi realizada por meio de espectroscopia de refletância do infravermelho próximo (NIRS). Foram avaliadas as variáveis de desempenho peso vivo final (PV_{final}), peso vivo metabólico ($PM^{0,75}$), ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca (CMS, kg/d) e CMS (% PV) e as variáveis de eficiência consumo alimentar residual (CAR), ganho residual (GR), consumo e ganho residual (CGR), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA). A análise estatística foi feita por meio do programa SAS, com significância considerada se $P \leq 0,05$ e tendências foram discutidas se $P > 0,05$ e $P \leq 0,10$. O teor de amido fecal dos GGs teve efeito do horário de coleta das amostras, cada GG obteve seu maior teor em horários diferentes (Mediterrâneo pela manhã, Murrah ao meio-dia e Jafarabadi no final da tarde). A digestibilidade do amido foi baixa (média de 84,52%) e a concentração de amido fecal foi alta (média de 18,29%), porém essas variáveis não sofreram influência do grupo genético, diferente da MS fecal e do pH fecal, que mostraram que o GG Jafarabadi possui um maior teor de MS fecal e também maior pH fecal, assim como o Murrah. Houve correlação negativa entre pH fecal e amido fecal e correlação positiva entre MS fecal e pH fecal. Embora fracas, também houveram correlações negativas entre amido fecal e PV_{final} e $PM^{0,75}$ e entre MS fecal e as variáveis PV_{final} , GMD, CMS (kg/d) e CMS (% PV). Não houveram correlações entre os parâmetros fecais e as variáveis de eficiência, apenas tendência entre MS fecal e CAR. Os resultados mostram que os grupos genéticos Jafarabadi e Murrah digerem melhor o amido em relação ao Mediterrâneo. Apesar disso, revelam a baixa capacidade dos búfalos de digerir

amido. Portanto, os parâmetros fecais não são uma boa ferramenta para indicar animais eficientes no rebanho, quando a dieta ofertada possui alto teor de amido.

Palavras-chave: amido fecal, bubalinocultura, confinamento, digestibilidade do amido

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the fecal parameters indicative of starch digestion in buffaloes (*Bubalus bubalis*) from three genetic groups (GG: Mediterranean, Murrah and Jafarabadi) in order to find out their relationship with their feed efficiency. Seventy-eight non-castrated and weaned males (26 of each breed), with ± 200 kg of initial weight and 210 days of average age, were used; that were housed in collective stalls, separated by GG, containing troughs and drinking fountains with electronic feeding system, in the feedlot of the Center for Tropical Research in Buffaloes, located at Edgárdia Experimental Farm (Botucatu, SP), in 2017. Feces were collected for digestibility test in the finishing period, for 3 consecutive days, with an interval of 2, 4 and 6 h after the diet offer in the morning. Samples from 150 to 250 g were taken immediately after defecation. Samples of the offered diet and the leftovers of the 3 days were also collected and incubated “*in situ*” in the rumen of fistulated buffaloes. The remaining material was subjected to extraction with neutral detergent to quantify NDFi levels. Fecal starch determination was performed by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). Performance variables were evaluated, body weight (BW), average daily gain (ADG), dry matter intake (DMI, kg/d) and DMI (% BW) and efficiency variables, residual feed intake (RFI), residual gain (RG), residual gain consumption (RGC), feed conversion (FC), and feed efficiency (FE). Statistical analysis was performed using the SAS program, with significance considered if $P \leq 0.05$ and tendency discussed if $P > 0.05$ and $P \leq 0.10$. The fecal starch content of genetic groups had an effect on the time of sample collection (Mediterranean in the morning, Murrah at noon, and Jafarabadi in the end of the day). Starch digestibility was low (84.52%) and fecal starch concentration was high (18.29%), but these variables were not influenced by the genetic group, unlike fecal MS and fecal pH, that showed that the GG Jafarabadi has the highest fecal DM content, as well as Murrah. There was a negative correlation between fecal pH and fecal starch and a positive correlation between fecal MS and fecal pH. Although weak, there was also correlation between fecal starch and BW and $BW^{0.75}$ and between fecal DM and the following variables: BW, ADG, DMI (kg/d) and DMI (% BW). There was no correlation between performance variables and efficiency variables, only tendency between fecal DM and RFI. The results showed that Jafarabadi and Murrah digest starch better than Mediterranean. Despite that, demonstrated the buffalo’s low capacity to digest starch. Therefore, fecal parameters are not a good tool to indicate efficient animals in the herd, when the offered diet has a high starch content.

