

**ADAILTON CAMÊLO COSTA**

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

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Rogério de Paula Lana

**VIÇOSA – MINAS GERAIS  
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

C837a  
2020  
Costa, Adailton Camêlo, 1991-  
Avaliação *in vitro* de dietas com inclusão de grãos secos de  
destilaria para bovinos em confinamento / Adailton Camêlo  
Costa. – Viçosa, MG, 2020.  
26 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Rogério de Paula Lana.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f.18-20.

1. Bovinos de corte - Alimentação e rações. 2. Nitrogênio  
de amônio. 3. Destilação - Indústria - Subprodutos.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.20855

ADAILTON CAMÊLO COSTA

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

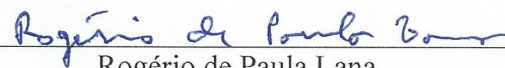
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de julho de 2020

Assentimento:



Adailton Camêlo Costa  
Autor



Rogério de Paula Lana  
Orientador

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, pelo dom da vida e por guiar meus caminhos e ser tudo na minha vida.

Aos meus pais, João e Antônia, pelo amor incondicional e por serem a minha base.

À minha irmã Lucimar, por todo o companheirismo.

Ao Victor e demais familiares por todo o apoio até aqui.

Ao Professor Rogério Lana, pela orientação.

À Professora Cláudia Sampaio, por toda ajuda e apoio.

À todos os demais professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela contribuição na minha formação profissional e pessoal durante esse período.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, por proporcionar ambiente, instalações e muito conhecimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

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

A todos os amigos e irmãos que Viçosa e a UFV me proporcionaram.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus agradecimentos.

## **BIOGRAFIA**

Adailton Camêlo Costa, filho de João Casimiro da Costa e Antônia Santana Camêlo Costa, nasceu no dia 29 de maio de 1991, em Nova Russas, Ceará.

Em agosto de 2012, ingressou na Universidade Estadual Vale do Acaraú, concluindo o curso de graduação em Zootecnia em julho de 2017.

Em março de 2018 iniciou o curso de mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 28/07/2020.

## RESUMO

COSTA, Adailton Camêlo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2020. **Avaliação *in vitro* de dietas com inclusão de grãos secos de destilaria para bovinos em confinamento.** Orientador: Rogério de Paula Lana.

Foi avaliada *in vitro* a inclusão de grãos secos de 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, 15%, 30% e 45% de DDG, com relação volumoso:concentrado de 20:80. 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 e o custo da dieta total. 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 a inclusão de DDG pelo fato de que, em dietas mais concentradas, a tendência é a redução da produção desse AGV e ocorreu aumento da 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 ruminal (NAR) elevaram-se 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 parcialmente 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, conseqüentemente, maior desempenho produtivo durante o período de confinamento.

Palavras-chave: AGV. Nitrogênio amoniacal. pH. Coproduto. Dieta total.

## ABSTRACT

COSTA, Adailton Camêlo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2020. ***In vitro* evaluation of diets with the inclusion of dry distillery grains for feedlot cattle.** Adviser: Rogério de Paula Lana.

The inclusion of dry grains by distillery (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 roughage and concentrate ratio of 20:80. The incubation procedure was repeated three times, to obtain three repetitions per incubation time for each treatment. The treatments were evaluated by *in vitro* incubation, being submitted to the times of: 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 hours of incubation. The measurements of pH, production of volatile fatty acids, production of ammoniacal nitrogen and fiber degradation in neutral detergent were evaluated. Incubation residues were evaluated for neutral detergent fiber (NDF) content, and interpreted using a non-linear model. There were no effects of the inclusion of DDG on the estimates of the NDF degradation parameters and on the potentially degradable (U) and undegradable fractions of the diet (I) ( $p > 0.05$ ). 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 AGV and there was an increase on production of propionate, with the acetate: propionate ratio being lower with the inclusion of DDG. There was no significant difference between treatments with different levels of inclusion, only significant difference in relation to the incubation time. After 24 hours of incubation, ammoniacal nitrogen (NAR) concentrations increased in all treatments, which is an important factor for microorganisms present in the rumen environment, especially for fibrolytic microorganisms, as 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 kg / 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, being able to replace some or all of the ingredients in feed formulations for feedlot cattle. It is important to note that in the evaluation of ruminal parameters there were no significant changes, and it is expected that in *in vivo*

production, the animals will have greater ruminal health and consequently, greater productive performance during the confinement period.

