



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



**GRÃOS SECOS DE DESTILARIA EM SUPLEMENTOS PARA
BOVINOS EM TERMINAÇÃO A PASTO**

YASMIN DOS SANTOS PICANÇO

Dourados - MS
2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



GRÃOS SECOS DE DESTILARIA EM SUPLEMENTOS PARA BOVINOS EM TERMINAÇÃO A PASTO

YASMIN DOS SANTOS PICANÇO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes

Coorientador: Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra

Dourados, MS
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

P586g	<p>Picanço, Yasmin dos Santos. Grãos secos de destilaria em suplementos para bovinos em terminação a pasto. / Rodrigo da Silva Bernardes. – Dourados, MS: UFGD, 2022.</p> <p>Orientador: Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes. Coorientador: Prof. Jefferson Rodrigues Gandra. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. DDG. 2. Síntese microbiana. 3. Coproduto do etanol. I. Título.</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**GRÃOS SECOS DE DESTILARIA EM SUPLEMENTOS PARA BOVINOS EM
TERMINAÇÃO A PASTO**

por

YASMIN DOS SANTOS PICANÇO

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 11/03/2022



Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goês
Orientador – UFGD



Dra. Nara Regina Brandão Cònsolo
USP



Dra. Rosemary Laís Galati
UFMT

BIBLIOGRAFIA DO AUTOR

Yasmin dos Santos Picanço, filha de Antônio Gabriel Givone Picanço e Marta dos Santos Picanço, nasceu em 28 de março de 1994, na cidade de Manaus-Am. Em março de 2014 ingressou no curso de Zootecnia pelo Universidade Federal do Oeste do Pará, graduando-se em abril de 2019. Em março de 2020 iniciou o programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Zootecnia, na Universidade Federal da Grande Dourados, desenvolvendo estudos na área de Produção e Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 11 de março de 2022, onde foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) desde de 01/03/2020.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Jesus. Ele me guiou por todos os caminhos da minha vida e graças a Ele estou nesse momento vivendo uma grande realização profissional.

Aos meus pais Antonio Gabriel Givone Picanço e Marta dos Santos Picanço e aos meus Illan, Igor, Marcelo, Gabrielle e Lorena, por igualmente me apoiarem em toda a minha jornada pessoal e acadêmica.

Ao meu namorado Daniel Parente Barbosa, o qual compartilhou comigo minhas dificuldades e vitórias e também foi importante na ajuda e realização desta pesquisa.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar na busca dos meus sonhos.

Aos meus pais (Gabriel e Marta) e aos meus irmãos pelo apoio emocional e financeiro, pelo incentivo aos meus sonhos.

Ao meu orientador e amigo Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes por todo conhecimento e orientação, por ser tão solícito quando precisei de ajuda e pela paciência em me orientar.

A todos os meus amigos, Thaiza Farias, Carla Passos, Cristiane Rebouças, Thais Emanuely, Thais Carla, Sullyvan Oliveira, Felipe Takis, Monique Almeida e Nayara Gonçalves, cada um de vocês tem um lugar especial no meu coração.

Em especial à minha amiga Jéssica Carvalho (*in memoriam*), que em vida foi minha parceira, me ajudou em boa parte dessa pesquisa, me deu apoio quando mais precisei, com a saudade fica também a gratidão eternamente.

Ao meu namorado Daniel Parente, por ser meu melhor amigo, me apoiar, incentivar, estar ao meu lado em todos os momentos mais importantes da minha vida.

A todas as pessoas que me ajudaram no meu experimento, foi um momento extremamente desafiador, então gostaria de agradecer em especial a Ana, João Pedro, Walquiria, Sr Celer e Heitor. Vocês atuaram diretamente comigo e independente de qualquer circunstância eu gostaria de agradecer.

Também a quem me ajudou nas análises de laboratório, em especial à Raquel Tenório e Hayne Mayumi, sem vocês eu não teria aprendido tanto e meu trabalho seria mais difícil. E todos os que passaram ali pelo laboratório me dando uma luz ou emprestando materiais para que eu conseguisse concluir minha pesquisa.

Aos animais que participaram do meu experimento, Tiago, Costela, Picanha, T-bone, Jhon Snow e Churrasco.

A Cooperativa Agrícola Mista De Adamantina – CAMDA pela doação dos materiais para a confecção do suplemento utilizado nesta pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Agradeço a todos que me ajudaram de alguma forma e contribuíram para a realização desta pesquisa.

Obrigada

SUMÁRIO

RESUMO	XI
ABSTRACT	XVIII
LISTA DE ABREVIATURAS	XV
LISTA DE TABELAS.....	XVII
LISTA DE FIGURAS	XVIII
CAPÍTULO 1.....	19
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 Suplementação de bovinos a pasto	21
2.2 DDG.....	21
2.2.1 Tipos de DDG	23
2.1.2 DDG na alimentação de bovinos.....	24
2.2 Metabolismo de nutrientes no rúmen	26
3. OBJETIVO GERAL	29
3.1 Objetivos específicos	29
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
CAPÍTULO 2.....	35
1. INTRODUÇÃO	38
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
2.1 Local, animais e tratamentos	39
2.2 Disponibilidade de forragem.....	40
2.3 Ingestão de nutrientes e digestibilidade aparente total.....	41
2.4 Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do grão seco de destilaria.....	42
2.5 Fermentação ruminal.....	43
2.6 Síntese de proteína microbiana	44
2.7 Metabolismo da ureia e creatinina	45
2.8 Análises para composição bromatológica	46
Análise estatística.....	46
3. RESULTADOS	47
4. DISCUSSÃO	56
5. CONCLUSÃO	63

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63

RESUMO

PICANÇO, Yasmin dos Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados MS, março de 2022. **GRÃOS SECOS DE DESTILARIA EM SUPLEMENTOS PARA BOVINOS EM TERMINAÇÃO A PASTO**. Orientador: Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes; Coorientador: Jefferson Rodrigues Gandra.

O DDG (Dried Distillers Grains) é um coproduto de alto valor nutritivo, resultante da produção do etanol a partir de grãos como o milho e o sorgo, podendo ser uma alternativa de inclusão na suplementação de bovinos a pasto. Objetivou-se avaliar a inclusão de níveis crescentes de DDG sobre os parâmetros nutricionais e fermentação ruminal de bovinos mantidos a pasto. Foram utilizados 5 novilhos, machos, castrados, providos de cânula ruminal pesando 450 ± 50 kg, com 18 meses de idade, mantidos em pasto de capim Marandu, e distribuídos aleatoriamente em quadrado latino 5×5 . O DDG foi incluído nos suplementos nas seguintes proporções: 0, 100, 150, 200 e 300 g/kg de MS. As variáveis avaliadas foram a disponibilidade de forragem, consumo e digestibilidade aparente total de nutrientes, degradabilidade ruminal *in situ* da MS e PB, balanço de compostos nitrogenados, síntese de proteína microbiana e fermentação ruminal. Os dados foram analisados através do uso do SAS e submetidos à análise de variância, ao nível de significância de 5%, sendo avaliados por regressão polinomial simples. A disponibilidade total de pasto e de matéria verde apresentou médias de 2,0 t/ha e 1,3 t/ha, respectivamente, permitindo a seletividade pelos animais. À medida que os níveis de DDG aumentaram nos suplementos, houve diminuição da fração “a” e aumento linear da degradabilidade potencial (DP), bem como da degradabilidade efetiva (DE) 5%/h ($P=0,004$) da matéria seca do grão seco de destilaria. Na taxa de passagem de 2%/h a DE teve efeito quadrático ($P=0,016$) e teve seu maior valor com a inclusão de 300g/kg (63,44%) de DDG. Nos resultados de degradação da proteína do DDG, a fração “a” foi diminuída e a DP aumentou de forma linear ($P=0,012$). A maior taxa de DE foi de 41,57% com 300g/kg de inclusão (DE 2%/h), evidenciando alto escape da proteína no rúmen. O consumo de pasto apresentou comportamento quadrático ($P=0,032$) e, segundo sua equação, o nível ótimo de inclusão do DDG para o máximo consumo foi de 16,55%. O consumo pode ter sido influenciado pelo aumento da degradação dos suplementos, tendo em vista uma maior taxa de passagem, impulsionando um aumento do consumo de pasto. A digestibilidade da FDN ($P=0,001$) e MO ($P=0,046$) aumentaram com até 200g/kg de inclusão de DDG. Houve efeito quadrático ($P<0,05$)

sobre o N-consumido ($P=0,032$), sem influência nos demais parâmetros do balanço de compostos nitrogenados. As concentrações de Isovalerato ($P= 0,001$), ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR) ($P= 0,004$) e a produção de CH_4 entérico ($P=0,022$) diminuíram de forma linear frente à inclusão de DDG, evidenciando diminuição das perdas energéticas pelos animais. O DDG demonstrou ser uma fonte rica em proteína não degradável no rúmen (PNDR) e diante dos dados obtidos, os níveis de inclusão de DDG recomendados em suplementos para bovinos criados a pasto são de 150 a 200g/kg na MS.

Palavras-chave: DDG, Síntese microbiana, Coproduto do etanol.

ABSTRACT

PICANÇO, Yasmin dos Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados MS, march 2022. **Distillery dry grains in supplements for pasture finished cattle.** Advisor: Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes; Co- Advisor: Jefferson Rodrigues Gandra.

DDG (Dried Distillers Grains) is a by-product of high nutritional value, resulting from the production of ethanol from grains such as corn and sorghum, and may be an alternative for inclusion in the supplementation of cattle on pasture. The objective was to evaluate the inclusion of increasing levels of DDG on the nutritional parameters and ruminal fermentation of cattle kept on pasture. Five steers, male, castrated, equipped with a rumen cannula weighing 450 ± 50 kg, aged 18 months, kept in Marandu grass pasture, and randomly distributed in a 5x5 Latin square were used. DDG was included in the supplements in the following proportions: 0, 100, 150, 200 and 300 g/kg DM. The variables evaluated were forage availability, intake and total apparent digestibility of nutrients, in situ ruminal degradability of DM and CP, balance of nitrogen compounds, microbial protein synthesis and rumen fermentation. Data were analyzed using SAS and submitted to analysis of variance, at a significance level of 5%, being evaluated by simple polynomial regression. The total availability of pasture and green matter presented averages of 2.0 t/ha and 1.3 t/ha, respectively, allowing selectivity by the animals. As the levels of DDG increased in the supplements, there was a decrease in the fraction “a” and a linear increase in potential degradability (DP), as well as in the effective degradability (DE) 5%/h ($P=0.004$) of grain dry matter distillery dry. At the passage rate of 2%/h, DE had a quadratic effect ($P=0.016$) and had its highest value with the inclusion of 300g/kg (63.44%) of DDG. In the DDG protein degradation results, the “a” fraction was decreased and the DP increased linearly ($P=0.012$). The highest DE rate was 41.57% with 300g/kg of inclusion (DE 2%/h), evidencing high protein escape in the rumen. Pasture consumption showed a quadratic behavior ($P=0.032$) and, according to its equation, the optimal level of inclusion of DDG for maximum consumption was 16.55%. Consumption may have been influenced by increased degradation of supplements, in view of a higher rate of passage, driving an increase in pasture consumption. The digestibility of NDF ($P=0.001$) and MO ($P=0.046$) increased with up to 200g/kg of DDG inclusion. There was a quadratic effect ($P<0.05$) on N-consumed ($P=0.032$), with no influence on the other parameters of the balance of nitrogen compounds. The concentrations of Isovalerate ($P=0.001$), branched-chain fatty acids (AGCR) ($P=0.004$) and the production of enteric CH₄ ($P=0.022$)

decreased linearly with the inclusion of DDG, showing a decrease in energy losses by the animals. The DDG proved to be a rich source of non-degradable protein in the rumen (PNDR) and given the data obtained, the recommended inclusion levels of DDG in supplements for pasture-raised cattle are from 150 to 200g/kg in DM.

Keywords: DDG, Microbial synthesis, Ethanol co-product.

LISTA DE ABREVIATURAS

Aas – Aminoácidos

AGCC – Ácidos graxos de cadeia curta

AGCR – Ácidos graxos cadeia ramificada

AOAC – Association Of Analytical Chemists

BN – Balanço de nitrogênio

CH₄ – Gás metano

CZ – Cinza

DDG – Dried Distillers Grains – Grãos Secos de destilaria

DDGS – Dried Distillers Grains – Grãos secos de destilaria com solúveis

DE – Degradabilidade efetiva

DP – Degradabilidade potencial

FB – Fibra bruta

FDA – Fibra em detergente ácido

FDN – Fibra em detergente neutro

GP – Ganho de peso

HCl – Ácido Clorídrico

I – Fração indegradável

MM – Matéria Mineral

MO – Matéria Orgânica

MS – Matéria Seca

N – Nitrogênio

NaOH – Hidróxido de Sódio

NDT – Nutrientes digestíveis totais

NH₃ – Nitrogênio amoniacal do líquido ruminal

NNP – nitrogênio não protéico

NRC – National Research Council

PB – Proteína bruta

PDR – Proteína degradável no rúmen

PNDR – Proteína não degradável no rúmen

TC – Tempo de colonização

TiO₂ – Dióxido de titânio

WDG – Wet Distillers Grains – Grãos úmidos de destilaria

WDGS – Dried Distillers Drains with Solubles - Grãos Secos de Destilaria com Solúveis

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Concentrações de nutrientes de grãos úmidos de destilaria (WDG), grãos secos de destilaria (DDG) e grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) em relação à matéria seca	24
Tabela 2. Composição bromatológica do DDG, milho e farelo de soja utilizados no suplemento fornecido aos animais.....	40
Tabela 3. Proporção (%) e composição químico bromatológica dos suplementos experimentais (base MS) contendo níveis crescentes de DDG e proporção dos ingredientes	40
Tabela 4. Disponibilidade de matéria seca e matéria verde totais, características morfológicas e composição bromatológica do pasto de <i>Urochloa brizantha</i> , <i>syn. Brachiaria brizantha cv. Marandu</i>	47
Tabela 5. Parâmetros cinéticos de degradação ruminal da Matéria Seca (MS) do grão seco de destilaria em suplementos para bovinos mantidos a pasto	48
Tabela 6. Parâmetros cinéticos de degradação ruminal da Proteína Bruta (PB) do grão seco de destilaria em suplementos para bovinos mantidos a pasto	50
Tabela 7. Consumo médio diário e digestibilidade de nutrientes de bovinos criados a pasto suplementados com níveis crescentes de DDG.....	52
Tabela 8. Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana dos suplementos experimentais com níveis crescentes de DDG	53
Tabela 9. Concentrações de ácidos graxos de cadeia curta e parâmetros de fermentação ruminal dos suplementos experimentais com níveis crescentes de DDG.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Degradabilidade Potencial da Matéria Seca do grão seco de destilaria em suplementos para bovinos mantidos a pasto	49
Figura 2. Degradabilidade Potencial da Proteína Bruta (PB) do grão seco de destilaria em suplementos para bovinos mantidos a pasto	51

CAPÍTULO 1

GRÃOS SECOS DE DESTILARIA EM SUPLEMENTOS PARA BOVINOS EM TERMINAÇÃO A PASTO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com a busca por fontes de nutrientes que tenham eficiência na performance de ruminantes, alimentos alternativos vêm sendo estudados visando não só diminuir os custos com a nutrição, mas também potencializar o desempenho dos animais dentro da propriedade. Na criação de bovinos a pasto, em algumas épocas do ano, o desempenho das forrageiras é insuficiente fazendo-se necessário suprir as exigências nutricionais dos animais por outros meios além da forragem (FERNANDES et al., 2017). A suplementação a pasto já faz parte da rotina de muitas propriedades, e é importante escolher um suplemento de acordo com a disponibilidade e qualidade da forragem para que seja atingida a meta de produção almejada pelo produtor.

Os grãos secos de destilaria (DDG), são coprodutos da indústria do etanol e sua demanda para o uso na dieta animal aumentou com o passar dos anos, sendo explorado nos Estados Unidos, ganhando mais atenção no Brasil (POLIZEL e SOARES, 2021). A composição nutricional do DDG pode variar bastante, pois é afetada pelo tipo de grão, eficiência de fermentação e operação prática de produção de etanol entre diferentes fornecedores. Esse também é um motivo pertinente para que este coproduto seja estudado, analisando amostras de diferentes fornecedores, buscando alcançar uma qualidade consistente do DDG como um ingrediente para ração animal. O DDG pode ser adquirido através de várias fontes de grãos como milho, trigo, cevada e sorgo (BUENAVISTA et al., 2021). Além disso, são obtidos tipos diferentes de DDG resultantes do processamento do grão, sendo que o resíduo da fermentação e destilação gera óleo, solúveis e WDG (Grãos úmidos de destilaria). Quando os solúveis são incorporados ao WDG origina-se o WDGS (Grãos úmidos de destilaria com solúveis). O WDG e o WDGS podem passar por um processo de secagem originando DDG e DDGS (Grãos secos de destilaria com solúveis) (GARCIA, 2020).

