

AValiação *IN VITRO* DE DIETAS COM INCLUSÃO DE GRÃOS SECOS DE DESTILARIA PARA BOVINOS EM CONFINAMENTO

Adailton Camêlo Costa¹, Rogério de Paula Lana², Cláudia Batista Sampaio²

RESUMO - Foi avaliado *in vitro* a inclusão de grãos secos por destilaria (DDG) em dietas completas para bovinos de corte em confinamento. As dietas completas utilizadas para o procedimento de avaliação *in vitro* foram compostas de silagem de milho e concentrado com níveis de inclusão 0%, 15%, 30% e 45% de DDG com relação volumoso e concentrado de 28:72. O procedimento de incubação foi repetido três vezes para se obter três repetições por tempo de incubação para cada tratamento. Os tratamentos foram avaliados por incubação *in vitro*, sendo submetidos aos tempos de: 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas de incubação. Foram avaliadas as mensurações de pH, produção de ácidos graxos voláteis, produção de nitrogênio amoniacal e degradação da fibra em detergente neutro. Os resíduos de incubação foram avaliados quanto ao teor de fibra em detergente neutro (FDN), e interpretados por intermédio de modelo não-linear. Não foram observados efeitos da inclusão de DDG sobre as estimativas dos parâmetros de degradação da FDN e sobre as frações potencialmente degradável (U) e indegradável da dieta (I) ($P>0,05$). As concentrações de acetato reduziram numericamente com inclusão de DDG, pelo fato de que em dietas mais concentradas a tendência é a redução da produção desse AGV e ocorreu um aumento na produção de propionato, com a relação acetato:propionato sendo menor com a inclusão de DDG. Não houve diferença significativa entre os tratamentos com diferentes níveis de inclusão, ocorrendo apenas diferença significativa em relação ao tempo de incubação. A partir das 24 horas de incubação as concentrações de nitrogênio amoniacal (NAR) se elevaram em todos os tratamentos, sendo esse fator importante para os microrganismos presentes no ambiente ruminal, principalmente para os microrganismos fibrolíticos, pois usam o NAR como precursor para seu crescimento, podendo explicar a ausência de alterações no padrão de degradação da fibra observados neste estudo. O custo por quilograma de matéria seca da dieta foi menor no tratamento com maior inclusão de DDG. A inclusão desse coproduto é uma opção importante a ser utilizada, pois fornece proteína e energia, podendo substituir total ou parcial alguns ingredientes nas formulações de dietas para bovinos em confinamento. É importante ressaltar que na avaliação dos parâmetros ruminais não houve alterações significativas, sendo esperado que na produção *in vivo*, os animais tenham maior saúde ruminal e consequentemente maior desempenho produtivo durante o período de confinamento.

Palavras chave: bovino, confinamento, coproduto, dieta total.

IN VITRO EVALUATION OF DIETS WITH THE INCLUSION OF DRIED DISTILLERS GRAINS FOR FEEDLOT CATTLE

ABSTRACT - The inclusion of distiller-dried grains (DDG) in complete diets for feedlot beef cattle was evaluated in vitro. The complete diets used for the in vitro evaluation procedure were composed of corn silage and concentrate with inclusion levels of 0%, 15%, 30% and 45% of DDG with a roughage and concentrate ratio of 28:72. The incubation procedure was repeated three times to obtain three replicates per incubation time for each treatment. The treatments were evaluated by in vitro incubation, being submitted to the following times: 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 hours of incubation. Measurements of pH, volatile fatty acid production, ammonia nitrogen production and degradation of neutral detergent fiber were evaluated. The incubation residues were evaluated for neutral detergent fiber (NDF) content, and interpreted using a nonlinear model. No effects of the inclusion of DDG were observed on the estimates of NDF degradation parameters and on the potentially degradable (U) and undegradable (I) fractions of the diet ($P>0.05$). Acetate concentrations decreased numerically with the inclusion of DDG, due to the fact that in more concentrated diets the tendency is to reduce the production of this VFA and there was an increase in the production of propionate, with the acetate:propionate ratio being lower with the inclusion of DDG. There was no significant difference between the treatments with different levels of inclusion, with only a significant difference in relation to the incubation time. From 24 hours of incubation, ammonia nitrogen (NAR) concentrations increased in all treatments,