Keywords: fecal starch, buffalo, feedlot, starch digestibility

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO II	
Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e características nutricionais da dieta	25
Tabela 2. Descrição das unidades experimentais amostradas por período e grupo genético para a utilização do <i>pool</i> de amostras	26
Tabela 3. Teor de amido da dieta fornecida em confinamento durante o período de coleta de amostras de fezes	28
Tabela 4. Médias dos valores de digestibilidade do amido, concentração de amido fecal, matéria seca (MS) fecal e potencial hidrogeniônico (pH) fecal de acordo com o grupo genético de bubalinos em confinamento	30
Tabela 5. Coeficientes de correlação parcial de Pearson referentes a concentração de amido fecal, matéria seca (MS) fecal com as variáveis de desempenho e eficiência de bubalinos em confinamento.....	34
Tabela 6. Médias dos valores de digestibilidade do amido, concentração de amido fecal, matéria seca (MS) fecal e potencial hidrogeniônico (pH) fecal de acordo com a classe da medida de eficiência de bubalinos em confinamento	36

LISTA DE FIGURAS

	Página
 CAPÍTULO II	
Figura 1. Variação do teor de amido fecal de acordo com o efeito da interação do grupo genético e do horário da coleta ($P < 0,001$).	29
Figura 2. Correlação parcial de Pearson entre o pH fecal e a concentração de amido fecal de bubalinos em confinamento.....	32
Figura 3. Correlação parcial de Pearson entre o pH fecal e a concentração de matéria seca (MS) fecal de bubalinos em confinamento.	33

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AGCC	Ácido graxo de cadeia curta
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CA	Conversão alimentar
CAR	Consumo alimentar residual
CEUA	Comissão de ética em uso de animais
CGR	Consumo ganho residual
CMS	Consumo de matéria seca
CNF	Carboidratos não fibrosos
CPTB	Centro de Pesquisas Tropicais em Bubalinos
DDF	Graus de liberdade denominador
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
EA	Eficiência alimentar
EE	Extrato etéreo
EGS	Espessura de gordura subcutânea
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNcp	Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína
FDNi	Fibra em detergente neutro indigestível

FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
GG	Grupo genético
GMD	Ganho médio diário
GR	Ganho residual
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
NIRS	<i>Near-Infrared Spectroscopy</i>
NRC	<i>National Research Council</i>
PB	Proteína bruta
PV	Peso vivo
PV ^{0,75}	Peso vivo metabólico
PV _{final}	Peso vivo final
PV _{inicial}	Peso vivo inicial
R ²	Coeficiente de determinação
SAS	<i>Statistical Analysis System</i>
TNT	Tecido não tecido
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
USDA	United States Department of Agriculture
®	Marca registrada
™	Marca não registrada

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO I.....	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
1. REVISÃO DE LITERATURA	2
1.1. FISIOLOGIA DIGESTIVA DE BUBALINOS	3
1.2. AMIDO.....	3
1.2.1. Digestibilidade do amido.....	4
1.2.2. Amido fecal	6
1.2.3. Determinação do amido fecal por espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo.....	7
1.3. MARCADORES DE DIGESTIBILIDADE.....	8
1.4. EFICIÊNCIA ALIMENTAR	9
1.4.1. Medidas de eficiência alimentar	9
REFERÊNCIAS	12
CAPÍTULO II “Utilização de parâmetros fecais e espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo para avaliação da digestibilidade do amido e suas relações com a eficiência alimentar de bubalinos”	19
RESUMO	20
ABSTRACT	22
1. INTRODUÇÃO.....	23
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
2.1. Condução do Experimento	24
2.2. Dieta	24
2.3. Medidas de eficiência alimentar	25
2.4. Coleta de fezes.....	26
2.5. Ensaio de Digestibilidade	26
2.6. Matéria seca e pH fecais.....	27
2.7. Delineamento e Análise estatística.....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
3.1. Parâmetros fecais e digestibilidade.....	28
3.2. Desempenho e medidas de eficiência.....	33
4. CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39
CAPÍTULO III	42

IMPLICAÇÕES 43

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com o progressivo crescimento da população mundial, há um aumento da demanda por proteína animal. Portanto, é necessário otimizar a produção para que possamos atendê-la. A carne bubalina é uma excelente alternativa devido à sua qualidade nutricional, possuindo um nível significativamente menor de lipídeos e colesterol, quando comparada à carne bovina, além de maiores teores de proteína, vitaminas e minerais (USDA, 2019).