O DDG é uma alternativa que pode ser inclusa na suplementação de bovinos a pasto, pois possui elevado valor nutricional, estando seu conteúdo de MS entre 88 a 90 %, e 85 a 90% de NDT em pesquisas realizadas com bovinos de corte (TJARDES e WRIGHT, 2002). Em

pesquisas brasileiras, como a de Hoffmann (2019), o DDG possui 28,98% de PB, 50,1% de PDR e 49,9 de PNDR.

Esse coproduto chama atenção pelo seu teor proteico, onde boa parte dessa proteína não é degradada no rúmen (PNDR) por conta do processamento do grão no qual o glúten não é removido durante a fermentação do amido (STOCK et al., 2000). A PNDR é desejável em criações onde objetiva-se elevar os ganhos, principalmente em animais na fase de crescimento que possuem maior exigência proteica (HOFFMANN, 2019).

Na literatura, o DDG tem sido estudado como substituto de outros ingredientes comumente utilizados na dieta animal como o farelo de soja, farelo de algodão, caroço de algodão, farelo de arroz, entre outros alimentos. Se comprovada sua influência positiva na alimentação de ruminantes, o DDG possui grandes chances de crescer em sua utilização na dieta de animais a pasto no Brasil e impulsionar ganhos na produtividade do rebanho. Embora a demanda de DDG se mostre crescente, sua utilização pode ser limitada em algumas regiões do Brasil, pois no ano de 2021 os estoques de DDG e WDG (grão úmido de destilaria) estavam praticamente esgotados no Mato Grosso, e boa parte das usinas entregaram volumes que foram solicitados com antecedência. Com isso, é necessário que haja um planejamento para que seja possível ter acesso ao insumo. Além disso, é importante verificar a disponibilidade na região e o custo do frete, já que boa parte das usinas estão localizadas no Mato Grosso e Goiás (FILHO, 2021).

Portanto, objetivou-se avaliar a inclusão de níveis de DDG em suplementos para bovinos mantidos a pasto sobre os aspectos de consumo, digestibilidade, degradabilidade *in situ* e parâmetros ruminais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Suplementação de bovinos a pasto

O Brasil possui grandes áreas de pastagens em seu território, com cerca de 170 milhões de hectares, destas áreas, 100 milhões são de pastagens cultivadas (ANUALPEC, 2017). Contudo, essa grande área brasileira ainda possui potencial para alcançar maiores índices de produção de pastagens e animais (GURGEL et al., 2018). Em algumas épocas do ano, o desempenho das forrageiras é insuficiente, pois a produção de biomassa das gramíneas forrageiras tropicais não é constante ao longo do ano. Isso ocorre principalmente por conta das baixas precipitações correspondentes a essas épocas do ano (REIS et al., 2012). É nesse momento que entra a utilização de suplementação a pasto, pois é quando essas forragens não atingem as exigências nutricionais dos animais, necessitando de uma fonte alternativa que forneça esses nutrientes. A suplementação a pasto pode proporcionar os nutrientes suficientes para a manutenção e desempenho dos animais, principalmente quando são submetidos à seca em determinado período do ano (OLIVEIRA et al., 2014).

Sabendo-se do intuito da suplementação a pasto, também é importante ressaltar que a seleção dos ingredientes a serem utilizados neste suplemento são de suma importância para garantir a eficácia na sua utilização na dieta dos animais. Na utilização de concentrados para a suplementação de animais a pasto, a composição química do suplemento tem influência direta na digestibilidade e consumo de forragens de baixo valor nutritivo (REIS et al., 2009). Isso porque o suplemento e a pastagem precisam ser complementares um ao outro, para que não ocorra um efeito contrário ao que se espera. Nesse caso, dependendo do suplemento, pode ocorrer a diminuição da ingestão do pasto pelos animais.

Com isso, há necessidade de que sejam estudadas estratégias de fornecimento de nutrientes através do suplemento, que viabilizem um incremento na produtividade dos animais (FERNANDES et al., 2017). Uma estratégia é combinar adequadamente as alternativas de manejo de pastagens e suplementação alimentar. Com essa combinação, a produtividade aumenta e os ganhos são maiores na propriedade.

2.2 DDG

O DDG é o produto obtido após a extração do etanol. Pode ser oriundo de diversas matérias primas como o farelo de soja e o milho. Em estudos americanos, uma tonelada de milho produz em média 400 litros de etanol e 380kg de resíduos secos de destilaria com solúveis

– DDGS (VECCHI, 2019). Na literatura os coprodutos de destilaria de milho geralmente apresentam cor brilhante de dourado a marrom e tem aroma parecido com cerveja.

Após a produção do etanol, onde o milho é convertido em álcool por meio da moagem seca, há formação de DDG. Após passar pelas seis etapas de processamento (moagem, maceração, cozimento, hidrólise enzimática, fermentação e destilação), os resíduos que normalmente são descartados, podem ser aproveitados (ALVES et al., 2012). Passadas todas as etapas do processamento, são centrifugados e separados em frações: hidrossolúvel (conhecida como vinhaça – utilizada como adubo orgânico), lipídica (óleo de milho) e sólida (o DDG). Esse processamento, devido à menor necessidade de investimentos e o maior rendimento de etanol, em relação à moagem úmida, é responsável por mais de 70% da produção de etanol baseado no milho.

O DDG é um coproduto rico em proteína "by pass" (proteína não degradada no rúmen - PNDR), sendo este um fator desejável, quando objetiva-se maior ganho de peso para os animais (REIS e ROMANZINI, 2020). Dados encontrados em pesquisas americanas destacam que o DDG com solúveis pode apresentar até 71,4% de PNDR (KLEINSCHMIT et al., 2007). Em outro estudo o DDG apresentou 49,9% de PNDR, sendo próximo aos valores encontrados em ingredientes comumente utilizados na alimentação de ruminantes, como o farelo de algodão que contém 43,21% de PNDR (% da PB) (HOFFMANN, 2019). Por conseguinte, o teor de PNDR pode variar bastante, pois o processamento pelo qual o grão passa na obtenção do etanol não é padronizado, diferindo entre as indústrias. Com isso, a eficiência na produção do etanol e seu processo afetam diretamente a qualidade do DDG (IRAM et al., 2020).

Diante disso, suplementos contendo fontes de proteína de baixa degradação ruminal permitem um aumento na quantidade de proteína metabolizável para o animal. Essa propriedade do DDG se deve ao processamento do grão onde o glúten não é removido durante o processo (STOCK et al., 2000). Em criações de animais jovens em crescimento, o uso de DDG torna-se uma alternativa, pois nessa fase requerem maior aporte proteico do que em outras fases do ciclo de vida. Isso ocorre por conta da exigência de aminoácidos essenciais de forma que a preocupação no suprimento de PNDR passa a ser mais pronunciada (HOFFMANN, 2019).

Devido à conversão do amido em etanol, a quantidade de amido residual é muito baixa (2 a 5%) e por este motivo, em confinamento o DDG pode reduzir o risco de acidose ruminal. Além disso, contém fibra, proteína e gordura elevados, com isso a quantidade de forragem da dieta pode ser diminuída quando são fornecidas dietas contendo mais de 20% de DDGS na

matéria seca (KLOPFENSTEIN et al., 2008). É necessário um cuidado com as dosagens de DDG na dieta, pois em estudos fora do Brasil o excesso pode causar intoxicação pela quantidade de fósforo, enxofre ou mesmo proteína ingerida pelo animal (TJARDES e WRIGHT, 2002; FILHO e CHIZZOTI, 2010; U.S. GRAINS COUNCIL, 2012). Esse tipo de problemática pode ser resolvida adicionando fontes de cálcio a essa dieta, fazendo com que a proporção Ca:P seja equilibrada (2:1) (U.S. GRAINS COUNCIL, 2012).

O DDG possui mais proteína do que o milho (DDG: em torno de 30% de PB; Milho: 9,0% de PB), por conta disso não se pode substituir um pelo outro. O excesso de proteína bruta não é desejável porque essa quantidade grande faz com que o animal gaste mais energia para sintetizar e excretar ureia pela urina (MEDEIROS e MARINO, 2015). Portanto, o DDG entra na dieta como fonte proteína podendo substituir o farelo de soja, o farelo de algodão, entre outros alimentos.

2.2.1 Tipos de DDG

Os coprodutos da indústria do etanol utilizando o milho como matéria prima são o WDG, o DDGS e o DDG. O WDG (*Wet Distillers Grains*), que traduzido significa Grãos Úmidos de Destilaria, é o resíduo ainda úmido sem passar pelo processo de secagem. Seu uso é limitado por conta desse alto teor de umidade (cerca de 70% de umidade). Essa alta umidade tem grande impacto no transporte, pois pode afetar sua qualidade, conseqüentemente inviabiliza seu uso em confinamentos localizados a longas distâncias do local de produção. Além disso, o armazenamento do WDG também é dificultado por essa característica, caso seja mantido exposto, sua vida útil dura em torno de 4 dias. Para que tenha maior durabilidade, é necessário que seja ensilado (NETO, 2018).

Já o DDG (*Dried Distillers Grains* – Grãos Secos de Destilaria) é a versão seca do coproduto (contém cerca de 10-12% de umidade). Diferente do WDG, este possui vida útil longa, assim como os alimentos concentrados comumente utilizados, como milho (NETO, 2018). O DDG não possui adição de substâncias solúveis ao final do processamento. Com isso, sua composição é diferente da matéria-prima inicial (milho) e dos demais coprodutos, e essas diferenças na composição podem afetar a degradabilidade desse alimento. Isso porque o processo de extração do etanol, além de causar redução da concentração de amido e de carboidratos não fibrosos, aumenta a concentração de FDN e proteína não degradável no rúmen, dificultando, assim, a degradabilidade por parte da microbiota ruminal (ALHADAS et al., 2021).

Outro coproduto proveniente da indústria do etanol é o DDGS (*Dried Distillers Drains with Solubles* - Grãos Secos de Destilaria com Solúveis). O DDGS se diferencia dos anteriores por conta da adição da fração solúvel a sua composição. De forma mais clara, os resíduos da produção de etanol são centrifugados e separados em três frações: Fração hidrossolúvel (vinhaça, tradicionalmente utilizada como adubo orgânico); fração lipídica (óleo de milho); e fração sólida (DDG) (SILVA et al., 2016). Logo, a adição da fração solúvel (rica em óleo) à porção sólida (DDG) deriva em um produto com alto teor de energia, o qual passando por um processo de secagem resulta em DDGS (REIS e ROMANZINI, 2020). Esse coproduto possui elevado valor nutritivo, tendo alta concentração de proteína bruta (PB) e fibra bruta (FB), sendo a maior parte insolúvel. O DDGS apresenta um valor médio de energia e proteína bruta similar ao do farelo de soja, tendo como limitantes apenas os aminoácidos triptofano, arginina e lisina (PENZ JÚNIOR e GIANFELICE, 2008).

Tanto o DDG quanto o WDG possuem alta digestibilidade, o que os tornam atrativos como substitutos de ingredientes tradicionais, normalmente de alto custo, como farelos de soja e de algodão (REIS e ROMANZINI, 2020). Na tabela 1 estão os valores nutricionais dos três tipos de DDGs encontrados em pesquisas americanas.

Tabela 1. Concentrações de nutrientes de grãos úmidos de destilaria (WDG), grãos secos de destilaria (DDG) e grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) em relação à matéria seca.

	WGD	DDG	DDGS
Matéria Seca (MS) %	25 – 35	88 – 90	88 – 90
Proteína Bruta (PB) %	30 – 35	25 – 35	25 – 32
Proteína Degradável, % PB	45 – 53	40 – 50	43 – 53
Gordura, %	8 – 12	8 – 10	8 – 10
Fibra em Detergente Neutro (FDN) %	30 – 50	40 – 44	39 – 45
Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) %	70 – 110	77 – 88	85 – 90
Cálcio, %	0,02 – 0,03	0,11 – 0,20	0,17 – 0,26
Fósforo, %	0,5 – 0,8	0,41 – 0,80	0,78 – 1,08

Fonte: adaptado de Tjardes e Wright (2002).

2.2.3. DDG na alimentação de bovinos

O DDG tem sido adotado como alternativa de ingrediente nos alimentos para animais de produção. A alta competitividade dentro da indústria de comercialização de alimentos para

animais acarreta a necessidade de um aprimoramento na procura por ingredientes alternativos (SILVA, 2015). Em virtude de sua composição nutricional e baixo custo, nos Estados Unidos o DDG passou a portar grande importância na inclusão em dietas para diversas espécies animais em substituição parcial a soja, que ainda é a principal fonte proteica na alimentação animal. Contudo, seu uso tem potencial para ser mais explorado no Brasil.

Por apresentar em sua composição nutricional níveis altamente fibrosos, se incluso em uma dieta balanceada, o DDG auxilia na saúde ruminal, além de ser uma excelente fonte de minerais, torna-se assim uma opção na nutrição de ruminantes. ENGEL et al. (2008) testaram por dois anos o uso de casca de soja e DDG com solúveis na alimentação de novilhas, 190 dias antes do parto e durante a lactação. Os autores constataram melhora no ganho de peso nos animais alimentados com DDGS. Já para os parâmetros peso ao nascimento, peso ao desmame e escore de condição corporal, não houve diferença. A ocorrência de ciclo estral pós desmame foi observada em maior porcentagem nas novilhas que consumiram DDGS. Em trabalhos com vacas leiteiras, foram testados os níveis de 22, 32 e 42% de DDGS na dieta, a maior produção de leite (24,0 kg) foi com a inclusão de 32%. Já com 42%, houve um declínio na produção diária. No mesmo estudo também foi avaliada a composição nutricional do leite, e nos resultados encontrados a porcentagem de sólidos teve seu maior número na dieta sem DDG (controle) e a quantidade de gordura atingiu a maior porcentagem com a inclusão de 32% de DDG na dieta (ROTTA et al., 2019).

Quando utilizado na suplementação de bovinos a pasto no período das águas, o DDG aumenta o consumo de matéria seca e nutrientes e melhora o balanço de nitrogênio (LEITE, 2018). Nos estudos de Beretta et al., (2021), para dietas à base de sorgo, a inclusão de DDGS de sorgo deve ser de até 450 g/kg sem afetar o desempenho animal ou o valor da carcaça de bovinos. Em dietas de terminação de touros Nelore a inclusão de DDG pode resultar em redução linear da degradabilidade ruminal da MS e MO, ao mesmo tempo a degradabilidade da FDN e taxa de passagem são aumentados (ALHADAS et al., 2021).

A demanda por ração animal à base de DDG aumentou ao longo dos anos. Como um ingrediente relativamente novo no Brasil ainda se faz necessário que o DDG seja explorado para provar a sua capacidade como um ingrediente sustentável para ração animal (IRAM et al., 2020). O uso do DDG com solúveis na indústria de ração animal em 2019 demonstrou que 46% de sua produção é destinada para bovinos de corte, 46% para suínos e leiteiros, 7% para aves e restante para outros animais (RFA, 2021). Embora o DDG demonstre uma composição

nutricional considerada promissora para ruminantes, alguns autores não recomendam seu uso como dieta única por conta de presença de outros componentes e pelas baixas quantidades de fração de carboidratos solúveis (IRAM et al., 2020).

O DDG, como alguns outros ingredientes comumente utilizados na nutrição de ruminantes, possui limitações em seu uso. Nas usinas de etanol é utilizado ácido sulfúrico para a limpeza e controle do pH durante a produção de etanol e obtenção de DDGS. Consequentemente, o teor de enxofre desse coproduto varia bastante, estando entre 0,6 a 1,8% (U.S. GRAINS COUNCIL, 2012). Isso é importante porque em ruminantes o enxofre é um substrato que maximiza a síntese de proteína microbiana. Para bovinos leiteiros, o teor máximo de enxofre tolerado é de 0,4% da matéria seca da dieta (BUENAVISTA et al., 2021). Ortín & Yu (2009) relatam em pesquisas que alimentos com cerca de 60% de DDGS podem provocar comportamentos incomuns e sinais de humor deprimido em vacas leiteiras. Os autores afirmam que esse efeito do DDGS pode ser atribuído a dietas com teor de enxofre superior ao seu limite máximo tolerável.