¹ Programa de Pós-Graduação em Zootecnia/UFV, Viçosa, MG, Brazil; adailton07nr@hotmail.com

² Departamento de Zootecnia/UFV, Viçosa, MG, Brazil; rlana@ufv.br; claudiabsampaio@ufv.br



and this factor is important for microorganisms present in the rumen environment, especially for fibrolytic microorganisms, because they use NAR as a precursor for their growth, which may explain the absence of changes in the fiber degradation pattern observed in this study. The cost per kilogram of dry matter of the diet was lower in the treatment with greater inclusion of DDG. The inclusion of this co-product is an important option to be used, as it provides protein and energy, and can totally or partially replace some ingredients in the formulations of diets for cattle in feedlot. It is important to emphasize that in the evaluation of the rumen parameters there were no significant changes, and it is expected that in the in vivo production, the animals will have greater rumen health and consequently greater productive performance during the confinement period.

Keywords: bovine, co-product, feedlot, total diet.

INTRODUÇÃO

A produção de bovinos de corte e a exportação de carne pelo Brasil vem se destacando nos últimos anos, sendo o confinamento de bovinos uma alternativa para intensificar a produção, aumentando o ganho de peso animal e melhorando a qualidade de carcaça, e assim facilitando ao atendimento da demanda pelo produto. Um dos desafios do confinamento de bovinos é a alimentação, principalmente pelo custo de aquisição dos alimentos convencionais como milho, soja e caroço de algodão que compõem a maioria das dietas. Uma alternativa a ser utilizada é a inclusão de coprodutos na composição da dieta de animais confinados. Dentre vários disponíveis no país, o uso de coprodutos oriundos da indústria do bioetanol vem se destacando, principalmente pela disponibilidade do coproduto que está em crescimento, devido ao aumento da produção de combustíveis renováveis oriundos do milho (Freitas e Miuri, 2018). O uso de coprodutos também contribui para atividade pecuária, tornando-a mais sustentável, pois o resíduo da indústria que teria potencial de poluição, caso fosse descartado no meio ambiente, pode ser utilizado para produzir alimentos nobres de origem animal para o consumidor (Ricardo et al., 2015). Cerca de 70,6% dos confinadores no Brasil utilizam coprodutos na dieta de animais em confinamento, e isso demonstra que dependendo da região e da disponibilidade o coproduto está presente na maior parte das dietas de terminação de bovinos de corte (Pinto e Millen, 2018).

O Brasil e os Estados Unidos da América produzem cerca de 90% de todo o etanol disponível no mercado mundial, utilizado a cana de açúcar e o milho como principal matéria prima para produção dos biocombustíveis, chegando a 82% do total disponível. O rendimento por hectare de milho chega a 3,5 mil litros de etanol, sendo mais utilizado o excedente da produção de milho no Brasil para esta finalidade (Bortolotto e Alcarde, 2015).

O bioetanol é produzido a partir da fermentação do amido de grãos de milho, sorgo e trigo, entre outros. De acordo com a tecnologia utilizada para obtenção do bioetanol pode originar diferentes coprodutos: grãos úmidos

de destilaria (Wet Distillers Grains-WDG), grãos secos de destilaria (Dried Distillers Grains-DDG), e grãos secos de destilaria com solúveis modificados (Dried Distillers Grain With Solubles-DDGS) (Nasem, 2016).

