

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
***CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CAROLINE HOSCHEID WERLE

**UTILIZAÇÃO DE GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) DE
MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Marechal Cândido Rondon

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CAROLINE HOSCHEID WERLE

**UTILIZAÇÃO DE GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) DE
MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Maximiliane Alavarse Zambom

Marechal Cândido Rondon

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

W489u	Werle, Caroline Hoscheid Utilização de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho na alimentação de vacas em lactação / Caroline Hoscheid Werle. – Marechal Cândido Rondon, 2017. 58 f
	Orientadora: Dr ^a . Maximiliane Alavarse Zambom
	Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2017.
	1. Vaca – Alimentação e rações. I. Zambom, Maximiliane Alavarse. II. Título.
	CDD 22.ed. 636.2142 CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Marcia Elisa Sbaraini Leitzke CRB-9/539

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CAROLINE HOSCHEID WERLE

**UTILIZAÇÃO DE GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) DE
MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós Graduação *stricto sensu* em Zootecnia para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Marechal Cândido Rondon, 24 de fevereiro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof.^aDr.^a Maximiliane Alavarse Zambom

Orientadora – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Dra. Mirna Adriane Syperreck

Membro da banca – Pós doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – Marechal Cândido Rondon

Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos

Membro da banca – Universidade Estadual de Maringá - UEM

Aos meus pais, Lilia e Silécio
por me criar com amor, carinho, respeito, educação, dedicação; por acreditarem em mim
em todos os momentos; pelo ombro amigo nas horas difíceis; enfim, pela minha vida;

Aos meus irmãos, Jaqueline e Rafael,
e cunhados/irmãos, Japa e Bruna,
por se disponibilizarem a ajudar em qualquer momento; pelas horas de desabafo, pelas piadas,
pelos almoços e jantãs... pelas boas energias;

Ao meu marido, César Luis Werle,
pelo companheirismo, amor, paciência, carinho, brigas, confiança;
por acreditar no meu potencial e sempre me apoiar, incentivar e lutar pelos sonhos;

Aos animais que até hoje me passam lições extraordinárias de vida;
Eu amo vocês!

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida; por sua luz e por me guiar sempre, mostrando o melhor caminho a seguir.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação Araucária, pelo financiamento do projeto (CV 124/14).

À Prof.^aDr.^aMaximiliane Alavarse Zambom, pela confiança em todos os momentos; pela orientação, ensinamentos, paciência e compreensão. Obrigada.

Aos membros da banca de qualificação e dissertação, por aceitarem participar e contribuir ainda mais no resultado da pesquisa.

À Dr.^aMirna Syperreck, pelas dicas, auxílios e conversas.

Ao Sr. Paulo Henrique Morsch, secretário do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pela dedicação, atenção e disponibilidade de auxiliar em todas as documentações.

Às empresas INPASA –Industria Paraguaya de Alcoholes S.A. e a SperaFico Agroindustrial, Unidade Marechal Candido Rondon, pela doação do produto e transporte, respectivamente. A disposição e atenção que ambas forneceram fizeram a diferença para a execução deste trabalho.

À técnica de laboratório, Luana Muxfeldt, pelas imensas ajudas, brincadeiras, momentos, descontrações, jantãs, festas e desabafos.

Ao técnico de laboratório, Lucas Wachholz, pela ajuda nas análises sanguíneas, confiança, descontrações, parceria, incentivo e amizade.

À toda a equipe do Qualhada, pela ajuda no experimento e análises laboratoriais, pelas festas, amizades, brincadeiras e por proporcionar a caminhada mais leve e descontraída; em especial à Andressa Faccenda e André Sanches de Avila pela ajuda no experimento, análises laboratoriais e estatísticas; eu não saberia me “virar” sem vocês; Everline Eckstein, minha comadre, que me ouviu nas horas de angústia e pelas ajudas em todo o período do mestrado.

Aos funcionários do Núcleo de Estações Experimentais e da Fazenda Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pela colaboração do trabalho a campo, especialmente ao Valdir que sempre esteve a disposição.

Aos amigos/irmãos da Residência, Vanessa Holsbach, Lucas Ludwig, Thais Conte e Carolina Lazarotto; pelos técnicos Renato, Antônio, Márcia, Yara e Taciara; minha eterna

gradidão por acreditarem em mim, pelas lágrimas enxugadas, pelas brincadeiras, ajudas, jantas, tererês... Nunca me esquecerei dos nossos 2 anos de Hospital Veterinário.

À minha família, que me aturou nos momentos de estresse; pelas inúmeras brincadeiras, piadas, jantas, almoços, jogos de baralho, conselhos, ajuda... meus amores incondicionais.