2.3 Metabolismo de nutrientes no rúmen

Os ruminantes são animais que durante o processo evolutivo desenvolveram a capacidade de aproveitar de forma eficiente carboidratos estruturais como fonte de energia e compostos nitrogenados não-proteicos como fonte de proteína (VALADARES FILHO e PINA, 2006). Essa capacidade em aproveitar os nutrientes foi adquirida graças ao desenvolvimento de seus pré-estômagos e a simbiose que ocorre entre o animal e os microrganismos presentes no rúmen. Esses microrganismos fermentam os alimentos fibrosos, e esse processo resulta na sintetização de nutrientes como proteínas, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e vitaminas (OLIVEIRA et al., 2013). A capacidade digestiva dos ruminantes promove um melhor aproveitamento da fibra dietética pelo animal, fazendo com que possuam uma certa liberdade da necessidade de ingestão de fontes externas de vitaminas do complexo B e aminoácidos essenciais (VAN SOEST, 1994).

Um dos principais nutrientes importantes para os ruminantes é a proteína. A síntese de proteína microbiana ruminal é responsável por grande contribuição no suprimento de proteína para o intestino delgado. Cerca de 60% dos aminoácidos (Aas) absorvidos no intestino delgado são de origem microbiana e o restante, 40% proveniente da proteína não degradada no rúmen (PNDR) da dieta (WATTIAUX, 2002). Alguns fatores podem influenciar a síntese de proteína microbiana, sendo a disponibilidade de energia e nitrogênio para os microrganismos ruminais

os mais importantes. Além disso, essa síntese depende de outras condições (pH, taxa de turnover) que irão influenciar na manutenção das espécies microbianas. Para uma melhor compreensão dessas inter-relações, é necessário primeiro a caracterização das frações proteicas e o entendimento de seu metabolismo, e depois o metabolismo dos carboidratos, sendo este a maior fonte de energia para microrganismos (MEDEIROS e MARINO, 2015).

Na criação de bovinos de corte, a utilização da proteína é um fator limitante no desempenho, por isso sua utilização deve ser feita de forma eficiente já que é o nutriente mais caro dentro da dieta (AMARAL et al., 2018). Quando a dieta está balanceada a ponto de não haver limitação nas concentrações de proteína, deve-se minimizar relativamente sua degradação no rúmen. Essa fração da proteína será digerida no intestino delgado (proteína não degradável no rúmen - PNDR), assim evitando possíveis perdas de aminoácidos decorrentes da fermentação microbiana (MOTA, 2019).

Dentro do metabolismo da proteína degradável no rúmen (PDR), a maior parte da proteína será utilizada pelos microrganismos ruminais e convertida em amônia, podendo ser proteolisada a aminoácidos e pequenos polipeptídeos. Quando as fontes de proteína apresentam baixa degradabilidade há uma disponibilização de nitrogênio deficiente para as bactérias ruminais. Por conta disso, sendo as bactérias as principais responsáveis por degradar a fibra, há uma redução na taxa de passagem, aumento do enchimento ruminal e conseqüente redução na ingestão de matéria seca (MEDEIROS e MARINO, 2015). As fontes proteicas variam quanto à solubilidade ruminal e taxa de degradação. A adequação da dieta em PDR é essencial para maximizar a atividade microbiana e sua produção proteica (RIBEIRO et al., 2014).

A fibra é outra das importantes frações do alimento que influenciam na degradabilidade e digestão dos nutrientes, tendo efeito direto sobre o desempenho dos animais. É a fração dos carboidratos estruturais de digestão lenta ou indigestível e pode impor limitações sobre o consumo de matéria seca e energia. As principais características químicas ligadas a digestibilidade da fibra são a composição e relação entre carboidratos estruturais e concentrações de lignina (NUSSIO et al., 2011). A lignina é considerada uma substância não nutricional e indigestível que faz com que haja uma barreira resistente ao ataque dos microrganismos ruminais sobre a parede celular da planta. Quando ligada a carboidratos e proteínas, a lignina torna-os indisponíveis para a digestão e absorção animal (HALPIN, 2019).

Através da fermentação ruminal dos carboidratos, como os presentes na parede celular vegetal (celulose e hemicelulose), os ruminantes adquirem suas principais fontes de energia e

proteína para sua manutenção e produtividade. Por reduzir o acesso microbiano e enzimático e, por consequência, a fermentação ruminal dos carboidratos fibrosos, é notável a influência da lignina na qualidade final da dieta, na eficiência alimentar e no desempenho animal (MENEZES et al., 2021). Para quantificar esses componentes da parede celular são determinados os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A FDN representa a parte de hemicelulose e celulose da planta e a FDA representa a celulose e a lignina. Na composição das forragens a FDN é inversamente proporcional a ingestão de matéria seca pelo animal, ou seja, quanto maior o teor de FDN, menor é o consumo de MS. A granulometria do alimento também irá influenciar no consumo, pois quanto maior o tamanho das partículas maior será a ingestão, por conta do menor tempo de retenção da fibra dentro no rúmen (MEDEIROS e MARINO, 2015).

Com a função dos microrganismos de fermentar os componentes dos alimentos descritos anteriormente, tem-se subprodutos importantíssimos para a produtividade do animal. Esses subprodutos como os ácidos graxos de cadeia curta, proteína microbiana e vitaminas do complexo B e K, são utilizados no metabolismo animal. Logo, o tipo de alimento ofertado aos animais altera os produtos resultantes da fermentação ruminal. Isso é explicado por conta da especificidade dos microrganismos em digerir determinados nutrientes da dieta. Dietas a base de forragens proporcionam uma maior atividade de bactérias celulolíticas e sacarolíticas, aumentando a produção de ácido acético. Diferente disso, em dietas ricas em amido e/ou proteína, há um aumento da ação de bactérias amilolíticas e/ou proteolíticas, que são produtoras de ácido propiônico (CHURCH, 1988). Estudar como os alimentos são fermentados no rúmen e aproveitados pelo organismo é de muita relevância, pois a partir dessas informações é possível criar estratégias nutricionais que irão impulsionar um melhor aproveitamento do alimento e, conseqüentemente, maior produtividade ao rebanho.

3. OBJETIVO GERAL

- Avaliar a inclusão de níveis crescentes de DDG em suplementos para bovinos a pasto.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar o consumo de matéria seca e a digestibilidade de nutrientes de bovinos mantidos a pasto recebendo diferentes níveis de DDG.
- Avaliar os parâmetros de fermentação ruminal de bovinos mantidos a pasto recebendo diferentes de níveis de DDG.
- Avaliar o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana.
- Avaliar a degradabilidade ruminal do DDG, em bovinos mantidos a pasto recebendo diferentes de níveis de DDG.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHADAS, H. M.; VALADARES FILHOS, S. C.; TEDESCHI, L.O.; VILELA, R. S. R.; SOUZA, G. A. P. *In situ* evaluation of dried distillers' grains (DDG) and of diets containing different levels of DDG inclusion replacing soybean meal, urea and corn, and development of alternative methods to estimate *in vivo* digestibility of diets. **Livestock Science**, v. 253, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104706>.

ALVES, J. O; ZHUO, C.; LEVENDIS, Y. A. & TENÓRIO, J.A.S. **Síntese de nano materiais de carbono a partir do resíduo de milho (DDGS)**. Química Nova, 35:1534-1537. 2012.

AMARAL, P. M.; MARIZ, L. D. S.; ZANETTI, D.; PRADOS, L. F.; MARCONDES, M. F.; SANTOS, A. S.; DETMANN, E.; FACIOLA, A. P.; VALADARES FILHO, S. C.; Effect of dietary protein content on performance, feed efficiency and carcass traits of feedlot Nellore and Angus×Nellore cross cattle at different growth stages. **The Journal of Agricultural Science** 156:110–117. 2018. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0021859617000958>.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**, 20th edn. Instituto FNP, São Paulo, SP, Brasil, 2017.

BERETTA, V.; SIMEONE, A.; FRANCO, J.; MATÍAS, O. B.; PANIZZA, V.; RODRÍGUEZ, M. V. Using sorghum dry distillers' grains plus solubles in sorghum-based finishing diets: feed utilization, cattle performance and carcass traits. **Animal Feed Science and Technology**. Volume 271, 114731. 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114731>.

BUENAVISTA, R. M. E.; SILIVERU, K.; ZHENG, Y. Utilization of Distiller's dried grains with solubles: A review. **Journal of Agriculture and Food Research**. Volume 5, setembro de 2021, 100195. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100195>.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland Press, 563p.1988.

ENGEL, C. L.; PATTERSON, H. H. & PERRY, G. A. Effect of dried corn distillers grains plus solubles compared with soybean hulls, in late gestation heifer diets, on animal and reproductive performance. **Journal of Animal Science**, 86. Doi: 10.2527/jas.2007-0206.

FERNANDES, L. S., DIFANTE, G. D. S., MONTAGNER, D. B., EMERENCIANO NETO, J. V., ARAÚJO, I. M. M. & CAMPOS, N. R. F. Structure of massai grass pasture grazed on by sheep supplemented in the dry season. **Japanese Society of Grassland Science**. 63, 177-183. Doi: 10.1111/grs.12165. 2017.

FILHO, R. R. L. DDG e WDG: uso na nutrição animal e mercado. Pasto extraordinário – Nutrição e Santidade. 2021. Disponível em: <https://pastoextraordinario.com.br/ddg-e-wdg-nutricao-animal-mercado/>. Acesso em: 05 de abril de 2022.

FILHO, S. C. V.; CHIZZOTI, M. L. Exigências nutricionais de bovinos de corte. In: Pires, A.V. Bovinocultura de Corte. Piracicaba: FEALQ, v.2, p.203-216, 2010.

GARCIA, S. **Por dentro do cocho: O que precisamos saber quando falamos em DDG**. Nutrição Animal – Agroceres Multimix, 2020. Disponível em:

<https://agrocereasmultimix.com.br/blog/por-dentro-do-cocho-o-que-precisamos-saber-quando-falamos-em-ddg/>. Acesso em: 20 de janeiro de 2022.

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; ROBERTO, F. F. S.; DANTAS, J. L. S. Suplementação estratégica para animais em pasto. **Revista de Medicina Veterinária e Zootecnia – Pubvet**. v.12, n.4, a62, p.1-10, Abr., 2018. Doi: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a62.1-10>.

HALPIN, C. Lignin engineering to improve saccharification and digestibility in grasses. **Curr HOFFMANN, A. Eficiência da substituição do farelo de algodão por DDGS na produção de bovinos de corte**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista – Unesp. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 84 p. Jaboticabal, 2019.

IRAM, A.; CEKMECELIOGLU, D.; DEMIRCI, A. Grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) e seu potencial como matéria-prima de fermentação. **Appl Microbiol Biotechnol** 104, 6115-6128. 2020. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10682-0>.

KLEINSCHMIT, D. H.; ANDERSON, J. L.; SCHINGOETHE, D. J.; KALSCHUR, K. F.; HIPPEN, A. R. Ruminal and intestinal digestibility of distillers grains plus solubles varies by source. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 2909–2918, 2007. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-613>.

KLOPFENSTEIN, T. J.; ERICKSON, G. E.; BREMER, V. R. Board-Invited Review: Use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry. **Journal of Animal Science**, v.86, p.1223-1231, 2008. Doi: 10.2527 / jas.2007-0550.

LEITE, R. G. **Uso de DDGS na suplementação protéico energética em bovinos em pastejo na estação chuvosa**. Dissertação (Mestrado) 50 f. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018.

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Capítulo 3 - Proteínas na nutrição de bovinos de corte. *In*: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações**. 1ª edição, 176 p. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

MENEZES, R. A.; GONÇALVES, L. C.; PIRES, F. P. A. A.; MENEZES, G. L.; OLIVEIRA, A. F. Lignina: caracterização, efeito e manipulação na nutrição de ruminantes. **Nutritime Revista Eletrônica, on-line**, Viçosa, v.18, n.4, p.8961-8970. 2021.

MOTA, V. A. C. **Estratégias para aumento da eficiência de utilização do nitrogênio de bovinos nelore recriados em pastagens**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2019.

NETO, O. R. **O uso dos subprodutos do etanol de milho na nutrição de bovinos**. Scot Consultoria. Botucatu-SP, 2018. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/imprimir/noticias/48948>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. Capítulo – 7. **Metabolismo de carboidratos estruturais**. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (ed.). *Nutrição de Ruminantes 2º Edição*. Jaboticabal/SP. Editora Funep, p.265-297. 2011.

OLIVEIRA, V.S.; SANTANA NETO, J.A.; VALENÇA, R.L. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo – Revisão de Literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.19, n.20, p.1-21, 2013.

OLIVEIRA, Z. F.; JÚNIOR, H. A. S.; SANTANA, E. O. C.; FERREIRA, A. H. C.; MACIEL, M. S.; CARDOSO, E. S.; FIGUEIREDO, C. B.; JÚNIOR, M. A. B. Suplementação de bovinos em pastejo de gramíneas tropicais: recentes estudos. **REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME**. Artigo 281 Volume 11 - Número 06– p. 3770– 3790. 2014.

ORTÍN, W. G. N.; YU, P. Nutrient variation and availability of wheat DDGS, corn DDGS and blend DDGS from bioethanol plants. **J. Sci. Food Agric.**, 89, pp. 1754-1761. 2009. Doi: 10.1002/jsfa.3652.

PENZ JÚNIOR, A. M.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de biocombustível. **Acta Scientiae Veterinariae**, n. 36, p. 107-117, 2008. URI: <http://hdl.handle.net/10183/18782>.

POLIZEL, D. M.; SOARES, L. C. B. **DDG: qual a qualidade nutricional do coproduto que utilizo na minha propriedade?** Milkpoint. 2021. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/esalqlab/ddg-qual-a-qualidade-nutricional-do-coproduto-que-utilizo-na-minha-propriedade-224301/>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2022.

REIS, R. A.; ROMANZINI, E. P. O que esperar do uso de DDG na pecuária de corte? Universidade Estadual Paulista. **Research Release**. Jaboticabal -SP, 2020. Doi: 10.13140 / RG.2.2.28747.34083.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PÁSCOA, A. G. Suplementação a dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **R. Bras. Zootec.**, v.38, p.147-159. 2009. Doi: 10.1590 / S1516-35982009001300016.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; OLIVEIRA, A. A.; AZENHA, M. V.; CASAGRANDE, D. R. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.13, n.3, p.642-655 jul./set., 2012. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402012000300005>.

RFA - RENEWABLE FUELS ASSOCIATION. **Ethanol Industry Outlook**. 2021. Disponível em: https://ethanolrfa.org/file/39/RFA_Outlook_2021_fin_low.pdf. Acesso em: 18 de fevereiro de 2022.

RIBEIRO, P. R.; JUNIOR, G. L. M.; SILVA, S. P. Aspectos nutricionais da utilização da proteína pelos ruminantes: A review. **Vet. Not.**, Uberlândia, v.20, n. 2, p.1-14, jul./dez. 2014.

ROTTA, P. P.; VIANA, V. S. S.; NOVA, C. H. P.; MARCONDES, M. I. **Uso de DDG em dietas para vacas leiteiras.** In: FERREIRA, I. (Ed.). Facilidade de partos em novilhas precoces. Revista Pecuária em Alta. Ano v. n. 24. P. 30-33. 2019.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL - SENAR. **Bovinocultura: manejo e alimentação de bovinos de corte em confinamento.** 56 p; il. 21 cm (Coleção Senar, 232). Brasília, 2018.

SILVA, A. H. S.; CASTELO BRANCO, P. A.; SANTOS, M. V. S.; BARRETO, L. M. G.; LEMOS, N. L. S.; VALE, W.G.; BRÊTAS, A. A. Intensive pasture termination (IPT): perspective for the Sergipe semi-arid. **Scientific Electronic Archives**, 13(11), 110–116. 2020. Doi: <https://doi.org/10.36560/131120201143>.

SILVA, J. R. **Resíduo seco de destilaria contendo solúveis (DDGS), com e sem xilanase, na alimentação de cães.** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

SILVA, J. R.; NETTO, D.P.; SCUSSEL, V.M. Grãos secos de destilaria com solúveis, aplicação em alimentos e segurança: Revisão. Publicações em **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.10, n.3, p.257-270, 2016.

SIQUEIRA, G. R.; CIDRINI, I. A.; MIORIN, R.; OLIVEIRA, I. M.; PRADOS, L. F.; RESENDE, F. D. **Boi 777 - Qual é o papel da forragem neste sistema?** In: II Internacional Conference on Forages. Proceedings II Internacional Conference on Forages, v. 2. Lavras, 2018.

STOCK, R. A., J. M. LEWIS, T. J. KLOPFESTEIN. Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. **J. Anim. Sci.** 78(E-Suppl.). 2000.

TJARDES, J.; WRIGHT, C. Feeding corn distiller's coproducts to beef cattle. Extension Extra, ExEx 2036, August, South Dakota State University Cooperative Extension Service, Dept. of **Animal and Range Sciences**, p. 1-5. 2002.

US Grains Council. **A guide to Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS).** U.S. Grains Council DDGS User Handbook – 3rd Edition. Washinton DC, USA, 406p. 2012.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. **Fermentação Ruminal. IN: Nutrição de Ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 583p.2006.