O processo de forma geral para obtenção do DDG ocorre através da moagem do grão de milho e maceração, fazendo com que o amido fique mais disponível para ação das enzimas, cozimento, hidrólise enzimática que converte o amido em açúcares, fermentação que permite a ação de leveduras e destilação. Nesse resíduo obtido após o processo, o concentrado de proteínas, lipídeos e fibra pode chegar a triplicar na composição, mesmo podendo apresentar menor quantidade de amido devido a etapa de fermentação que acontece com a utilização de leveduras como a da espécie *Saccharomyces cerevisiae* (Spiehs et al., 2002). A produção do DDG na indústria gira em torno do rendimento, sendo que um a tonelada de milho chega a produzir 380 litros de etanol e 250 kg do coproduto (Bortolotto e Alcarde, 2015).

O valor nutricional do DDG pode variar de acordo com alguns fatores, sendo eles o tipo de processamento na indústria, a qualidade dos grãos utilizados, de acordo com o manejo e condições utilizadas na produção do milho. Estas variações nutricionais do coproduto podem dificultar seu uso na alimentação animal, principalmente ainda pela falta de padronização das características nutricionais. Os teores de proteína bruta encontrados em trabalhos são de 25 a 32% com uma quantidade de lipídeos de 8 a 12%, com média de 86,6% de nutrientes digestíveis totais (Tjardes e Wright, 2002). Os teores de FDN variam em torno de 30% (Manthey & Anderson 2018). Sendo assim, ainda é um desafio para utilização do DDG na alimentação de animais ruminantes. A utilização do DDG nas dietas para ruminantes pode favorecer o aumento da quantidade de proteína não degradada no rúmen (PNDR), moderadamente mais resistente a degradação ruminal, podendo ser encontrado de 53 a 71% de PNDR no coproduto, sendo considerado uma ótima fonte de proteína metabolizável, isso ocorre devido ao processo de secagem do material, em que o aquecimento favorece a redução da biodisponibilidade da proteína para os microrganismos ruminais (Kleinschmit et al., 2007).

Devido ao crescimento do uso de DDG na alimentação de ruminantes, principalmente em dietas de bovinos de corte em confinamento, é necessário conhecer os parâmetros fermentativos *in vitro* de dietas totais contendo diferentes níveis de inclusão do coproduto. Objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos de diferentes níveis de inclusão de DDG na dieta completa de bovinos de corte em confinamento sobre os parâmetros digestivos avaliados *in vitro*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de

Zootecnia e Laboratório de Microbiologia do Rúmen da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Todos os procedimentos e métodos de manipulação foram aprovados previamente pela comissão de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da Universidade Federal de Viçosa (protocolo 141/2019).

As dietas completas utilizadas para o procedimento de avaliação *in vitro* foram compostas de silagem de milho e concentrado com níveis de inclusão 0%, 15%, 30% e 45% de DDG com relação volumoso e concentrado de 28:72 conforme apresentado na (Tabela 1).

Tabela 1 - Dietas experimentais com diferentes níveis de inclusão de DDG

Ingrediente, %	DDG, %			
	0	15	30	45
Silagem de milho	28	28	28	28
Milho	64,9	53,7	39,9	24,9
Virginiamicina	0,125	0,125	0,125	0,125
DDG	0	15	30	45
Farelo de soja	4	1,2	0	0
Sal/Ureia	1	0	0	0
Mistura mineral	2	2	2	2
Total	100	100	100	100

As amostras foram processadas em moinho de faca (1 mm) e posteriormente foram quantificados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo métodos descritos por Detmann et al. (2012).

Posteriormente, as dietas foram homogeneizadas e pesadas 0,250 mg de amostra por frasco. Em seguida foram incubadas em frascos de 60 mL, sendo adicionados 40 mL de solução tampão de McDougall (McDougall, 1949), com pH precisamente ajustado para 6,8 por aspersão com CO₂. Os frascos foram mantidos em sala climatizada (39°C) para prévia hidratação das amostras.