O Brasil é o maior criador de búfalos das Américas, com um rebanho de aproximadamente 1,4 milhões de cabeças (FAO, 2018). Porém, a produção ocorre majoritariamente de forma extensiva. Ao contrário desta, o confinamento é uma tecnologia intensiva muito empregada para aumentar a produtividade e qualidade da carcaça, por meio de um maior ganho de peso diário e redução da idade de abate. Com o intuito de melhorar a eficiência alimentar em confinamentos, é comum utilizarmos dietas com altos teores de concentrado, sendo o amido o componente que fornece mais energia digestível na dieta. Alguns fatores que influenciam na melhoria da eficiência da sua utilização são: os métodos de processamento, a espécie do ruminante e a fonte do grão.

A concentração de amido fecal tem potencial para ser utilizada como indicador da digestibilidade total do amido em ruminantes, combinada com medidas de concentração do amido da dieta e digestibilidade *in vitro* dos alimentos. Além disso, a digestibilidade do amido vem sendo determinada indiretamente por meio de análises de pH e/ou teor de matéria seca fecal. O *Near-infrared Spectroscopy* (NIRS) é um instrumento analítico e uma alternativa com potencial para prever a digestibilidade da dieta e composição das fezes de maneira rápida e eficiente, desde que adequadas equações de calibração sejam desenvolvidas (JANCEWICZ *et al.*, 2016b).

Em bubalinos, não existem estudos sobre uma possível correlação entre digestibilidade do amido e eficiência alimentar. Os búfalos diferem de outras espécies de ruminantes, principalmente quando se trata de nutrição. Além disso, a digestibilidade ainda pode variar dentro de cada espécie, devido aos diferentes grupos genéticos existentes. Dito isso, em virtude da carência de pesquisas sobre búfalos em condições tropicais, principalmente confinados, a realização deste estudo se faz importante.

1. REVISÃO DE LITERATURA

REFERÊNCIAS

- Arthur, P.F., Herd, R.M., Wright, J., Xu, G., Dibley, K., and Richardson, E. 1996. Net feed conversion efficiency and its relationship with other traits in beef cattle. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 21:107-110.
- Association of Official Analytical Chemists, 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Washington D. C. 1141.
- Berry, D. P.; Crowley. J. J., 2012. Residual intake and gain: A new measure of efficiency in growing cattle. *Journal of Animal Science*. 90, 109-115.
- Caetano, M., Bittar, C. M., & Lanna, D. P. D., 2009. Desenvolvimento de equações para predição do teor de amido fecal de bovinos por espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS). *Proc. 46th Soc. Bras. Zootec.*, Maringá, Brazil. (In portuguese.) CD-ROM.
- Castilhos, A.M., Branco, R.H., Razook, A.G., Bonilha, S.F.M., Mercadante, M.E.Z., de Figueiredo, L.A., 2011. Duração do período de avaliação pós-desmame para medidas de desempenho, consumo e eficiência alimentar em bovinos da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 40 (2), 301-307.
- Channon, A.F.; Rowe, J.B.; Herd, R.M., 2004. Genetic variation in starch digestion in feedlot cattle and its association with residual feed intake. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Collingwood. 44, 469-474.
- Cochran, R. C., Adams, D. C., Wallace, J. D., & Galyean, M. L., 1986. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *Journal of Animal Science*. 65 (3), 1476-1483.
- Dennis, T. S., Hu, W., Suarez-Mena, F. X., Hill, T. M., Quigley, J. D., & Schlotterbeck, R. L., 2017. Use of fecal starch concentration as an indicator of dry feed digestion in preweaned dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 100 (8), 6266-6271.
- Erdman, R. A., R. L. Botts, R. W. Hemken, and L. S. Bull. 1980. Effect of dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide on production and physiology in early lactation. *J. Dairy Sci.* 63, 923-930.
- Erdman, R. A., R. W. Hemken, and L. S. Bull. 1982. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows: effects of production, acid-based metabolism, and digestion. *J. Dairy Sci.* 65, 712-731.
- Farias, I., & Gomide, J. 1973. Efeito do emurchecimento e da adição de raspa de mandioca sobre as características da silagem de capim-elefante cortado com diferentes teores de matéria seca. *Experientiae.*, 7, 131-149. In: Silva, D., & Queiroz, A. D. 1981. *Análise de alimentos: (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV, Impr. Univ.
- Ferraretto, L. F., and R. D. Shaver. 2012. Effect of corn shreddlage on lactation performance and total tract starch digestibility by dairy cows. *Prof. Anim. Sci.* 28, 639-647.
- Ferraretto, L. F., and R. D. Shaver. 2013. Effect of Bovamine on lactation performance by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 96 (E-Suppl. 1), 11. (Abstr.).
- Fredin, S.M.; Ferraretto, L.F.; Akins, M.S.; Hoffman, P.C.; Shaver, R.D., 2014. Fecal starch

as an indicator of total-tract starch digestibility by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 97 (3), 1862–1871.