VAN SOEST, P. J. Nutrition ecology of ruminants. Ithaca. **Cornell University Press**, 476 p., 1994.

VECCHI, L. **Subprodutos do etanol de milho como fonte de proteína mais barata.** Nutrição e sanidade – Pasto extraordinário. 2019. Disponível em: <https://pastoextraordinario.com.br/subprodutos-do-etanol-de-milho/>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2022.

WATTIAUX M. A. **Metabolismo de proteína em Bovinos de leite.** In: Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da pecuária Leiteira Internacional. University of Wisconsin-Madison, 2002.

CAPÍTULO 2

Grãos secos de destilaria em suplementos para bovinos em terminação a pasto

Yasmin dos Santos Picanço^{1*}, Jefferson Rodrigues Gandra², Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes³

¹Mestranda em Zootecnia, Faculdade de Ciência Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados – MS, Brasil.

^{2,3} Docente da Universidade Federal da grande Dourados. Dourados – MS, Brasil.

*Autor correspondente: yasmindossantospicanco@gmail.com

Resumo: O DDG é um coproduto com alto valor nutritivo, resultante da produção do etanol a partir de grãos podendo ser uma alternativa de inclusão na suplementação de bovinos a pasto. Objetivou-se avaliar a inclusão de níveis crescentes de DDG sobre consumo e digestibilidade de nutrientes, degradabilidade e padrões de fermentação ruminal, de bovinos mantidos a pasto. Foram utilizados 5 novilhos, machos, castrados, providos de cânula ruminal pesando 450 ± 50 kg, com 18 meses de idade, mantidos em pasto de capim Marandu; e distribuídos em quadrado latino 5x5. O DDG foi incluído nos suplementos nas seguintes proporções 0, 100, 150, 200 e 300 g/kg de MS. Os dados foram analisados através do uso do SAS (Version 9.2. SAS Institute, Cary, NC 2009) e submetidos à análise de variância, ao nível de significância de 5%, sendo avaliados por regressão polinomial simples. A disponibilidade total de pasto e de matéria verde apresentou médias de 2,0 Ton/ha e 1,3 Ton/ha, respectivamente, permitindo a seletividade pelos animais. Houve efeito dos tratamentos ($P < 0,05$) sobre as frações “a” e “b”, DP, DE (2%/h e 5%/h), fração “I” e TC da matéria seca do DDG. Os níveis de DDG provocaram efeito quadrático sobre a DE2%/h ($P = 0,016$) e aumento linear da DE5%/h ($P < 0,0001$). Analisando a proteína do grão seco de destilaria, a inclusão do DDG nos suplementos teve efeito sobre a fração “c”, DP, DE (2, 5 e 8 %/h) e TC ($P < 0,005$). A degradabilidade da PB aumentou com a inclusão do DDG, porém não chegou a 50% de degradação, tendo alto escape no rúmen. O consumo de pasto ($P = 0,032$), MS ($P = 0,041$), MO ($P = 0,022$), e PB ($P = 0,035$) apresentaram comportamento quadrático com a inclusão do DDG nos suplementos, onde os maiores consumos para ambos correspondeu aos suplementos com 100 e 200g/kg de inclusão. A digestibilidade da FDN ($P = 0,001$) e MO ($P = 0,046$) também sofreu efeito quadrático ($P < 0,05$), constatando que em níveis acima de 200g/kg pode ser diminuída. O N-consumido também

sofreu efeito quadrático ($P=0,032$) com aumento na inclusão de 100, 200 e 300g/kg de DDG, estando ligado a fração proteica do DDG. Os níveis de Isovalerato ($P=0,0001$), AGCR ($P=0,004$) e a produção de CH_4 ($P=0,022$) diminuíram linearmente, indicando decréscimo nas pernas energéticas pelos animais. Os demais parâmetros de fermentação ruminal não sofreram efeito dos tratamentos testados no presente estudo. A inclusão de DDG na suplementação de bovinos provocou aumento do consumo de pasto, MO, PB e digestibilidade da MO e FDN com até 200g/kg de DGG na suplementação. Com isso, recomenda-se níveis entre 150 e 200g/kg de DDG em suplementos para bovinos a pasto.

Palavras-chave: DDG, Síntese microbiana, Coproduto do etanol.

Distillery dry grains in supplements for pasture finished cattle

Abstract: DDG is a co-product with high nutritional value, resulting from the production of ethanol from grains and may be an alternative for inclusion in the supplementation of cattle on pasture. The objective of this study was to evaluate the inclusion of increasing levels of DDG on nutrient intake and digestibility, degradability and ruminal fermentation patterns in cattle kept on pasture. Five steers were used, male, castrated, equipped with ruminal cannula weighing 450 ± 50 kg, with 18 months of age, kept in Marandu grass pasture; and distributed in 5x5 Latin square. DDG was included in the supplements in the following proportions 0, 100, 150, 200 and 300 g/kg DM. Data were analyzed using SAS (Version 9.2. SAS Institute, Cary, NC 2009) and submitted to analysis of variance, at a significance level of 5%, being evaluated by simple polynomial regression. The total availability of pasture and green matter presented averages of 2.0 Ton/ha and 1.3 Ton/ha, respectively, allowing selectivity by the animals. There was an effect of treatments ($P<0.05$) on fractions “a” and “b”, DP, DE (2%/h and 5%/h), fraction “I” and TC of DDG dry matter. DDG levels had a quadratic effect on ED2%/h ($P=0.016$) and linear increase of ED5%/h ($P<0.0001$). Analyzing the protein of the dry distillery grain, the inclusion of DDG in the supplements had an effect on the fraction “c”, DP, DE (2, 5 and 8 %/h) and TC ($P<0.005$). The degradability of CP increased with the inclusion of DDG, but did not reach 50% degradation, with high rumen leakage. Pasture consumption ($P=0.032$), MS ($P=0.041$), MO ($P=0.022$), and CP ($P=0.035$) presented quadratic behavior with the inclusion of DDG in supplements, where the highest consumptions for both corresponded to the supplements with 100 and 200g/kg of inclusion. The digestibility of NDF ($P=0.001$) and MO ($P=0.046$) also

suffered a quadratic effect ($P < 0.05$), noting that at levels above 200g/kg it can be reduced. The N-consumed also suffered a quadratic effect ($P = 0.032$) with an increase in the inclusion of 100, 200 and 300g/kg of DDG, being linked to the protein fraction of the DDG. The levels of Isovalerate ($P = 0.0001$), AGCR ($P = 0.004$) and CH₄ production ($P = 0.022$) decreased linearly, indicating a decrease in energetic legs by the animals. The other ruminal fermentation parameters were not affected by the treatments tested in the present study. The inclusion of DDG in cattle supplementation caused an increase in pasture consumption, OM, CP and digestibility of OM and NDF with up to 200g/kg of DGG in the supplementation. Therefore, levels between 150 and 200g/kg of DDG are recommended in supplements for grazing cattle.

Keywords: DDG, Microbial synthesis, Ethanol co-product.

Financiamento

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os autores também agradecem à Universidade Federal da Grande Dourados pelo apoio.

1. INTRODUÇÃO

A suplementação a pasto tem o intuito de dar um suporte à forragem para suprir as exigências nutricionais dos animais, além de fornecer aditivos que beneficiam o ambiente ruminal, favorecendo a utilização do alimento consumido e aumentando a produtividade. Dentro da produção animal, 70% dos custos de uma propriedade são provenientes da nutrição, por esse motivo há uma crescente procura por alternativas que amenizem esses custos (DIAS, 2016).

Uma alternativa que vem sendo estudada no Brasil é o uso dos grãos secos destilaria (DDG) na suplementação de animais de produção. Sua sigla original é escrita em inglês, e corresponde a “dried distiller’s grains”. O DDG é um coproduto com alto valor nutritivo, resultante da produção do etanol a partir de grãos (milho, sorgo) (REIS e ROMANZINI, 2020). Em geral, o grão de milho é o mais utilizado nesse processo, e é conseqüentemente a matéria prima para a obtenção do DDG (SILVA, et al., 2016).

Hernández et al. (2022) testaram a inclusão de DDGS de milho na suplementação de novilhos a pasto frente a baixa qualidade da forragem. Os autores concluíram que o DDGS pode ser uma alternativa adequada de suplementação, pois sua inclusão melhorou os parâmetros de fermentação ruminal. Na mesma pesquisa, os autores destacaram que na inclusão de 12g/kg de DDG no suplemento reduz o consumo de forragem, enquanto a digestibilidade da dieta e consumo de nutrientes digestíveis aumenta. Na terminação intensiva de bovinos a pasto a inclusão de 50% de DDG na dieta resulta em maior ingestão de matéria seca pelos animais comparando-se a animais que consomem farelo de soja, além de proporcionar maior taxa de passagem do alimento no rúmen. Apesar disso, nessa proporção na dieta a inclusão do DDG não altera o desempenho de animais em terminação a pasto (HOFFMANN, 2019).

Esse coproduto é rico em proteína "by pass" (proteína não degradada no rúmen), o qual é um fator desejável, quando objetiva-se maior ganho de peso, principalmente em animais

jovens, que apresentam exigência proteica maior (REIS e ROMANZINI, 2020). Além disso, seu efeito na fisiologia, metabolismo e digestibilidade de nutrientes para ruminantes ainda é pouco explanado, sendo boa parte das pesquisas voltadas para monogástricos.

Apesar dessas vantagens da utilização do DDG para bovinos, ainda são poucas as pesquisas com sua inclusão para criações a pasto, a grande maioria das pesquisas focam seus interesses nas produções em confinamento ou são realizadas fora do Brasil. Com isso, objetivou-se avaliar a inclusão de níveis de DDG em suplementos para bovinos mantidos a pasto sobre os aspectos de consumo, digestibilidade, degradabilidade *in situ* e parâmetros ruminais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local, animais e tratamentos

O presente experimento foi conduzido durante os meses de outubro de 2020 a janeiro do ano de 2021, seguindo os princípios prescritos pelo Comitê de Ética da Universidade Federal da Grande Dourados (Protocolo de aprovação: 023/2015 CEUA / UFGD). O estudo a campo foi desenvolvido no setor de Nutrição de Produção de Ruminantes. As análises foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e no Laboratório de Avaliação de Coprodutos de Oleaginosas, do Centro de pesquisa em Agroenergia e Conservação Ambiental (LAPAC/FINEP), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). A UFGD localiza-se na cidade de Dourados no Estado do Mato Grosso Do Sul- MS, com localização geográfica situada nas coordenadas 22°11'43.49" de latitude sul e 54°55'77" de longitude oeste.

Foram utilizados cinco novilhos mestiços canulados, com média de idade 18 meses e 450±50kg. Os animais foram distribuídos casualmente em delineamento de quadrado latino (5x5). Em cada período experimental houve rotação dos suplementos entre os animais, fazendo com que consumissem todos os diferentes tratamentos. Os cinco períodos experimentais tiveram duração de 18 dias dos quais 8 dias foram para a adaptação dos animais e 10 dias para a coleta de dados. Os animais foram distribuídos em cinco piquetes individuais de aproximadamente 0,2 hectares, munidos de cocho, bebedouro e pasto *Urochloa brizantha*, cv. *Marandu* (*Syn Brachiaria*).

Os suplementos utilizados foram constituídos de milho, farelo de soja, ureia e núcleo mineral, e formulados conforme NRC (2016) para conter 18% de PB (Tabela 3). O DDG foi

incluído nas seguintes proporções: 0, 100, 150, 200 e 300 g/kg de MS. A quantidade de suplemento fornecida diariamente foi de 1% do peso corporal dos animais, uma única vez ao dia, no período da manhã (08h). A composição bromatológica dos ingredientes utilizados nos suplementos está descrita na Tabela 2. A proporção dos ingredientes e composição química bromatológica dos suplementos estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 2. Composição bromatológica do DDG, milho e farelo de soja utilizados no suplemento fornecido aos animais

Item	DDG	Milho	Farelo de soja
MS%	86,19	88,23	89,09
PB%	45,19	9,46	47,74
FDN%	46,72	30,88	22,14
FDA%	27,68	5,85	10,50
Cinzas%	2,23	1,13	6,62
*NDT%	64,3	70,91	74,56

MS= Matéria seca. PB= Proteína bruta (% da MS). FDN= Fibra em detergente neutro (% da MS); FDA= fibra em detergente ácido (% da MS). NDT= nutrientes digestíveis totais (% da MS). DDG= grãos secos de destilaria. *%NDT = $83,79 - 0,4171 * \text{FDN}$, Capelle et al., (2001).

Tabela 3. Proporção (%) e composição química bromatológica dos suplementos experimentais (base MS) contendo níveis crescentes de DDG e proporção dos ingredientes

Ingrediente	Níveis de inclusão de DDG (g/kg)				
	0	100	150	200	300
Milho	79,90	79,40	75,90	72,90	64,80
F. Soja	13,0	3,50	2,00	1,00	0,00
DDG	0,00	10,00	15,00	20,00	30,00
Ureia protegida	3,00	3,00	3,00	2,00	1,00
Mistura mineral	4,1	4,1	4,1	4,1	4,2
MS%	82,08	81,79	81,68	82,45	83,03
PB%	20,66	20,60	21,81	21,01	21,99
FDN%	27,55	29,97	30,89	32,08	34,03
FDA%	6,04	7,78	8,80	9,91	12,09
*NDT%	66,35	65,34	64,96	65,30	65,24

F. soja = Farelo de soja. DDG= grãos secos de destilaria. MS= Matéria seca. PB= Proteína bruta (% da MS). FDN= Fibra em detergente neutro (% da MS); FDA= fibra em detergente ácido (% da MS). NDT= nutrientes digestíveis totais (% da MS). *%NDT = $83,79 - 0,4171 * \text{FDN}$, Capelle et al., (2001).

2.2 Disponibilidade de forragem

A disponibilidade de forragem foi realizada no primeiro dia de cada período experimental, por meio do corte rente ao solo de áreas delimitadas aleatoriamente (10 áreas por piquete) com um quadrado metálico de $0,25\text{m}^2$. As amostras coletadas foram levadas ao laboratório, homogêneas e subamostradas duas vezes, uma para a determinação da

disponibilidade de matéria seca e composição bromatológica da forragem ofertada (pesada, e seca em estufa de ventilação forçada a 60° C). A outra amostra foi separada para a determinação da composição morfológica do pasto (folha, colmo mais bainha e material senescente) para a quantificação da composição. Foram confeccionadas amostras compostas para cada piquete, as quais foram secas sob ventilação forçada (60°C) e processadas em moinho de facas (1 mm), para posteriores análises. A altura do pasto foi medida com régua graduada em centímetros, procurando a altura média das folhas do pasto em todos os 10 pontos de coleta em cada piquete.

A coleta de forragem consumida pelo animal (extrusa) foi realizada no 18° dia de cada período, através de esvaziamento total do rúmen. Os animais foram submetidos a jejum de aproximadamente 12 horas, e no dia da coleta tiveram seu rúmen esvaziado manualmente, seco com pano, em seguida levados para seus respectivos piquetes onde permaneceram pastejando por cerca de 40min. Ao final deste período coletou-se amostra de aproximadamente 400g do material ingerido. As amostras foram homogeneizadas e acondicionadas em sacolas plásticas devidamente identificadas e congeladas à -18°C, e transportadas para o Laboratório de Nutrição Animal/UFGD, para posteriores análises. Para a disponibilidade total de pasto foi feito o cálculo: $DT = \text{kg forragem verde/ha} \times \%MS$, onde MS = Matéria seca. A disponibilidade total de matéria verde foi encontrada através do cálculo: $DT \times F+C/100$, onde DT= Disponibilidade total de pasto; F+C= proporção de folha mais colmo.

2.3 Ingestão de nutrientes e digestibilidade aparente total

A ingestão de matéria seca (MS) foi calculada a partir da excreção fecal total de MS e do FDNi das fezes, pasto e concentrado. Para estimar a excreção fecal de MS diária, foi inserido um cartucho de papel com 10g/dia de dióxido de titânio (TiO₂) diretamente no rúmen por intermédio de cânula ruminal. O fornecimento de TiO₂ ocorreu no 1° dia de cada período experimental, durante dez dias seguidos, sendo cinco dias para a adaptação do marcador externo e cinco dias para a coleta, às 08:00 da manhã (FERREIRA et al. 2009).

As fezes foram coletadas diretamente do reto dos animais entre o 6° e o 12° dia experimental, em diferentes horários (08h, 10h, 12h, 14h e 16h), acondicionadas em sacos plástico, identificadas e congeladas a -18°C. Posteriormente às coletas, as amostras de fezes foram pesadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55° C, em seguida foram processadas. Ao fim de cada período foi obtida uma amostra composta por animal, retirando-se uma amostra de cada piquete por período, para análise química.