Durante o processo de hidratação, foi realizado a coleta de líquido ruminal proveniente de dois bovinos doadores (protocolo n° 037/2018), fistulados no rúmen, mantidos ao lado da sala de incubação. A dieta dos animais para a coleta de líquido ruminal foi constituída de cana de açúcar, sem correção com ureia, sendo submetidos a jejum

de 12 horas antecedendo à coleta. Após a coleta o líquido ruminal foi filtrado por uma camada tríplice de gase, sendo acondicionado em recipiente térmico e logo em seguida transportado à sala de incubação.

Após a coleta foram adicionados 10 mL de inóculo ruminal por frasco, procedendo-se imediatamente à saturação do ambiente de inoculação com CO₂ e a vedação dos frascos. A relação final, para os tratamentos, foi de 100 mg de MS/10 mL de solução e 1 mL de inóculo ruminal/4 mL de solução tampão (Tilley e Terry, 1963). Os frascos foram mantidos a 39°C, sob agitação orbital (40 rpm).

foram avaliados os tempos de 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas de incubação. O procedimento foi repetido três vezes, sendo um total de três avaliações por tempo de incubação de cada tratamento. Após cada período, os frascos foram retirados da sala de incubação e no conteúdo foi aferido o pH com potenciômetro digital, sendo o conteúdo filtrado em cadinhos filtrantes.



Foi realizado a coleta de 1,5 mL da fração líquida e acondicionados em eppendorffs a -20°C para posterior análise de ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico) e nitrogênio amoniacal (NA).

Os cadinhos foram acondicionados em frascos de polietileno (120 mL) para a avaliação da FDN, aos quais foram adicionados 50 mL de detergente neutro (Mertens, 2002). Após serem vedados, os frascos foram autoclavados (105°C hora), de forma a extraírem-se todos os componentes solúveis em detergente neutro (método de micro-FDN; Pell e Schofield, 1993). Após este tratamento, foi realizado a filtração sob vácuo e lavagem sequencial com água quente e acetona. A FDN residual foi obtida após secagem do material em estufa não-ventilada ($105^{\circ}\text{C}/12$ horas).

As amostras das frações líquidas, depois de descongeladas, foram centrifugadas a $1500 \times g$ por 10 minutos, sendo o sobrenadante analisado quanto aos teores de NA, segundo método de reação colorimétrica catalisada por indofenol (INCT-CA N006/1 – Detmann et al., 2012). A determinação de ácidos graxos voláteis foi realizada por cromatografia líquida de alta precisão (HPLC).

Os modelos ajustados para os perfis de degradação em função dos diferentes tratamentos foram comparados por intermédio do teste de identidade de modelos de regressão não-linear. Por sua vez, os valores de pH, NA e AGVS obtidos para os diferentes tempos de incubação foram avaliados segundo delineamento em blocos casualizados, considerando-se cada partida de incubação como bloco, em esquema fatorial 4×10 (quatro tratamentos \times 10 tempos de incubação). Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos por intermédio do programa SAS (Statistical Analysis System), adotando-se 0,05 como nível de probabilidade para o erro tipo I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 pode-se observar que de acordo com o aumento do nível de inclusão de DDG nas dietas, a quantidade de proteína não degradada no rúmen é maior, além dos níveis de extrato etéreo, fornecendo maior quantidade de energia.