Keywords: AGV. Ammoniacal nitrogen. pH. Co-product. Total diet.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>18</b>

## INTRODUÇÃO

A produção de bovinos de corte e a exportação de carne pelo Brasil vêm 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 a 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. Cerca de 70,6% dos confinadores no Brasil utilizam coprodutos na dieta de animais em confinamento, o que 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, utilizando a cana-de-açúcar e o milho como principais matérias primas 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 no Brasil mais utilizado o excedente da produção de milho no Brasil para esta finalidade (Bortolletto 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, podem ser originados 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 por meio 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 amido em açúcares, fermentação que permite a ação de leveduras e destilação. Nesse resíduo obtido após o processamento do milho para o Etanol, a concentração de proteínas, lipídeos e fibra pode chegar a triplicar na composição, mesmo apresentando menor quantidade de amido devido à 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 a tonelada de milho chega a produzir 380 litros de etanol e 250 kg do coproduto (Bortolletto e Alcarde, 2015).

O valor nutricional do DDG pode variar de acordo com alguns fatores, sendo eles o tipo de processamento na indústria e 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 e 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 à 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 de 15%, 30% e 45% de DDG com relação volumoso:concentrado de 28:72 na matéria seca, de acordo com BR-Corte (2016), para dieta padrão de confinamento, conforme apresentado na Tabela 1.

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 AOAC (1995).

Posteriormente, as dietas foram homogeneizadas e pesados 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 borbulhamento com CO<sub>2</sub>. Os frascos foram mantidos em sala climatizada (39 °C) para que ficassem na mesma temperatura de incubação.

Durante o processo de incubação, foi realizada a coleta de líquido ruminal proveniente de dois bovinos doadores (protocolo nº 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 sólidos por 12 horas antecedendo à coleta. Após a coleta, o líquido ruminal foi filtrado por uma camada tripla de gase, sendo acondicionado em recipiente térmico e logo em seguida transportado para a 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 CO<sub>2</sub> e a vedação dos frascos. A relação final, para os tratamentos, foi de 50 mg de MS/10 mL de solução e 1 mL de inóculo ruminal/10 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 realizada 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 °C/12 horas).

As amostras das frações líquidas, depois de descongeladas, foram centrifugadas a 1500 x 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 (AGV) 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 AGV 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 x 10 (quatro tratamentos x 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, o que fornece maior quantidade de energia.

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 conseqüentemente a manutenção do pH ruminal adequado (Mertens, 1997). Não foram observados efeitos da inclusão de DDG sobre as estimativas dos parâmetros de degração 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 conseqüentemente refletir positivamente no desempenho produtivo do animal.

Em relação a produção de ácidos graxos voláteis observados na Tabela 4, não houve diferenças significativas com a inclusão de DDG, e não alterou a relação Acetato:propionato. Sendo assim, a produção adequada desses ácidos é importante 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. (2014) não encontraram diferença significativa nas proporções dos três ácidos mais importantes, assim como neste trabalho, sendo que foi observado uma queda na produção de acetato e aumento na proporção de propionato à medida que foi incluído grão de destilaria na dieta.

O pH em função dos tratamentos e tempos de amostragem podem ser observados no Gráfico 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 ruminais funcionarem de forma adequada. Níveis de pH abaixo de 6 podem favorecer a redução da amônia (Lana et al., 1998).

Foi observado que o pH não reduziu abaixo de 6,2 mantendo-se na faixa ideal para os microrganismos ruminais. Isso demonstra que mesmo com maior inclusão de DDG na dieta, não ocorreu variações que possam comprometer o ambiente ruminal, permitindo resultados satisfatórios no desempenho animal. Outro fator que poderia explicar 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).

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 em relação a NAR, como observado no Gráfico 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).

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 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 inclusão de 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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC, 1995. *Official Methods of Analysis*, 15th ed. AOAC International, Arlington.
- 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, H. 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.; KALSCHEUR, K. F.; HIPPEL, A. R. Ruminant 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.
- 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.

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(6), 1217-1240.

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.

MIŚTA, 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.

Pell, A. N. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. - p. 1063-1073 (No. HEM). En: **Journal of Dairy Science**.- Vol. 76, no. 4 (Apr 1993).

RUSSEL, 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.

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

Item	DDG			
	0	15	30	45
Ingrediente (kg)				
Silagem de milho	28,00	28,00	28,00	28,00
Milho	64,90	53,70	39,90	24,90
Virginiamicina	0,125	0,125	0,125	0,125
DDG	0,00	15,00	30,00	45,00
Farelo de soja	4,00	1,20	0,00	0,00
Sal/Ureia	1,00	0,00	0,00	0,00
Mistura mineral	2,00	2,00	2,00	2,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 2 - Composição química das dietas contendo diferentes níveis de inclusão de DDG e custo por kg de MS

Composição kg MS	DDG (%)			
	0	15	30	45
MS (kg)	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
R\$/kg MS	0,76	0,71	0,68	0,66

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
	Controle	15	30	45		
U	64,38	85,77	90,26	90,77	3,74	0,0133
I	18,51	18,05	18,05	19,43	7,51	0,8862
K	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,5910