As concentrações de TiO_2 , foram obtidas espectrofotometria UV/Vis, em concordância com o método colorimétrico de MYERS et al. (2004). A excreção fecal foi calculada por intermédio da fórmula: $(EF = OF/COF)$. Em que: EF = Excreção Fecal diária (g/dia); OF = dióxido de titânio fornecido (g/dia) e COF = Concentração de dióxido de titânio nas fezes (g/g MS).

A FDNi (marcador interno) foi utilizada com o intuito de determinar o consumo de matéria seca da forragem. Uma vez secas e processadas as amostras de fezes, suplemento e extrusa, estas foram inseridas em sacos de TNT ($100\text{g}/\text{cm}^2$; 5×5 cm) contendo 0,5g de amostra e incubadas no rúmen (*in situ*) por 288 horas (DETMANN et al., 2012). O consumo de matéria seca foi estimado conforme descrito por Dias et al. (2017) através da equação: $\text{CMS (kg/dia)} = \{[(EF \times \text{CIFZ}) - \text{IS}] / \text{CIFO}\} + \text{CMSS}$. Em que: CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); CIFZ = concentração do indicador presente nas fezes (kg/kg); IS = indicador presente no suplemento (kg/dia); CIFO = concentração do indicador presente na forragem (kg/kg), CMSS = consumo de matéria seca do suplemento (kg/dia).

2.4 Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do grão seco de destilaria

Para a avaliação da degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta do grão seco de destilaria, foram confeccionados sacos de TNT ($100\text{g}/\text{cm}^2$ - 5×5 cm) respeitando a relação $20 \text{ mg}/\text{cm}^2$. Esses saquinhos foram secos (estufa a 105° por uma noite) e pesados, em seguida 0,5g de amostra (DDG) foi adicionada em cada saquinho e após isso foram selados. Os sacos de TNT foram inseridos em sacolas de filó (náilon), medindo 15×30 cm, com um peso de chumbo de 100 g para que os sacos permanecessem submersos dentro do rúmen. Os sacos de filó foram amarrados com linha de náilon de aproximadamente 0,5 m de comprimento livre. Todas as amostras foram preparadas segundo as recomendações propostas por Huntington e Givens (1995) e Nocek (1988).

Uma vez que os animais já estavam adaptados às dietas fornecidas, as sacolas de filó foram introduzidas diretamente no rúmen, através da cânula ruminal em ordem decrescente de 96, 48, 24, 12, 6, 4, 2 e 0 horas, em triplicatas por animal/tempo de incubação, de acordo com NRC (2001). No tempo de 0 h, os saquinhos contendo os alimentos foram pré-incubados (mergulhados e imediatamente retirados) diretamente dentro do rúmen. Todos os sacos de filó foram retirados do rúmen ao mesmo tempo e lavados em água corrente até que a água ficasse

translúcida. Após isso, os saquinhos foram secos em estufa de ventilação forçada a 65°C por 48 h. Os dados sobre desaparecimento da matéria seca foram calculados baseando-se na diferença entre o peso da amostra incubada e peso dos resíduos remanescentes nos saquinhos após a incubação.

Na estimativa dos parâmetros da cinética de degradação da MS, foram utilizados o modelo assintótico de primeira ordem, proposto por Orskov e McDonald (1979): $DP = a + b(1 - e^{-ct})$. Onde: DP = degradabilidade ruminal potencial dos alimentos; a = fração solúvel; b = fração potencialmente degradável da fração insolúvel que seria degradada a uma taxa c; c = taxa de degradação da fração “b”; t = tempo de incubação em horas. A fração considerada indegradável foi calculada da seguinte forma: $I = (100 - (a+b))$.

Na estimativa da degradabilidade efetiva (DE), foi utilizado o modelo matemático: $DE = a + [(b * c) / (c + K)]$. Em que K = taxa de passagem de sólidos pelo rúmen, definida aqui como sendo de 2, 5 e 8%/h, que pode ser atribuído ao nível de consumo alimentar baixo, médio e alto. Após os dados serem ajustados ao modelo e utilizando o valor de desaparecimento obtido no tempo zero (“a”), foi estimado o tempo de colonização (TC) para a MS, PB e FDN, da mesma forma que Goes et al. (2010), em que os parâmetros “a”, “b”, e “c” foram estimados pelo algoritmo de Gauss Newton: $TC = [-\ln(a' - a - b)/c]$.

2.5 Fermentação ruminal

No 14º dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de líquido ruminal, para leitura de pH, concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e ácidos graxos de cadeia curta. As coletas de líquido ruminal foram realizadas antes e 2, 4, 6 e 8 horas após a suplementação. As amostras foram filtradas em uma camada tripla de gaze para que fosse coletado apenas o líquido, sem resíduos.

A leitura do pH foi realizada em seguida, após cada coleta de líquido ruminal, por meio de um pHmetro digital portátil. Para o preparo das amostras para as análises de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), foram retiradas frações dessas amostras (10-20mL). Essas frações foram centrifugadas a 3500 rotação por minuto (rpm) durante 5 minutos, em seguida foi coletado 1800uL do sobrenadante e acrescentado 100 uL de ácido orto-fosfórico a 20%, após esse processo as amostras foram congeladas para posterior análise de AGCC.

Os AGCC do líquido ruminal foram analisados por cromatografia gasosa utilizando um cromatógrafo Shimadzu© GC-2010 Plus equipado com injetor automático AOC-20i, coluna

capilar Stabilwax-DA™ (30m, 0,25mm ID, 0,25µm df, Restek©) e detector de ionização de chama (FID), após acidificação das mesmas com 1 M de ácido ortofosfórico P.A. (Ref. 100573, Merck©) e fortificação com mistura de ácidos voláteis livres (Ref. 46975, Supelco©). Após esse procedimento, uma alíquota de 1µL de cada amostra foi injetada com taxa de split de 40:1, utilizando hélio como gás de arraste à velocidade linear de 42 cm.s⁻¹, obtendo-se a separação dos analitos em uma corrida cromatográfica de 11,5 minutos. As temperaturas do injetor e do detector foram, respectivamente, 250°C e 300°C e temperatura inicial da coluna de 40 °C. A rampa de temperatura da coluna se iniciou com um gradiente 40 até 120 °C à taxa de 40 °C.min⁻¹, seguido de um gradiente de 120 até 180 °C à taxa de 10 °C.min⁻¹ e de 180 a 240 °C à taxa de 120 °C.min⁻¹, mantendo-se a temperatura a 240 °C por mais 3 minutos ao final. Para a quantificação dos analitos, uma calibração do método foi feita com diluições do padrão WSFA-2 (Ref. 47056, Supelco©) e de ácido acético glacial (Ref. 33209, Sigma-Aldrich©) analisadas sob as condições descritas acima. A determinação e a integração dos picos foram feitas utilizando-se o software GCsolution v. 2.42.00 (Shimadzu©).

A estimativa da produção de metano (mM/L) foi realizada segundo fórmula proposta por Moss et al. (2000), $CH_4 = 0.45 (C2) - 0.275 (C3) + 0.4 (C4)$; sendo C2 a concentração de ácido acético, C3 a concentração de ácido propiônico e C4 a concentração de ácido butírico.

Para determinação das concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi separada uma alíquota de 40 mL de amostra fixada a 1 ml de HCl 1:1, a qual foi congelada a -18°C para posterior análise realizada conforme o método INCT-CA N-007/1, descrito por Detmann et al. (2012); onde a concentração de amônia no líquido ruminal foi estimada pelo sistema micro-Kjeldahl, sem digestão ácida e utilizando-se como base para destilação o hidróxido de potássio (2N), após centrifugação prévia da amostra a 1.000 x g, por 15 minutos.

2.6 Síntese de proteína microbiana

As amostras de urina foram coletadas ao 15º dia de cada período na forma “spot”, quatro horas após fornecida a suplementação, por micção espontânea dos animais (CHIZZOTTI et al., 2006). A amostra foi dividida em duas alíquotas, uma para determinação de concentração de creatinina, ureia, ácido úrico e alantoína, contendo 10mL de urina e diluída em ácido sulfúrico (0,036 N). A outra fração contendo 50mL de urina e 1 mL de ácido sulfúrico (36N) e destinada para análises de concentrações de N total urinário. Todas as amostras foram identificadas e imediatamente congeladas a -18°C para análises posteriores.

Para quantificar a alantoína foi utilizado o método colorimétrico, conforme técnica de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen e Gomes (1992). Para a determinação da concentração de creatinina e ácido úrico foram utilizados kits comerciais (Labtest, Lagoa Santa, Brasil; Gold Analisa Diagnostica Ltda, Belo Horizonte, Brasil).

A excreção total de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretado na urina, expressas em mmol/dia. O cálculo de purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol/dia) foi realizado pela equação: $DP = 0,85 * Pabs + 0,385 * PC^{0,75}$, onde o 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e $0,385 PC^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (VERBIC et al., 1990).

A excreção urinaria total de creatinina foi quantificada por meio da relação da concentração de creatinina na urina e sua excreção por unidade de peso corporal, aderindo ao valor de 27,36 mg/kg PC (RENNÓ et al., 2000). As excreções diárias de N-ureia e N-creatinina foram obtidas por meio do produto das concentrações de ureia e creatinina pelo volume urinário de 24 horas, multiplicado por 0,466 ou 0,3715, correspondente aos teores de N na ureia e creatinina, respectivamente. Para quantificar o volume diário de urina, foi utilizada a média diária de creatinina (mg/kg PC/dia) e a concentração de creatinina (mg/L) na amostra spot de urina: $VU (l/dia) = (27,36 \times PC) / [creatinina]$, onde 27,36 representa o valor da excreção diária média de creatinina, em ppm PC, obtido por Rennó et al. (2000) em novilhos cruzados e zebuínos, PC é o peso corporal do animal e [creatinina] é a concentração de creatinina, em mg/L, encontrada na amostra de urina spot dos animais.

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi determinado pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido e o total excretado na urina e fezes. As concentrações de nitrogênio nas fezes e urina foram determinadas segundo o sistema micro Kjeldahl. A partir desses valores, foi realizado cálculo para quantificação do nitrogênio retido (N-Retido), descontando-se do BN o valor estimado da exigência de nitrogênio endógeno basal (NEB), que considera o N endógeno tecidual e as perdas dérmicas de N como 0,35 e 0,018 do peso metabólico, respectivamente.

2.7 Metabolismo da ureia e creatinina

No 16º do período foi realizada a coleta de sangue, quatro horas após o fornecimento da suplementação, sendo realizada por punção da veia coccígea localizada na cauda dos animais,

utilizando anticoagulante (heparina). Após coletas as amostras foram identificadas e centrifugadas a 3.000 rpm por 15 min para retirada de alíquotas do sobrenadante sérico, que em seguida foram congelados (-18°C) para posterior determinação da ureia e creatinina plasmática por colorimetria através de kit comercial (Gold Analisa® Diagnostica Ltda).

2.8 Análises para composição bromatológica

As amostras de fezes, suplementos, extrusa (forragem obtida por esvaziamento ruminal) e pastagem foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS; # 934.01), proteína bruta (PB) obtida pela determinação do nitrogênio (N) total usando a técnica micro Kjeldahl (#920.87, Nx6,25); cinzas (CZ; #924.05; AOAC, 1990); e matéria orgânica (100-CZ). A fibra em detergente ácido (FDA) foi determinada conforme descrito por Van Soest e Robertson (1999). As análises de fibra em detergente neutro (FDN), foram realizadas de acordo com Mertens (2002) com algumas adaptações, onde foi utilizado o aparelho de autoclave sem o uso de sulfito de sódio. Realizou-se análise de celulose de acordo com Klason (1893), que utiliza a determinação por hidrólise ácida (ácido sulfuro a 72%). A partir do valor da celulose, foi realizado o cálculo para obter a lignina do pasto e da extrusa. O teor de NDT da forragem foi calculado baseado no teor de FDN, conforme equação proposta por Capelle et al. (2001):
$$\%NDT = 83,79 - 0,4171 * FDN.$$

2.9. Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados através do uso do SAS (Version 9.2. SAS Institute, Cary, NC 2009), onde foi verificado a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias pelo comando PROC UNIVARIATE.

Para os efeitos da avaliação dos níveis de inclusão adotou o seguinte modelo: $Y_{ijl} = \mu + A_i + P_j + D_l + e_{ijl}$; onde Y_{ijl} = variável dependente, μ = média geral, A_i = efeito de animal ($i = 1$ a 5), P_j = efeito do período ($j = 1$ a 5), D_l = efeito do nível de DDG ($l = 1$ a 5); e e_{ijl} = erro experimental.

O efeito aleatório do modelo (random) caracterizou-se por: A_i e P_j . Os graus de liberdade foram corrigidos por $DDFM = kr$. Com os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC MIXED do SAS, versão 9.0, adotando-se nível de significância de 5%, sendo avaliados por regressão polinomial simples pelo PROC REG do SA, adotando-se nível de significância de 5%.

Os dados de fermentação ruminal foram analisados pelo comando REPEATED do PROC MIXED para avaliação de medidas repetidas no tempo, de acordo com o seguinte modelo: $Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + D_k + T_y + T_y(D_k) e_{ijk}$; onde: Y_{ijk} = variável dependente, μ = média geral, A_i = efeito de animal ($i = 1$ a 5), P_j = efeito do período ($j = 1$ a 5), D_k = efeito do nível de DDG ($k = 1$ to 5), T_k = efeito do tempo ($k = 1$ a 5), $T_y(D_k)$ = interação entre nível e tempo e e_{ijk} = erro experimental.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC MIXED, utilizando o LSMEANS, aplicando-se o teste de média de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

A disponibilidade total de pasto e a disponibilidade total de matéria verde apresentaram médias de 2,0 t/ha e 1,3 t/ha, respectivamente. Os teores de proteína bruta (PB) e FDN foram de 4,3 e 77%, 6%, respectivamente. A relação NDT:PB evidenciou média de 12,0 (Tabela 4).

Tabela 4. Disponibilidade de matéria seca e matéria verde totais, características morfológicas e composição bromatológica do pasto de *Urochloa brizantha*, syn. *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*

	Nível de inclusão de DDG (g/kg)					Média
	0	100	150	200	300	
MS total (t/ha)	2,07	2,14	2,35	1,88	1,60	2,0
MS verde total (t/ha)	1,18	1,27	1,51	1,32	1,03	1,3
Altura (cm)	29,2	28,26	35,00	32,38	32,16	31,4
Colmo %	19,0	14,8	18,6	19,7	20,0	18,4
Folha %	43,21	47,03	46,20	49,32	46,24	46,4
Material morto %	37,78	38,21	35,19	31,00	33,73	35,2
MS %	39,06	36,86	39,34	34,57	36,28	37,2
MO %	91,66	91,74	91,61	91,40	91,10	91,5
PB %	4,60	4,08	4,02	4,64	4,26	4,3
FDN %	78,73	76,69	77,39	77,69	77,29	77,6
FDA %	43,04	40,37	41,84	41,00	41,85	41,6
Lignina %	10,94	9,11	10,20	11,69	9,68	10,3
Cinzas %	8,34	8,26	8,39	8,60	8,90	8,5
*NDT%	50,95	51,80	51,51	51,39	51,55	51,4
NDT:PB	11,08	12,71	12,81	11,07	12,11	12,0

DDG0 = Grãos secos de destilaria com 0g/kg de inclusão na suplementação; DDG100 = Grãos secos de destilaria com 100 g/kg de inclusão na suplementação; DDG150 = Grãos secos de destilaria com 150 g/kg de inclusão na suplementação; DDG200 = Grãos secos de destilaria com 200 g/kg de inclusão na suplementação; DDG300 = Grãos secos de destilaria com 300 g/kg de inclusão na suplementação. MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, NDT = nutrientes digestíveis totais. *%NDT = $83,79 - 0,4171 * \text{FDN}$, Capelle et al. (2001).

Houve efeito dos tratamentos ($P < 0,05$) sobre as frações “a” (fração solúvel) e “b” (fração potencialmente degradável), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE 2%/h e 5%/h), fração indegradável (I) e tempo de colonização (TC) da MS do grão seco de destilaria. A DE2%/h sofreu efeito quadrático com a inclusão do DDG ($P = 0,016$). Já a DE 5%/h aumentou de forma linear com os crescentes níveis de inclusão do DDG ($P = 0,004$) (Tabela 5).