Tabela 2 - Composição química das dietas contendo diferentes níveis de inclusão de DDG

Composição, kg MS	DDG			
	0	15	30	45
MS	72,4	72,6	72,9	73,2
NDT	77,1	79,9	81,7	83,4
PB	12,4	12,4	15,5	19,1
PNDR	43,1	44,9	45,8	46,4
FDN	24,9	24,9	30,7	33,6
EE	3,5	3,7	3,9	4,0
R\$/kg MS	0,76	0,71	0,68	0,66

Geralmente as dietas fornecidas para bovinos submetidos ao sistema de confinamento apresentam alto teor de concentrado e menor proporção de fibra, podendo provocar redução na saúde ruminal dos animais. Dietas formuladas com teor de fibra entre 5 a 20% de matéria seca na composição podem proporcionar melhorias na saúde e desempenho animal (Cardoso et al., 2006). Quantidades adequadas de fibra na dieta favorecem a mastigação, aumento na produção de saliva e consequentemente a manutenção do pH ruminal adequado (Mertens, 1997). Não foram observados efeitos da inclusão de DDG sobre

as estimativas dos parâmetros de degradação da FDN e sobre as frações potencialmente degradável (U) e indegradável da dieta (I) ($P>0,05$), conforme apresentados na Tabela 3. A inclusão do coproduto até 45% na dieta não influenciou no padrão de degradação da fibra, fator importante na escolha do coproduto a ser incluído na dieta de animais confinados, sendo que pode favorecer a manutenção dos processos fermentativos de forma adequada e consequentemente refletir positivamente no desempenho produtivo do animal.

Tabela 3 - Estimativas da fração potencialmente degradável da FDN (U-%), fração indegradável da FDN (I-%) e taxa fracional de degradação da fração potencialmente degradável da FDN ($k \cdot h^{-1}$) em função dos níveis de inclusão de DDG na dieta

Parâmetro	Tratamento				EPM	<i>p</i> -valor
	Con	15%	30%	40%		
U	64,38	85,77	90,26	90,77	3,74	0,0133
I	18,51	18,05	12,05	19,43	7,51	0,8862
K	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,5910

Em relação a produção de ácidos graxos voláteis observados na Tabela 4, as concentrações de acetato reduziram numericamente com inclusão de DDG, pelo fato de que em dietas mais concentradas a tendência é a redução da produção desse AGV e ocorreu um aumento na produção de propionato, com a relação acetato:propionato sendo menor com a inclusão de DDG. Esses ácidos são importantes para os ruminantes e servem como principal

fonte de energia, variando de acordo com a dieta oferecida aos animais (Morvay et al., 2011). Mista et al. (2018) não encontraram diferença significativa nas proporções dos três ácidos mais importantes, assim como neste trabalho, sendo que foi observado também uma queda na produção de acetato e aumento na proporção de propionato à medida que foi incluído grão de destilaria na dieta.

Tabela 4 - Concentração de ácidos graxos voláteis totais (mmol/dL), proporções para acetato, propionato e butirato (%) e relação acetato:propionato (A:P) em função dos diferentes níveis de inclusão de DDG na dieta

Item	Tratamento				EPM	<i>p</i> -valor
	Con	15%	30%	40%		
AGV	39,60	32,08	41,76	27,77	10,64	0,7866
Acetato	64,54	61,63	62,01	62,38	4,64	0,8925
Propionato	21,78	24,68	25,43	26,05	5,48	0,8147
Butirato	13,68	13,68	12,56	11,57	1,04	0,2968
A:P	3,25	2,98	2,74	2,83	0,86	0,9428

Os efeitos dos tratamentos e a variação do tempo sob os valores de pH podem ser observados na Figura 1. Não houve diferença significativa entre os tratamentos com diferentes níveis de inclusão, ocorrendo diferença significativa em relação ao tempo de incubação. Para ocorrer uma fermentação adequada no ambiente ruminal é necessário a manutenção de uma faixa de pH ideal para os microrganismos presentes nesse ambiente. No rúmen o pH ideal para os microrganismos varia em torno de 6,2 a 6,6 (Veth e Kolver, 2001). A faixa estável de pH é importante para os microrganismos ruminantes funcionarem de forma adequada. Níveis de pH abaixo de 6 podem favorecer a

redução da amônia (Lana et al., 1998). Neste estudo, foi observado que o pH não reduziu abaixo de 6,2 mantendo-se na faixa ideal para os microrganismos ruminantes. Isso demonstra que mesmo com maior inclusão de DDG na dieta e maior quantidade de concentrado, não ocorreu variações que possam comprometer o ambiente ruminal, permitindo resultados satisfatórios no desempenho animal. Outro fator que poderia melhorar esta condição ruminal é que em dietas contendo este coproduto a ingestão de amido se torna menor, pois o DDG quando comparado com o milho possui quantidade de amido inferiores, devido ao processo de



fermentação ocorrido na indústria para produção do etanol (Khiaosa-Ard et al., 2015).