Galyean, M. L., Wagner, D. G., & Owens, F. N. 1979. Level of feed intake and site and extent of digestion of high concentrate diets by steers. *Journal of Animal Science*. 49 (1), 199-203.

Herd, R. M., Oddy, V. H., & Richardson, E. C. 2004. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 1. Review of potential mechanisms. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44 (5), 423-430.

Herring, W.O., D.C. Miller, J.K. Bertrand, L. L. Benyshek. 1994. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 72 (9), 2216-2226.

Ireland-Perry, R. L., and C. C. Stallings. 1993. Fecal consistency as related to dietary composition in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 76, 1074–1082.

Jancewicz, L. J., Penner, G. B., Swift, M. L., McKinnon, J. J., Waldner, C. L., & McAllister, T. A., 2016a. Characterization of the variation in the daily excretion of faecal constituents and digestibility predictions in beef cattle fed feedlot diets using near-infrared spectroscopy. *Canadian Journal of Animal Science*. 96 (4), 532-549.

Jancewicz, L. J.; Swift, M. Lou; Penner, G.; Beauchemin, K.; Koenig, K.; Chibisa, G.; He, M.; Mckinnon, J.; Yang, W.; Mcallister, T. A., 2016b. Development of NIRS calibrations to estimate fecal composition and nutrient digestibility in beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science*. 97 (1), 51-64.

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

Oliveira, C. A.; Millen, D. D., 2014. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 64-75.

Owens, F.N.; Secrist, D.S.; Hill, W.J.; Gill, D.R., 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: A review. *Journal of Animal Science*. 75, 868-879.

Owens, F.; Zinn, R.A., 2005. Corn grain for cattle: influence of processing on site and extent of digestion. In: *SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2005. Proceedings...* 86-12.

Pinto, A. C.; Millen, D. D., 2018. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. *Canadian Journal of Animal Science*, 99(2), 392-407.

Polli, V. A., Restle, J., Senna, D. B., Rosa, C. E., Aguirre, L. F., & Silva, J. H. S. D. 1995. Comportamento de bovinos e bubalinos em regime de confinamento: I. atividades. *Ciência Rural*. 25(1), 127-131.

Potts, S. B., Boerman, J. P., Lock, A. L., Allen, M. S., & VandeHaar, M. J., 2017. Relationship between residual feed intake and digestibility for lactating Holstein cows

- fed high and low starch diets. *Journal of Dairy Science*. 100 (1), 265-278.
- Silva, D. C. M., 2019. Termografia infravermelho e medidas de eficiência de bubalinos de três grupos genéticos sob condições tropicais. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/183373/silva_dcm_dr_botfca_par.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Silva, F. M., 2017. Consumo alimentar residual (CAR) e digestibilidade da dieta de bubalinos de três grupos genéticos na fase de crescimento em confinamento. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/148687>
- Stella, T. R., 2010. Desempenho, característica de carcaça e parâmetros fecais indicativos da digestão do amido e suas relações com a eficiência alimentar de bovinos Nelore. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga. Disponível em <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-21022011-113521/en.php>
- Subhashchandra Bose, B. K.; Kundu, S. S.; Tho, N. T. B.; Sharma, V. K.; Sontakke, U. B., 2014. Residual feed intake as a feed efficiency selection tool and its relationship with feed intake, performance and nutrient utilization in Murrah buffalo calves. *Tropical Animal Health and Production*. 46 (4), 615-621.
- Teixeira Filho, J. R. 1977. Produtividade e valor nutritivo de cinco diferentes sorgos forrageiros (*Sorghum vulgare*, Pers) e suas silagens. Universidade Federal de Viçosa. In: Silva, D., & Queiroz, A. D. 1981. *Análise de alimentos: (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV, Impr. Univ.
- Theurer, C. B., 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal of Animal Science*. 63 (5), 1649-1662.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74 (10), 3583-3597.
- Wheeler, W. E., and C. H. Noller. 1976. Limestone buffers in complete mixed rations for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 59, 1788–1793.
- Wheeler, W. E.; Noleer, C. H. 1977. Gastrointestinal tract pH and starch in feces of ruminants. *Journal of Animal Science*, Savoy. 44, 131-135.