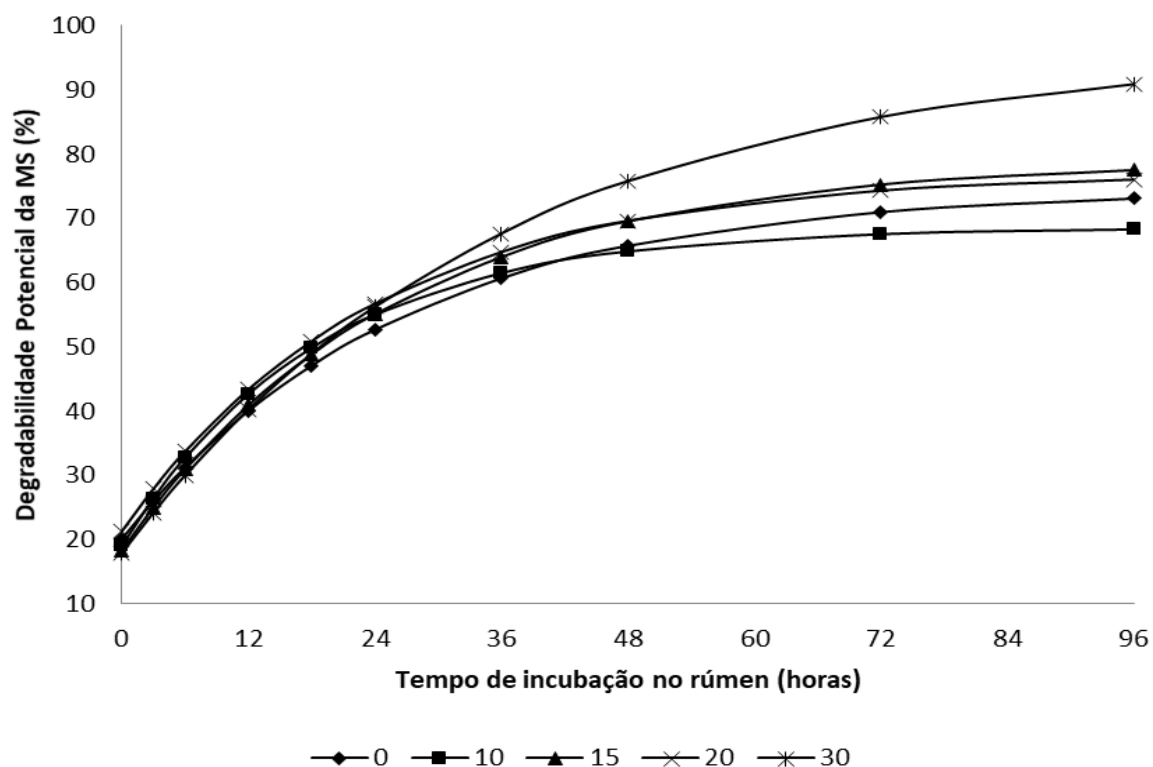
Tabela 5. Parâmetros cinéticos de degradação ruminal da Matéria Seca (MS) do grão seco de destilaria em suplementos para bovinos mantidos a pasto

Item	Nível de inclusão de DDG (g/kg)					EPM	Trat	Valor de P	
	0	100	150	200	300			Linear	Quad
a	20,13	19,03	18,34	21,30	17,89	0,307	0,002	0,568	0,478
b ^A	54,37	49,52	60,64	55,74	78,33	2,114	<.0001	<.0001	<.0001
c	3,62	5,20	3,81	4,12	2,82	0,274	0,079	0,137	0,062
DP ^B	64,63	62,32	74,13	72,64	81,73	1,524	<.0001	<.0001	0,065
DE2 ^C	54,98	53,35	58,04	58,79	63,44	0,819	<.0001	<.0001	0,016
DE5 ^D	42,85	42,81	44,51	46,46	45,97	0,521	0,042	0,004	0,860
DE8	37,00	37,32	37,87	40,23	38,20	0,460	0,171	0,091	0,421
I ^E	25,48	31,44	21,00	22,96	3,77	1,977	<.0001	<.0001	<.0001
TC ^F	7,36	7,01	7,38	7,20	8,04	0,087	0,002	0,008	0,008

DDG0 = Grãos secos de destilaria com 0g/kg de inclusão na suplementação; DDG100 = Grãos secos de destilaria com 100 g/kg de inclusão na suplementação; DDG150 = Grãos secos de destilaria com 150 g/kg de inclusão na suplementação; DDG200 = Grãos secos de destilaria com 200 g/kg de inclusão na suplementação; DDG300 = Grãos secos de destilaria com 300 g/kg de inclusão na suplementação. a= fração solúvel, b= Fração potencialmente degradável, c=taxa de degradação da fração “b”; DE = Degradabilidade efetiva. I= fração indegradável; TC= Tempo de Colonização. Trat = efeito do tratamento; Quad= efeito quadrático; EPM = Erro padrão da média. Valor de $P = 0,05$. ^A $Y = 48.0096 + 0.78104X$; $r^2 = 0.58$; ^B $Y = 61.8525 + 0.61610X - r^2 = 0.56$; ^C $Y = 54.502 - 0.0284X + 0.01122X^2$; $r^2 = 0.67$; ^D $Y = 42.5738 + 0.13004X - r^2 = 0.54$; ^E $Y = 25.969 + 0.7056X - 0.0480X^2$; $r^2 = 0.82$; ^F $Y = 7.3538 - 0.04697X + 0.0023X^2$; $r^2 = 0.57$.

Nos dados da Figura 1, todas as curvas evidenciaram um comportamento crescente de degradabilidade potencial com o passar do tempo de incubação. O maior potencial de degradação da MS do grão seco de destilaria foi com de 300g/kg de DDG (90,89%), demonstrando que o DDG pode ser altamente degradado no rúmen. Entretanto, com exceção do tratamento com 300g/kg de inclusão, às 48h de incubação o comportamento das curvas demonstra que provavelmente a degradabilidade seria estabilizada até o fim da incubação. Com isso, o potencial de degradação fica entre 77,52 e 68,28% (tratamentos com 100 e 150g/kg de inclusão, respectivamente).

Figura 1. Degradabilidade Potencial da Matéria Seca do grão seco de destilaria em suplementos para bovinos mantidos a pasto



Houve efeito dos tratamentos sobre a fração “c”, degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) para taxas de passagem de 2, 5 e 8 %/h e tempo de colonização (TC) ($P < 0,005$) da proteína do grão seco de destilaria. A fração “c” teve efeito linear ($P = 0,017$) a medida que os níveis de inclusão do DDG aumentaram, bem como a DP ($P = 0,012$). A DE apresentou crescimento linear frente a inclusão do DDG para todas as taxas de passagem expressas na tabela da proteína (DE 2%/h = $P < 0,0001$; DE 5%/h = $P < 0,0001$; DE 8%/h = $P = 0,003$). O TC teve efeito dos tratamentos, diminuindo de forma linear ($P = 0,030$) com a inclusão do DDG (Tabela 6).

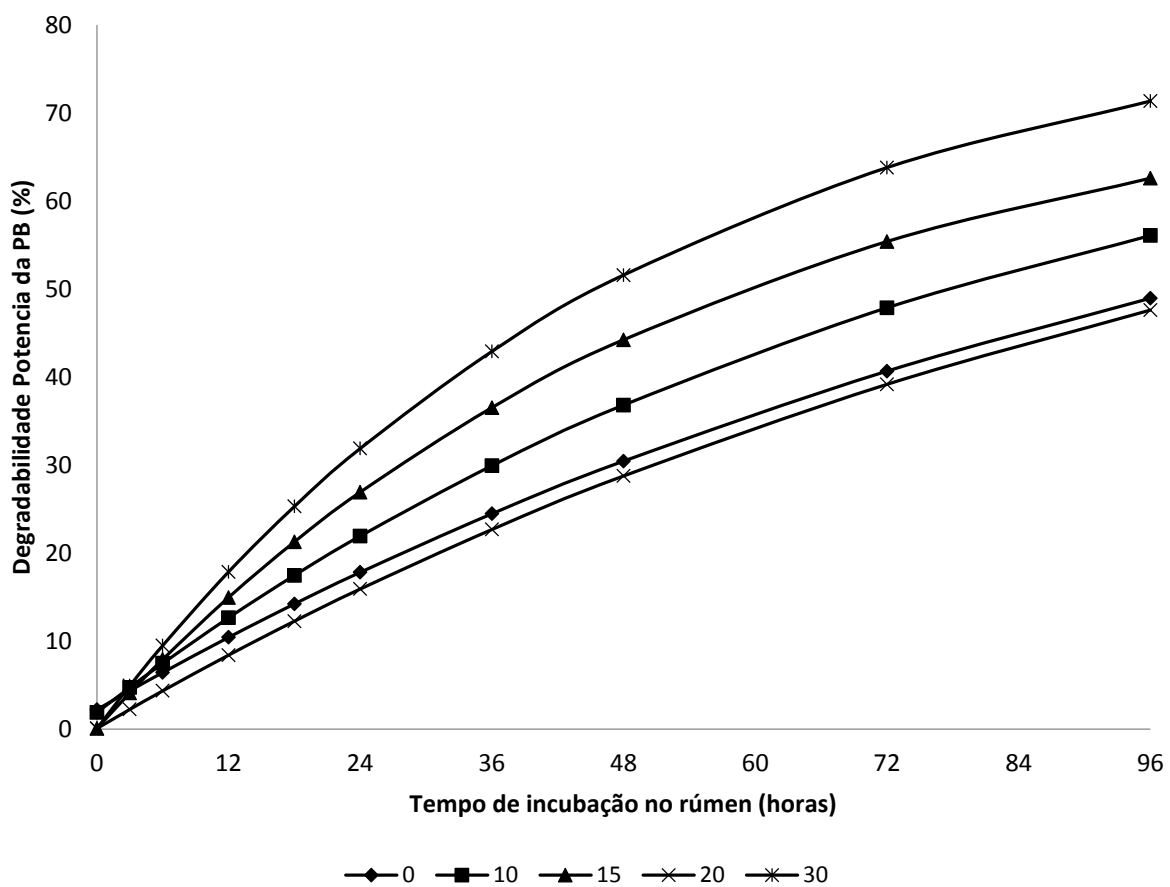
Tabela 6. Parâmetros cinéticos de degradação ruminal da Proteína Bruta (PB) do grão seco de destilaria em suplementos para bovinos mantidos a pasto

Item	Nível de inclusão de DDG (g/kg)					Valor de P			
	0	100	150	200	300	EPM	Trat	Linear	Quad
a	2,21	1,88	0,042	0,642	0,056	0,317	0,065	0,311	0,424
b	81,93	77,87	75,57	83,58	83,59	2,110	0,706	0,567	0,327
c ^A	0,882	1,246	1,830	0,876	1,996	0,114	0,003	0,017	0,962
DP ^B	48,48	51,47	61,94	44,70	63,35	1,856	0,002	0,012	0,718
DE2 ^C	27,05	29,03	35,79	29,50	41,57	1,236	<.0001	<.0001	0,190
DE5 ^D	14,41	15,78	20,07	16,63	23,78	0,815	0,002	<.0001	0,324
DE8 ^E	10,30	11,23	13,96	12,45	16,66	0,602	0,001	0,003	0,482
I	15,85	20,24	24,38	12,17	16,35	1,984	0,373	0,616	0,319
TC ^F	9,03	8,79	8,28	9,09	8,24	0,102	0,003	0,030	0,886

DDG0 = Grãos secos de destilaria com 0g/kg de inclusão na suplementação; DDG100 = Grãos secos de destilaria com 100 g/kg de inclusão na suplementação; DDG150 = Grãos secos de destilaria com 150 g/kg de inclusão na suplementação; DDG200 = Grãos secos de destilaria com 200 g/kg de inclusão na suplementação; DDG300 = Grãos secos de destilaria com 300 g/kg de inclusão na suplementação. A= fração solúvel, B= Fração potencialmente degradável, c=taxa de degradação da fração “b”; DE = Degradabilidade efetiva. I= fração indegradável; TC= Tempo de Colonização. Trat = efeito do tratamento; Quad = efeito quadrático; EPM = Erro padrão da média; Valor de P = 0,05. ^AY = 0.92020+ 0.02972X; r² = 0.27; ^BY = 48.3159+ 0.37838X; r² = 0.21; ^CY = 25.989+ 0.4402X; r² = 0.51; ^DY = 13.796 + 0.2895X - r² = 0.55; ^EY = 9.881+ 0.2025X; r² = 0.45; ^FY = 8.998 - 0.0204X - r² = 0.35.

Nos dados de potencial de degradação da proteína bruta o comportamento das curvas de todos os tratamentos foi crescente no decorrer do tempo de incubação, acompanhando os níveis de inclusão do DDG (Figura 2). Quanto maior o nível de inclusão do DDG, mais rápida é a degradação da proteína. O potencial de degradação da proteína do DDG pode chegar até 71,34% (tratamentos 300g/kg de inclusão) ao final do tempo de incubação (96h).

Figura 2. Degradabilidade Potencial da Proteína Bruta (PB) do grão seco de destilaria em suplementos para bovinos mantidos a pasto



Com a inclusão do DDG, houve efeito quadrático sobre o consumo de pasto ($P=0,032$), matéria seca ($P=0,041$), matéria orgânica ($P=0,022$), e proteína bruta ($P=0,035$). Houve efeito quadrático sobre a digestibilidade da FDN ($P=0,001$) e matéria orgânica (MO) ($P=0,046$) (Tabela 7).

Tabela 7. Consumo médio diário e digestibilidade de nutrientes de bovinos criados a pasto suplementados com níveis crescentes de DDG

	Nível de inclusão de DDG (g/kg)					EPM	Valor de P			
	0	100	150	200	300		Trat	Linear	Quad	
	Consumo (kg/dia)									
Pasto ^A	15,81	16,68	13,95	18,82	14,65	0,585	0,030	0,214	0,032	
Suplemento	4,10	4,08	4,09	4,12	4,15	0,003	0,958	0,899	0,902	
Matéria seca ^B	19,92	20,77	18,03	22,94	18,80	0,585	0,029	0,541	0,041	
Matéria orgânica ^C	17,26	18,30	16,05	19,65	15,81	0,522	0,042	0,654	0,022	
Proteína bruta ^D	2,60	3,21	2,43	3,09	2,40	0,111	0,041	0,577	0,035	
FDN	11,11	12,70	11,22	13,29	11,41	0,420	0,173	0,624	0,239	
	Digestibilidade (g/kg)									
Matéria seca	488,90	492,40	510,62	521,91	471,21	9,054	0,343	0,647	0,161	
Matéria orgânica ^E	551,92	557,56	576,21	602,74	496,71	13,121	0,044	0,547	0,046	
Proteína bruta	450,82	507,62	454,22	464,52	462,45	17,503	0,557	0,657	0,778	
FDN ^F	495,31	533,81	577,12	550,23	515,28	12,256	0,015	0,296	0,001	

DDG0 = Grãos secos de destilaria com 0g/kg de inclusão na suplementação; DDG100 = Grãos secos de destilaria com 100 g/kg de inclusão na suplementação; DDG150 = Grãos secos de destilaria com 150 g/kg de inclusão na suplementação; DDG200 = Grãos secos de destilaria com 200 g/kg de inclusão na suplementação; DDG300 = Grãos secos de destilaria com 300 g/kg de inclusão na suplementação. FDN= fibra em detergente neutro. Trat = efeito do tratamento; Quad= efeito quadrático; EPM = Erro padrão da média. Valor de P = 0,05. ^AY = 15.596 + 0.1289X - 0.00475X²; r² = 0.69; ^BY = 19.698+ 0.12630X - 0.00461X²; r² = 0.52; ^CY = 17.108 - 0.1514X - 0.00604X²; r² = 0.35; ^DY = 2.6385+ 0.0445X - 0.0017X²; r² = 0.34; ^EY = 542.954+ 6.5468X - 0.2584X²; r² = 0.34; ^FY = 492.754+ 8.0657X - 0.2433X²; r² = 0.21.

Não houve efeito estatístico para todas as variáveis tanto da síntese de proteína microbiana quanto do balanço de nitrogênio, exceto para os valores de N-consumido. O N-consumido sofreu efeito quadrático (P= 0,032) com a inclusão de DDG (Tabela 8).