Tabela 4- Concentração de ácidos graxos voláteis totais (mmol/dL), proporções de 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
	Controle	15	30	45		
AGV	39,60	32,08	41,76	27,77	4,66	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	2,96	2,49	2,43	2,39	0,86	0,9428

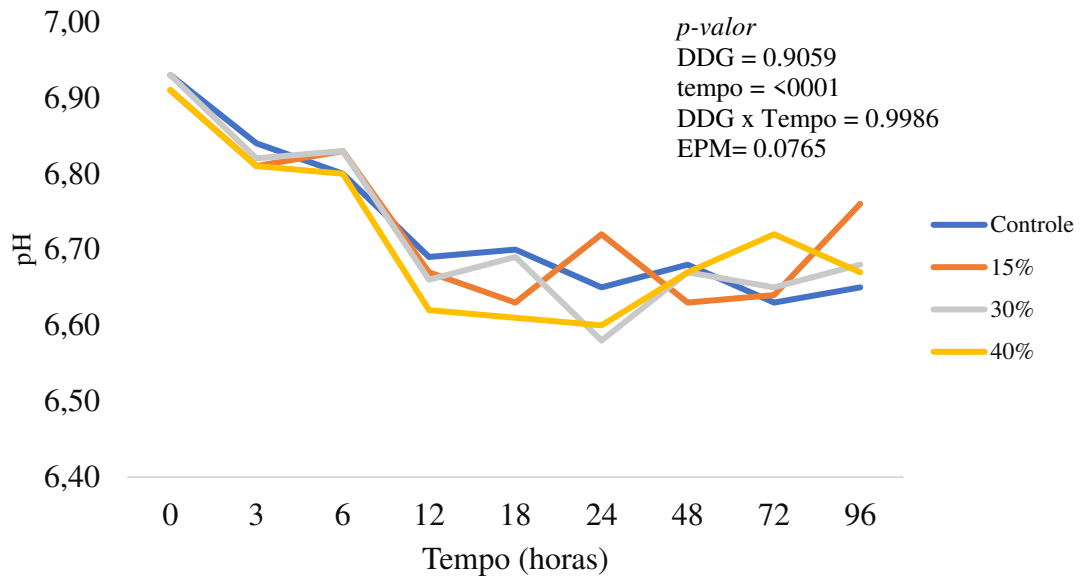


Figura 1- pH em função dos tratamentos e tempos de amostragem

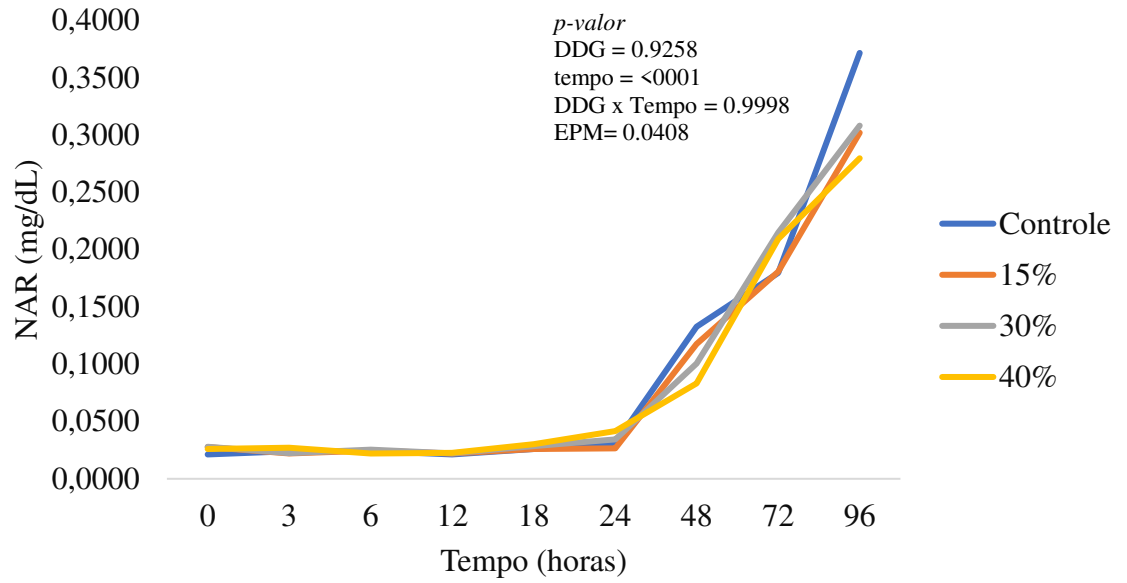


Figura 2 - Concentração de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR - mg/dL) em função dos tratamentos e tempos de amostragem.