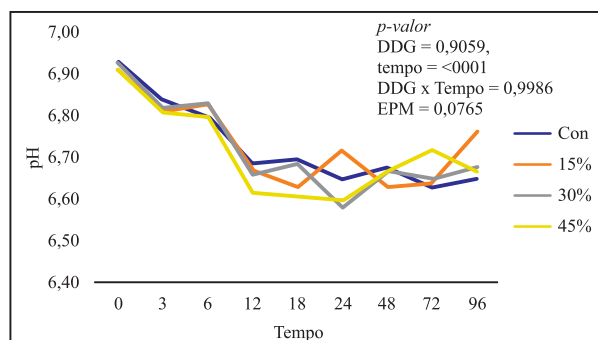


Figura 1 - Concentração de pH em função dos diferentes tratamentos e tempos de amostragem.

A partir das 24 horas de incubação, as concentrações de nitrogênio amoniacal (NAR) se elevaram em todos os tratamentos, sendo esse fator importante para os microrganismos presentes no ambiente ruminal, principalmente para os microrganismos fibrolíticos, pois usam o NAR como precursor para seu crescimento. Este resultado explica a ausência de alterações no padrão de degradação da fibra observados neste estudo (Russell, 2002), sendo que não ocorreu diferenças significativas para os diferentes níveis de inclusão de DDG, como observado na Figura 2. É normal os valores de NAR aumentarem após as 24h de incubação devido a esses produtos não serem absorvidos no sistema de incubação *in vitro* (Mista et al., 2018).

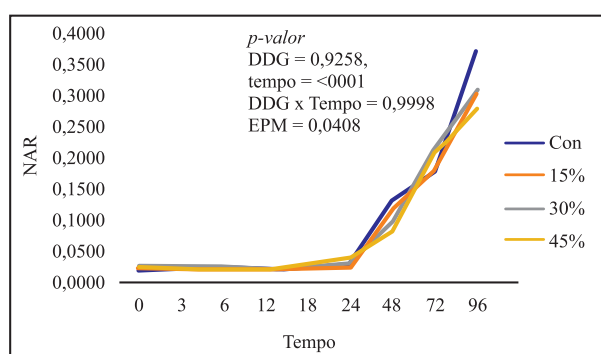


Figura 2 - Concentração de nitrogênio amoniacal (NA - mg/dL) em função do tempo de incubação e tratamentos.

O custo por quilograma de matéria seca da dieta foi menor no tratamento com maior inclusão de DDG. A inclusão desse coproduto é uma opção importante a ser utilizada, pois fornece proteína e energia, podendo substituir total ou parcial alguns ingredientes nas formulações de dietas para bovinos em confinamento. É importante ressaltar que na avaliação dos parâmetros ruminiais não houve alterações significativas, sendo esperado que na produção *in vivo*, os animais tenham maior saúde ruminal e conseqüentemente maior desempenho produtivo durante o período de confinamento.

CONCLUSÕES

A inclusão de grãos secos de destilaria (DDG) até 45% na dieta para bovinos de corte em confinamento não alterou os padrões de fermentação ruminal avaliados *in vitro*.

A substituição total da soja pelo DDG nos tratamentos 30% e 45% reduziram o custo por quilograma de matéria seca da dieta, sendo o tratamento com substituição de 45% o mais viável economicamente.