Tabela 8. Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana dos suplementos experimentais com níveis crescentes de DDG

Item	Nível de inclusão de DDG (g/kg)					EPM	Valor de P		
	0	100	150	200	300		Trat	Linear	Quad
	(g/dia)								
N-Consumo	410,66	514,98	390,25	495,37	495,37	17,919	0,041	0,254	0,032
N-Fezes	84,83	82,52	74,62	93,54	102,81	3,625	0,086	0,214	0,154
N-Urina	73,11	68,86	41,88	74,42	65,52	8,428	0,587	0,846	0,395
N-absorvido	331,82	432,46	315,62	401,83	282,50	19,270	0,065	0,314	0,122
N-retido	258,71	363,60	273,74	327,40	216,98	18,863	0,105	0,355	0,064
	Síntese de proteína microbiana								
Purinas totais (mmol/dia)	219,36	336,18	335,06	197,82	299,51	72,594	0,382	0,209	0,456
Purinas abs (mmol/dia)	243,04	382,12	380,78	217,39	302,60	86,422	0,382	0,209	0,456
N-microbiano (g/dia)	176,70	277,82	276,85	158,06	278,73	62,833	0,382	0,209	0,456
PB- microbiana (g/dia)	1104,38	1736,35	1730,30	987,85	1728,56	392,707	0,382	0,209	0,456
N-ureico no sangue (mg/dL)	12,96	14,87	15,49	12,15	11,31	0,128	0,315	0,243	0,125

DDG0 = Grãos secos de destilaria com 0g/kg de inclusão na suplementação; DDG100 = Grãos secos de destilaria com 100 g/kg de inclusão na suplementação; DDG150 = Grãos secos de destilaria com 150 g/kg de inclusão na suplementação; DDG200 = Grãos secos de destilaria com 200 g/kg de inclusão na suplementação; DDG300 = Grãos secos de destilaria com 300 g/kg de inclusão na suplementação. Trat = efeito do tratamento; Quad= efeito quadrático; EPM = Erro padrão da média; Valor de P = 0,05.

Houve influência do tempo ($P < 0,05$) apenas para os parâmetros de pH, N-NH₃ (nitrogênio amoniacal), níveis de acetato, Isobutirato, Isovalerato e AGCR. Com a inclusão dos níveis de DDG, houve diminuição linear dos teores de AGCR ($P = 0,004$), Isovalerato ($P = 0,0001$) e produção de entérica de metano (CH₄) ($P = 0,022$). As demais variáveis presentes na tabela não sofreram efeito dos tratamentos testados no presente estudo (Tabela 9).

Tabela 9. Concentrações de ácidos graxos de cadeia curta e parâmetros de fermentação ruminal dos suplementos experimentais com níveis crescentes de DDG

Item	Nível de inclusão de DDG (g/kg)					Valor de P					
	0	100	150	200	300	EPM	Trat	Tempo	Interação	Linear	Quad
pH	6,59	6,58	6,59	6,70	6,58	0,017	0,054	<.0001	0,901	0,90	0,262
N-NH ₃ (mg/dL)	15,28	17,74	16,96	15,64	17,59	1,036	0,789	<.0001	0,054	0,646	0,807
	mmol/L										
Acetato	60,69	56,92	54,17	54,56	52,50	1,428	0,538	0,015	0,024	0,106	0,626
Propionato	17,53	15,49	15,43	15,44	15,19	1,771	0,450	0,164	0,036	0,142	0,331
Butirato	10,02	8,60	8,47	8,36	8,66	0,491	0,292	0,077	0,049	0,125	0,132
Isobutirato	1,040	0,907	0,891	0,925	0,821	0,041	0,370	0,007	0,068	0,088	0,678
Valerato	0,830	0,785	0,688	0,702	0,671	0,319	0,266	0,860	0,094	0,085	0,529
Isovalerato ^A	1,76	1,43	1,41	1,32	1,28	0,070	0,012	<.0001	0,015	0,001	0,178
AGCR ^B	3,64	3,12	2,99	2,95	2,77	0,027	0,040	<.0001	0,017	0,004	0,304
Total	91,89	84,15	81,07	81,34	79,13	2,587	0,440	0,019	0,020	0,088	0,455
Acetato/propionato	3,47	3,66	3,52	3,53	3,49	0,123	0,526	0,005	0,883	0,735	0,357
Metano (g/dia) ^C	26,49	24,79	23,47	23,65	22,91	0,776	0,010	0,015	0,021	0,022	0,567

DDG0 = Grãos secos de destilaria com 0g/kg de inclusão na suplementação; DDG100 = Grãos secos de destilaria com 100 g/kg de inclusão na suplementação; DDG150 = Grãos secos de destilaria com 150 g/kg de inclusão na suplementação; DDG200 = Grãos secos de destilaria com 200 g/kg de inclusão na suplementação; DDG300 = Grãos secos de destilaria com 300 g/kg de inclusão na suplementação. Trat = efeito do tratamento; Quad = efeito quadrático; EPM = Erro padrão da média; Valor de P = 0,05; ^AY = 1.68063- 0.01570X; r² = 0.54; ^BY = 3.51681 - 0.02785X - r² = 0.52. ^CY = 24.246 - 0.0354X; r² = 0.55.

4. DISCUSSÃO

A disponibilidade total de pasto e a disponibilidade total de matéria verde proporcionaram seletividade da forragem pelos animais, pois de acordo com Silva et al. (2009), a forragem precisa ter entre 4.500 kg MS/ha e 1.200 kg MS para que a seletividade ocorra (Tabela 4). A relação entre NDT e proteína bruta (NDT:PB) teve média de 12,0 e de acordo com Moore & Kunkle (1998), a suplementação proteica pode aumentar o consumo voluntário de pasto quando essa relação entre NDT:PB for maior do que 7. Isso porque essa alta relação indica que há deficiência proteica da pastagem, fazendo-se necessária a suplementação (AGULHON et al., 2004). Logo, a relação NDT:PB encontrada na presente pesquisa se enquadra nesse cenário, fazendo com que haja interferência no consumo de pasto e matéria seca.

Os dados de degradabilidade cinética da matéria seca do DDG indicam que, embora tenha ocorrido diminuição da solubilidade (fração “a”), os parâmetros de degradação ruminal foram crescentes (Tabela 5). Corroborando com os dados encontrados, Alhadas et al., (2021), também constataram diminuição linear da fração “a” da matéria seca com a inclusão do DDGS em substituição ao farelo e soja na dieta de touros Nelore. Nos dados da fração “c” (taxa de degradação da fração “b”), mesmo com o aumento do potencial de degradação com a inclusão do DDG, a taxa de degradação apresenta grande variação, tendo picos e decréscimos de acordo com cada tratamento. Isso implica que para alguns tratamentos a velocidade da degradação foi maior e para outros foi menor. Logo, a maior taxa de degradação da MS do DDG ocorreu quando os animais consumiram o tratamento com 100 g/kg de inclusão. Já a menor taxa de degradação foi com o consumo do tratamento de 300 g/kg de inclusão. Ou seja, exemplificando o tratamento com 300 g/kg, em níveis mais altos o DDG apresenta lenta degradação ruminal.

A degradabilidade potencial também sofreu efeito dos tratamentos ($P < 0,0001$), e diante dos dados da tabela, acredita-se que quanto maior o nível de inclusão do DDG, maior é o seu potencial de degradação no rúmen podendo este chegar a 81,73% (tratamento com 300 g/kg de inclusão). A DE sofreu efeito quadrático na taxa de passagem de 2%/h ($P = 0,016$) com a inclusão do DDG. Segundo a equação quadrática da DE 2%/h, o ponto ótimo de inclusão de DDG para máxima degradabilidade efetiva é de 24,27%. Já na taxa de passagem de 5%/h a DE aumentou de forma linear ($P = 0,004$). Com isso, a degradabilidade da matéria seca do grão seco de destilaria passou de 50%, chegando a 63,44% (DE 2%/h; tratamento com 300g/kg de

inclusão). Esse resultado pode estar relacionado à própria composição química do coproduto, pois o DDG possui frações de difícil degradação, como é o caso da fibra (FDN= 46,72 % MS; Tabela 2) e da fração de PNDR. Além disso, com esses resultados, é possível afirmar que o DDG incluso nas dietas testadas no presente estudo não atingiu seu máximo potencial de degradação, onde a DE foi menor que a DP. Com isso, afirma-se que os níveis de DDG provocaram alterações na degradabilidade ruminal, confirmando a hipótese do presente estudo.

Na Figura 3, todas as curvas demonstraram um comportamento crescente de degradabilidade potencial com o passar do tempo de incubação. O potencial de degradação da MS do DDG chegou a 90,89% (tratamento com 300g/kg de inclusão), sugerindo que o grão seco de destilaria testado nas dietas pode ser altamente degradado no rúmen. Entretanto, com exceção do tratamento com 300g/kg de inclusão, às 48h a degradabilidade seria estabilizada até o fim da incubação. Com isso, o potencial de degradação fica entre 77,52 e 68,28% (tratamentos com 100 e 150 g/kg de inclusão de DDG, respectivamente). Como o DDG possui uma fração que não é degradável no rúmen, é esperado que não haja 100% de degradação da matéria seca.

A degradação da proteína no rúmen pode variar de acordo com as condições em que esse nutriente se encontra. No presente estudo, a medida que os níveis de inclusão do DDG aumentaram houve diminuição da solubilidade (fração “a”) e aumento da fração potencialmente degradável (fração “b”) da proteína do grão seco de destilaria (Tabela 6). Possivelmente essa baixa solubilidade se deve a quantidade pronunciada de PNDR e FDN presentes no DDG, tornando-o uma fonte proteica de alto escape. Embora a solubilidade da proteína seja um dos fatores que mais influem em sua degradação no rúmen, não se deve afirmar que toda proteína solúvel é degradada no rúmen, pois isso depende das condições em que essa proteína se encontra disponibilizada para o ataque microbiano (NRC, 1985). A fração “b” demonstrou-se alta estando entre 75,57 e 83,59% (tratamentos com 150 e 300 g/kg de inclusão, respectivamente). Sendo esta fração a potencialmente degradável espera-se que a proteína tenha considerável degradação ruminal. Segundo Medeiros e Marino (2015), não há necessidade de que a proteína seja solubilizada para ser degradada, pois algumas bactérias podem se ligar às proteínas insolúveis e os protozoários engolfam partículas alimentares, degradando-as. A fração “c” denominada a taxa de degradação da fração “b” foi aumentada de forma linear ($P= 0,017$) a medida que os níveis de inclusão do DDG aumentaram. Isso significa que a velocidade da degradação da proteína do DDG aumentou proporcionalmente à sua inclusão nas dietas.

A degradabilidade potencial (DP) aumentou linearmente ($P=0,012$) com a inclusão do DDG. A maior DP da proteína corresponde ao tratamento com 300 g/kg de inclusão (63,35%). Logo, em função da solubilidade e da fração “c” nos níveis de inclusão testados, o DDG demonstrou um potencial para ser degradado entre 44,70 e 63,35%.

A DE (degradabilidade efetiva) da proteína aumentou linearmente com a inclusão do DDG para todas as taxas de passagem expressas na tabela (DE 2%/h = $P<0,0001$; DE 5%/h = $P<0,0001$; DE 8%/h = $P=0,003$). Segundo Santos e Pedroso (2011), a degradabilidade efetiva está diretamente relacionada com a taxa de passagem do alimento, pois a quantidade que será degradada ou não no rúmen irá depender do tempo que o alimento permanecerá no ambiente ruminal. Na presente pesquisa, observa-se que mesmo com comportamento crescente da DE, a degradabilidade não passou de 41,57% (tratamento com 300g/kg de inclusão) na taxa de passagem mais lenta, representada pela DE 2%/h. Ou seja, quando o DDG permaneceu no rúmen por mais tempo a degradabilidade se manteve abaixo de 50%, sugerindo que boa parte da proteína escapou de ser degradada no rúmen.

As propriedades dos nutrientes do DDG, principalmente da proteína, dependem do processamento pelo qual esse coproduto passou durante a produção de etanol (FONSECA et al., 2021). Kelzer et al. (2010) constataram que o conteúdo de PNDR do DDG que não sofreu exposição ao calor antes da fermentação é de 33,2%, enquanto que o conteúdo do PNDR de DDG que teve exposição ao calor antes da fermentação é de 56,3%. A explicação para isso é que diante desses tratamentos térmicos intensos pode haver reação de Maillard, a qual é resultado da condensação de açúcares redutores com grupos amino, tornando a proteína indisponível (FONSECA et al., 2021). Esta pode ser uma possível causa para que a proteína do DDG utilizado na presente pesquisa tenha alto escape no rúmen, destacando que mais de 50% são degradadas.

O TC diminuiu de forma linear ($P=0,030$) com a inclusão do DDG. O tempo de colonização, ou lag-time, é o tempo entre o início da colonização até o início da degradação (MEDEIROS e MARINO, 2015). Ou seja, um menor tempo de colonização demonstra a rapidez em que o alimento começou a ser degradado. Nesse sentido, cada vez que os níveis de DDG aumentaram, o tempo de colonização diminuiu levando a proteína a ser rapidamente degradada no rúmen.

O comportamento do potencial de degradação da proteína indica que as curvas cresceram constantemente no decorrer do tempo de incubação, acompanhando os níveis

crescentes de inclusão do DDG (Figura 2). Diante disso, pode-se afirmar que quanto maior o nível de inclusão, mais rápida é a degradação da proteína desse coproduto. O potencial de degradação da proteína do grão seco de destilaria pode chegar a 71,34% (tratamentos 300 g/kg de inclusão) ao final do tempo de incubação (96h). Segundo Orskov e McDonald (1979), à medida que o tempo passa, a degradabilidade do material incubado tende a estacionar em um valor máximo. No presente estudo, o que diferenciou a DP entre os tratamentos foi que o DDG é degradado mais rápido em uns do que em outros, porém comporta-se da mesma maneira, crescendo com o decorrer do tempo sem grandes aumentos depois das 84h de incubação. Orskov et al. (1988) afirma que, para a maioria dos suplementos proteicos, os tempos 2, 6, 12, 24 e 36 horas proporcionam informações adequadas para a descrição da curva, e para materiais mais fibrosos recomenda-se tempo de incubação de até 144h. Pelas recomendações citadas pelos autores, o comportamento da DP do presente estudo demonstra sua máxima representatividade, pois foi avaliada dentro de 96h de incubação, indo além do recomendado.

A ingestão de pasto sofreu efeito quadrático com a inclusão do DDG nos suplementos ($P= 0,032$). Esse consumo aumentou quando os animais consumiram os suplementos com inclusão de 100 g/kg (16,68 kg/dia) e 200 g/kg (18,82 kg/dia) de DDG, porém diminuiu com os demais suplementos (Tabela 7). O aumento da degradabilidade efetiva da matéria seca encontrado no presente estudo pode explicar o aumento no consumo de pasto pelos animais (Tabela 5). Quanto mais degradado o alimento é, menos tempo fica retido dentro do rúmen, liberando espaço para que mais alimento seja consumido pelo animal. O consumo também pode ter sido influenciado pela relação de NDT:PB, já que esta obteve valores acima de 7.

O mesmo ocorreu com o consumo de matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta da dieta, com aumento para os tratamentos com 100 g/kg e 200 g/kg de inclusão de DDG, onde ambas sofreram efeito quadrático. É possível afirmar que em níveis acima de 200g/kg de DDG os animais diminuíram o consumo de MS, MO e PB. Segundo a equação quadrática correspondente a MO, o nível ótimo para o máximo consumo é de 14,03% de DDG no suplemento. Já para PB o ponto ótimo corresponde a 7,85% de DDG. E para o máximo consumo de MS o ponto ótimo de inclusão é de 16,82%.

A suplementação pode modular o consumo através de efeitos associativos, podendo ser aditivos, substitutivos ou combinados (MOORE, 1980). Logo, nota-se que pode ter ocorrido um efeito de substituição e adição, onde o consumo de pasto é aumentado pelo fornecimento do suplemento, porém para alguns tratamentos o consumo de volumoso é reduzido, mas não na

mesma proporção que o suplemento foi incorporado na dieta. De acordo com a equação quadrática do consumo de pasto, o ponto ótimo de inclusão de DDG na dieta para um máximo consumo é de 16,55% de inclusão de DDG. Níveis de DDG acima disso tendem a causar diminuição do consumo de forragem pelos animais.

Com o aumento da inclusão do DDG, a digestibilidade da MO e FDN também sofreram efeito quadrático. Na inclusão de 150 e 200g/kg a digestibilidade da MO aumentou, ao passo que em quantidades acima de 200g/kg diminuiu. Com isso, o ponto ótimo de inclusão de DDG para máxima digestão da MO é em torno de 10,63% no suplemento, de acordo com a equação quadrática da MO. Já a digestibilidade da FDN, demonstrou um pico correspondente ao tratamento com 150g/kg (577,12 g/kg) de inclusão, os demais obtiveram digestibilidade abaixo desse valor. Diante da equação quadrática da digestibilidade da FDN, a inclusão de 10,29% de DDG é a quantidade ótima para que ocorra máxima digestibilidade dessa fração da dieta. Benchaar et al., (2013) trabalharam com a inclusão de DDGS na dieta de vacas leiteiras, e também constataram que a digestibilidade da FDN aumentou ligeiramente com a inclusão de até 20% de DDGS, em seguida diminuiu com a de 30%, causando um efeito quadrático ($P=0,05$) do tratamento. Os autores ainda afirmam que esse aumento da digestibilidade da FDN reflete a alta degradabilidade da FDN do DDGS. Com isso, é provável que a taxa de passagem tenha sido aumentada, pois a principal causa da variação na digestibilidade da dieta é o tempo de retenção de partículas no rúmen (DOREAU et al., 2003). A fibra mais digestível pode ter estimulado o consumo com o aumento dessa taxa de passagem, liberando mais espaço livre no rúmen para ser preenchido com mais alimento. Já na pesquisa de Leite (2018), que avaliou a inclusão do DDG em 50% e 100% de substituição ao milho e farelo de algodão na dieta de bovinos em pastejo, os resultados foram diferentes. O autor constatou que a inclusão do DDG não teve influência sobre a digestibilidade da MS, MO, PB e FDN.

Com o efeito quadrático ($P<0,05$) dos níveis de DDG sobre o N-consumido ($P=0,032$), os maiores níveis desse parâmetro correspondem aos tratamentos com 100 (514,98g/dia), 200 (495,37g/dia) e 300g/kg (495.37g/dia) de inclusão de DDG (Tabela 8). Isso se deve a composição do DDG, sendo este um ingrediente de alta proteína. Esses valores podem ser comparados aos da Tabela 7, onde o consumo de PB também demonstrou comportamento quadrático.

Não houve efeito sobre o N- fezes, N-retido, N-absorvido e N-ureico no sangue. Entretanto, os dados numéricos apontam aumento do N-fezes com a inclusão dos níveis mais

altos de DDG, chegando a 102,81 g/dia (300g/kg de inclusão). Segundo Alves (2019), a excreção de nitrogênio fecal e urinário é influenciada parcialmente pela ingestão de nitrogênio, sendo que a excreção fecal sofre influência da proteína presente na dieta e da digestibilidade da fonte fornecida. O aumento dos valores de N-retido quando os animais consumiram os suplementos com 100 e 200g/kg de DDG sugere um melhor aproveitamento do nitrogênio. Os níveis de PB-microbiana também não foram influenciados pela dieta. O mesmo ocorreu na pesquisa de Silva et al. (2021), onde foram testados níveis crescentes de DDG (0%, 31,5%, 63,0% e 94,5%) na suplementação em substituição ao milho. Os autores não constataram influência dos tratamentos no rendimento de proteína microbiana ($P>0,05$). A proteína microbiana tem grande relevância na nutrição de ruminantes já que é uma fonte de alta qualidade de aminoácidos disponíveis para a absorção. Nos dados numéricos o N-ureico diminuiu com os níveis mais altos de inclusão do DDG. O metabolismo de compostos nitrogenados é muito importante para a nutrição de ruminantes, pois uma redução no teor de nitrogênio (N) na urina, além das menores concentrações de ureia plasmática e/ou na urina, implicam em aumento na eficiência da utilização de compostos nitrogenados, estando estes relacionados principalmente às fontes de proteína bruta da dieta (VIEIRA et al., 2017).

Os níveis de pH e N-NH₃ oscilaram com a inclusão do DDG e foram influenciados pelo tempo de coleta. Ao longo do dia e com o consumo de MS podem haver alterações no pH e nitrogênio amoniacal (Tabela 9). Entretanto, esses dois parâmetros não sofreram efeito dos tratamentos testados. No estudo de Simiele (2018), com o efeito do DDG sobre os parâmetros ruminais de bovinos de corte em confinamento, também não houve influência do tratamento nos níveis de pH e N-NH₃. Os valores de nitrogênio amoniacal encontrados estão entre 15,28 e 17,59 mg/dL. Segundo Detmann et al. (2009), concentrações de N-NH₃ abaixo de 8mg/dL causam deficiência na fermentação ruminal, em geral essas concentrações são comumente observadas em dietas contendo cerca de 10% de PB. Com isso, pode-se afirmar que não houve essa problemática nos resultados encontrados na presente pesquisa. As concentrações de N-NH₃ vêm do balanço entre a taxa de produção e absorção ruminal. Os níveis de N-NH₃ são determinados através da fermentação da dieta fornecida aos animais, fazendo assim com que ocorra inibição ou indução do crescimento microbiano no rúmen (SIMIELE, 2018).

A diminuição linear do AGCR ($P=0,004$) com a inclusão do DDG pode ser resultado da degradação da proteína, pois esta gera NH₃ e AGCR os quais são substrato para bactérias fibrolíticas. De forma mais específica, a proteína degradada no rúmen (PDR) é composta de

nitrogênio não protéico (NNP) e proteína verdadeira. Quando a proteína verdadeira é degradada origina peptídeos e aminoácidos (Aas) que serão deaminados em nitrogênio (N) e NH_3 , podendo ser degradados pelos microrganismos produzindo AGCR no rúmen (SALAZAR et al., 2008). Benchaar, et al., (2013) também constataram diminuição linear ($P < 0,01$) do AGCR com o aumento das proporções de DDGS. O Isovalerato diminuiu linearmente ($P = 0,0001$) com inclusão do grão seco de destilaria e sua concentração no rúmen é um indicativo de fermentação de aminoácidos, demonstrando correlação direta com a degradação da proteína (VARGAS et al., 2001).

Dietas contendo DDG fornecidas a animais em terminação a pasto tendem a reduzir a emissão entérica de CH_4 , é o que demonstram os resultados do presente estudo. Corroborando com a pesquisa, Benchaar, et al. (2013), também constataram diminuição linear do CH_4 com o aumento dos níveis de DDGS na dieta em sua pesquisa. A produção de metano entérica está diretamente ligada a degradação ruminal da fibra, pois promove a produção de acetato o qual é responsável por liberar o hidrogênio que é usado para formar CH_4 (VAN SOEST, 1994). Logo, observa-se que os teores de acetato apresentaram diminuição com o aumento dos níveis de inclusão do DDG, disponibilizando menos substrato para a formação do metano. O uso de DDG com solúveis em substituição ao milho e farelo de soja também pode reduzir a produção de metano por unidade de consumo de MS quando incluso na dieta de vacas em lactação (CASTILLO-LOPEZ et al., 2017). O metano é um dos gases do efeito estufa (GEE), e além de causar danos ao meio ambiente ainda é responsável por gerar perdas econômicas no sistema de produção na forma de energia durante o processo de fermentação no rúmen. As emissões entéricas de CH_4 de animais criados a pasto são influenciadas pela manipulação da dieta, principalmente pela forragem que consomem. O potencial metanogênico pode variar bastante entre as espécies vegetais (DURMIC et al., 2021). Diante dessas condições, o DDG é uma alternativa que pode ser implementada na dieta de bovinos a pasto, diminuindo as emissões de metano entérico e, conseqüentemente, mitigando as perdas energéticas pelos animais.

5. CONCLUSÃO

A inclusão de até 200g/kg de DDG na suplementação de bovinos criados a pasto provocou aumento do consumo de pasto, MS, MO e PB bem como aumento da digestibilidade da MO e FDN. Além de proporcionar aumento da degradabilidade efetiva da MS e PB, o DDG demonstrou ser uma fonte rica em PNDR, considerando que a DE da PB não chegou a 50%. O balanço de nitrogênio não sofreu influência da inclusão de DDG nos suplementos testados, entretanto, nos parâmetros de fermentação ruminal houve diminuição da produção entérica de CH₄, minimizando as perdas energéticas pelos animais. Diante dos resultados sobre o consumo, digestibilidade e fermentação ruminal encontrados, os níveis de inclusão de DDG recomendados em suplementos para bovinos a pasto são de 150 a 200g/kg na quantidade de 1% do peso vivo dos animais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGULHON, R. A.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F.; DIAS, F. J. Valor nutritivo da massa de forragem ofertada em uma pastagem de capim-Marandu (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Webster var Marandu) sob pastejo no inverno. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, v. 26, no. 2, p. 265-272, 2004. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v26i2.1879>.

ALHADAS, H. M.; VALADARES FILHOS, S. C.; TEDESCHI, L.O.; VILELA, R. S. R.; SOUZA, G. A. P. *In situ* evaluation of dried distillers' grains (DDG) and of diets containing different levels of DDG inclusion replacing soybean meal, urea and corn, and development of alternative methods to estimate *in vivo* digestibility of diets. *Livestock Science*, v. 253, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104706>.

ALVES, K. L. G. C. **Diversidade bacteriana ruminal e eficiência de utilização de nitrogênio em novilhos nelore alimentados com diferentes teores e fontes de proteína na dieta.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista-Unesp. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Jaboticabal, 2019.

BENCHAAR, C.; HASSANAT, F.; GERVAIS, R.; CHOUINARD, P. Y.; JULIEN, C. PETIT, H. V.; MASSÉ, D. I. Effects of increasing amounts of corn dried distillers grains with solubles in dairy cow diets on methane production, ruminal fermentation, digestion, N balance, and milk production. *J. Dairy Sci.* 96 :2413–2427, 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-6037>.

CAPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimates of the Energy Value from Chemical Characteristics of the Feedstuffs. *Rev. Bras. Zootec.* 30, 1837-1856. 2001. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000700022>.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. *R. Bras. Zootec.* R. Bras. Zootec., v.37, n.2, p.335-342, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200021>.

CASTILLO-LOPEZ, E.; JENKINS, C. J. R.; ALUTHGE, N. D.; TOM, W.; KONONOFF, P. J.; FERNANDO, S. C. The effect of regular or reduced-fat distillers grains with solubles on rumen methanogenesis and the rumen bacterial community. *Journal of Applied Microbiology*, 2017. Doi: [doi:10.1111/jam.13583](https://doi.org/10.1111/jam.13583).

CHEN, X. B., GOMES, M. J. Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and Cattle Based on Urinary Excretion of Purine Derivatives – an Overview of the Technical Details. *International Feed Research Unit*. Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen, UK, pp. 22. 1992.

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de 57 diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 35, n.4, p.1813-1821, (supl.), 2006.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C.; et al. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science**, v.126, p.136-146, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.06.013>.

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. Produção independente. 214 p. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.

DIAS, A. O. C. **Quitosana em suplementos de bovinos**. 51 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

DOREAU, M.; MICHALET-DOREAU, B.; GRIMAUD, P.; ATTI, N.; NOZIÈRE, P. Consequences of underfeeding on digestion and absorption in sheep. **Small Ruminant Research** v. 49, p.289–301, 2003.

DURMIC Z., BLACK J. L., MARTIN G. B., VERCOE P. E. Harnessing plant bioactivity for enteric methane mitigation in Australia. **Animal Production Science**, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1071/AN21004>.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **R. Bras. Zootec.** 38, 1568-1573. 2009. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000800022>.

FONSECA, N. V. B.; CARDOSO, A. S.; HOFFMANN, A.; LEITE, R. G.; FERRARI, A. C.; FERNANDES, M. H. M. R.; REIS, R. A. Characterization and effects of DDG on the intake and digestibility of finishing bulls in feedlots. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 43, e51877, 2021. Doi: 10.4025/actascianimsci.v43i1.51877.

FUJIHARA, T.; ORSKOV, E. R.; REEDS, P. J.; KYLE, D. J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **J. of Agri. Sci.** 109, 7-12. 1987. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0021859600080916>.

GOES, R. H. T. B.; SOUZA, K.A.; PATUSSI, R.A.; CORNELIO, T.C.; OLIVEIRA, E.R.; BRABES, K. C. S. Degradabilidade in situ dos grãos de crame, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, p.271-277, 2010.

HERNÁNDEZ, O.; LOPEZ, A.; GARCÍ, E. M; NAZARENO, A. ARROQUY, J. I. Os grãos secos de destilaria mais a suplementação de solúveis melhoram a utilização de gramíneas tropicais de baixa qualidade em novilhos de corte. **Ciência Rural [online]**. v. 52, n. 6. 2022. Doi: <<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20201127>>.

HOFFMANN, A. **Eficiência da substituição do farelo de algodão por DDGS na produção de bovinos de corte**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista – Unesp. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 84 p. Jaboticabal, 2019.

HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. **Nutrition Abstracts and Review (Serie B)**, v.65, p.63-93, 1995.

KELZER, J. M.; KONONOFF, P. J.; TEDESCHI, L. O.; JENKINS, T. C.; KARGES, K.; GIBSON, M. L. Evaluation of protein fractionation and ruminal and intestinal digestibility of corn milling coproducts. **J. Dairy Sci.** 93:2803–2815. 2010. Doi: 10.3168/jds.2009-2460.

LEITE, R. G. **Uso de DDGS na suplementação protéico energética em bovinos em pastejo na estação chuvosa.** Dissertação (Mestrado) 50 f. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018.

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Capítulo 3 - Proteínas na nutrição de bovinos de corte. *In*: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações.** 1ª edição, 176 p. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles. Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1212-1240. 2002.

MOORE, J. E. Forage Crops *In*: HOVELAND, C.S. (Ed.). **Crop quality, storage, and utilization.** Madison: American Society : Crop Science Society of America, p.61-91. 1980.

MOORE, J. E.; KUNKLE, W.E. Balancing protein and energy in forages. *In*: FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE, 1998, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, p.126. 1998.

MOSS, A. R.; JOUANY, J.P.; NEWBOLD, J. Methane production by ruminants: Its contribution to global warming. **Animal Zootecnie**, v.49, p.231–253, 2000.

MYERS, W. D.; LUDDEN, P. A.; NAYIGIHUGU, V.; HESS, B. W. Technical note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **J. Anim. Sci.** 82, 179-183. 2004. Doi: <http://dx.doi.org/10.2527/2004.821179x>.

NOCEK, J. E. *In situ* and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Ruminant nitrogen usage.** Washington: National Academy Press, 1985.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle.** 8.ed. Washington: Eighth Revised Edition., 494 p. 2016.

ORSKOV, E. R.; REID, G. W.; KAY, M. Predicting of intake by casttle from degradacion characteristics of roughage. **Animal Production**, 46:29, 1988.

ORSKOV, E.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.92, n.02, p.499-503, 1979.

REIS, R. A.; ROMANZINI, E. P. O que esperar do uso de DDG na pecuária de corte? Universidade Estadual Paulista. **Research Release**. Jaboticabal -SP, 2020. Doi: 10.13140 / RG.2.2.28747.34083.

RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R.; GONÇALVES, L. C.; DIAS, H. L. C.; LINHARES, R. S. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. **R. Bras. Zootec.** 29, 1235-1243. 2000. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000400038.7>

SALAZAR, D. R.; CORTINHAS, C. S.; FREITAS JR, J. E. Sincronismo energia - proteína: assimilação de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em ruminantes. **PUBVET**, V.2, N.15, Abr2, 2008.

SANTOS, F. A. P.; PEDROSO, A. M. Capítulo 9 – **Metabolismo de proteínas**. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (ed.). *Nutrição de Ruminantes 2º Edição*. Jaboticabal/SP. Editora Funep, p.265-297. 2011.

SILVA, A. H. S.; CASTELO BRANCO, P. A.; SANTOS, M. V. S.; BARRETO, L. M. G.; LEMOS, N. L. S.; VALE, W.G.; BRÊTAS, A. A. Intensive pasture termination (IPT): perspective for the Sergipe semi-arid. **Scientific Electronic Archives**, 13(11), 110–116. 2020. Doi: <https://doi.org/10.36560/131120201143>.

SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; ITAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.371-389, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300037>.

SILVA, J. R. da; NETTO, D. P.; SCUSSEL, V. M. Dried distillers grains with soluble, food applications and safety: **Review. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.10, n.3, p.257-270, 2016.

SILVA, Y. R. V. B.; ZERVOUDAKIS, J. T.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. K.; ABREU, M. L. C.; CABRAL, L. S.; FREIRIA, L. B.; SILVA, P. I. J. L. R.; POSSAMAI, A. J. Supplementation with different protein profiles for grazing beef cattle supplemented in tropical grass during the rainy-dry transition season. **Trop Anim Health Prod.** 53, 29. 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02467-4>.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. *Analysis of forages and fibrous foods. A Laboratory Manual*. Ithaca, NY: Cornell University. 1999.

VARGAS, L. H.; LANA, R. P.; MÂNCIO, A. B.; CAMPOS, J. M. S.; JHAM, G. N.; FREITAS A. W. P.; OLIVEIRA, M. V. M. Effect of Rumensin®, soybean oil and concentrate levels on ruminal parameters and dry matter intake in bovines. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, p.1650-1658, 2001.

VERBIC, J.; CHEN, X. B.; MACLEOD, N. A.; ØRSKOV, E. R. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **J. Agricultural Sci.** 114, 243-248. 1990. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0021859600072610>.

VIEIRA, P. A. S.; AZEVÊDO, J. G.; SILVA, F. F.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. N.; SANTOS, A. B.; SOUZA, L. L.; SANTOS, R. D. Parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio em bovinos alimentados com silagem da raiz de mandioca. **Pesq. Vet. Bras.** 37(8):883-890, 2017. DOI: 10.1590/S0100-736X2017000800018.