LITERATURA CITADA

- BORTOLLETO, A.M.; ALCARDE, A.R. *Dominante nos EUA, etanol de milho é a opção, no Brasil, para safra excedente*. 13. Ed. Piracicaba: Visão agrícola, 2015. P.3.
- CARDOSO, A.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B.; JOCHIMS, F.; HASTENPFLUG, M.; WOMMER, T.P. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.1, p.215-221, Feb. 2006.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. *Métodos para análise de alimentos*. INCT – CIÊNCIA ANIMAL 2012. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 214p.
- KLEINSCHMIT, D.H.; ANDERSON, J.L.; SCHINGOETHE, D.J.; KALSCHUR, K.F.; HIPPEL, A.R. Ruminal and intestinal digestibility of distillers grains plus solubles varies by source. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.2909-2918, 2007
- KHIAOSA-ARD, R.; METZLER-ZEBELI, B.U.; AHMED, S.; MURO-REYES, A.; DECKARDT, K.; CHIZZOLA, R.; ZEBELI, Q. Fortification of dried

- distillers grains plus solubles with grape seed meal in the diet modulates methane mitigation and rumen microbiota in Rusitec. *Journal of Dairy Science*, v.98, n.4, p.2611-2626, 2015.
- NASEM. 2016. *Nutrient requirements for beef cattle*. 8th Rev. Ed. Washington, DC.: National Academy Press. doi.org/10.17226/19014.
- FREITAS, S.M.; MIURA, M. Situação atual e perspectivas da produção brasileira de etanol de milho. 2018. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-25-2018.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2019.
- LANA, R.P.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M.E. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. *Journal of Animal Science*, v.76, p.2190-2196, 1998.
- MANTHEY, A.K.; ANDERSON, J.L. Growth performance, rumen fermentation, nutrient utilization, and metabolic profile of dairy heifers limit-fed distillers dried grains with ad libitum forage. *Journal of Dairy Science*, v.101, n.1, p.365-375, 2018.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.1463-1481, 1997.
- MCDougALL, E.I. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. *Biochemical Journal*, v.43, p.99-109, 1949.
- MORVAY, Y.; BANNINK, A.; FRANCE, J.; KEBREAB, E.; DIJKSTRA, J. Evaluation of models to predict the stoichiometry of volatile fatty acid profiles in rumen fluid of lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v.94, p.3063-3080, 2011.
- MIŠTA, D.; PECKA, E.; ZACHWIEJA, A.; ZAWADZKI, W.; BODARSKI, R.; PACZYŃSKA, K.; TUMANOWICZ, J.; KUPCZYŃSKI, R.; ADAMSKI, M. Effect of corn dried distillers' grains with solubles used as replacement of concentrate components on *in vitro* ruminal fluid fermentation. *Folia Biologica (Krakow)*, v.62, p.345-351, 2014. Doi: 10.3409/fb62_4.345.
- PINTO, A.C.J.; MILLEN, D.D. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. *Canadian Journal of Animal Science*, v.1, p.CJAS-2018-0031, 2018.
- Russell, J.B. *Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition*. Cornell University. 2002.
- SPIEHS, M.J.; WHITNEY, M.H.; SHURSON, G.C. Nutrient database for distillers dried grains with solubles produced from new plants in Minnesota and South Dakota. *Journal of Animal Science*, v.80, p.2639-2645, 2002.
- TJARDES, J.; WRIGHT, C. Feeding corn distiller's co-products to beef cattle. *SDSU Extension Extra*. ExEx 2036, Dept. of animal and Range Sciences, 2002. p.1-5.
- VETH, M.J.; KOLVER E.S. Digestion of ryegrass pasture in response to change in pH in continuous culture. *Journal of Dairy Science*, v.84, p.1449-1457, 2001.

Recebido para publicação em 21/02/2024, aprovado em 19/09/2024 e publicado em 30/12/2024.