Ao grande amor da minha vida, César Luis Werle, pelas horas tristes, inúmeras felizes, risadas, brincadeiras, puxões de orelha, carinho, compreensão, fidelidade e felicidade. Nada seria completo se você não estivesse comigo.

Pelos meus amados bichinhos de estimação... Fiona, bolota e tequila (*in memoriam*), pelas vacas que foram selecionadas para o experimento e serão minhas eternas queridinhas... e por todos os animais que me proporcionaram conhecimento. Sem vocês, nada teria sentido na caminhada.

Enfim a todos, minha sincera gradidão!

*“Nunca desista daquilo que você quer,
mesmo que a vida lhe ponha obstáculos.
Se tropeçares, levante! Isso não há de ser nada;
e lembre-se: o caminho a gente faz caminhando.”*
(Autor Desconhecido)

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Agronegócio do milho	12
2.2 A Indústria de produção de etanol de milho e seus coprodutos	13
2.3 DDGS na alimentação de ruminantes	17
REFERÊNCIAS	23
3. UTILIZAÇÃO DE GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO	28
3.1 Introdução	30
3.2 Material e Métodos	31
3.3 Resultados e Discussão	40
3.4 Conclusão	54
REFERÊNCIAS	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS	59

RESUMO

Objetivou-se avaliar o nível de inclusão do DDGS na dieta de vacas em lactação. Foram utilizadas cinco vacas holandês em lactação, distribuídas em um quadrado latino 5x5, alimentadas com dietas contendo níveis de 0%, 8%, 16%, 24% e 32% de inclusão de DDGS na MS. Os parâmetros avaliados foram ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, síntese microbiana, produção e composição do leite, parâmetros sanguíneos e viabilidade econômica. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial considerando os níveis de inclusão de DDGS ao nível de 5% de probabilidade. Desta forma, observou-se redução na ingestão de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e carboidratos não fibrosos e aumento na ingestão de extrato etéreo, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais. O escore de condição corporal dos animais não foi alterado apesar de ocorrer a redução do peso corporal para os níveis de inclusão. As digestibilidades da proteína bruta, fibra em detergente neutro, carboidratos totais e dos nutrientes digestíveis totais aumentaram linearmente com a inclusão do coproduto na dieta. Já a digestibilidade da matéria seca reduziu conforme os níveis de inclusão. A produção de leite não foi influenciada pelos níveis de inclusão de DDGS. Não houve alteração para as excreções de alantoina para a produção de proteína microbiana por quilograma de nutrientes digestíveis totais. Os teores de colesterol plasmático em jejum e quatro horas após a alimentação apresentaram efeito linear crescente devido ao teor de gordura na composição do coproduto. O teor de creatinina em jejum apresentou redução com o aumento dos níveis de inclusão. O retorno econômico foi maior para os níveis com inclusão do coproduto na dieta. Desse modo, a utilização de DDGS na alimentação de vacas em lactação pode ser realizada até o nível de 32% de inclusão.

Palavras-chave: bovinos, DDGS, inclusão, produção, proteína

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the best level of DDGS inclusion in the diet of lactating cows. For this purpose, five lactating Dutch cows distributed in a 5x5 Latin square were used, fed diets containing 0%, 8%, 16%, 24% and 32% inclusion levels of DDGS in DM. The parameters evaluated were dry matter and nutrient intake and digestibility, microbial synthesis, milk production and composition, blood parameters and economic viability. The data were submitted to analysis of variance and polynomial regression considering the inclusion levels of DDGS at the 5% probability level. Thus, a reduction in the dry matter intake, organic matter, crude protein and non-fibrous carbohydrates and an increase in the intake of ethereal extract, neutral detergent fiber and total digestible nutrients were observed. The animals' body condition score was not altered despite the reduction of body weight to inclusion levels. The digestibilities of crude protein, neutral detergent fiber, total carbohydrates and total digestible nutrients increased linearly with inclusion of the co-product in the diet. Dry matter digestibility was reduced according to the inclusion levels. Milk production was not influenced by DDGS inclusion levels. There was no change in allantoin excretions and in the production of microbial protein per kilogram of total digestible nutrients. Fasting plasma cholesterol levels at four hours after feeding presented a linear increasing effect due to the fat content in the co-product composition. The fasting creatinine content was reduced with increasing inclusion levels. The economic return was higher for the levels with inclusion of the co-product in the diet. Thus, the use of DDGS in the feeding of lactating cows can be performed up to the 32%.

Keywords: Cattle, DDGS, inclusion, production, protein

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os principais ingredientes na alimentação animal são milho e farelo de soja, por serem excelentes fontes de energia e proteína. No entanto, devido às exportações e demanda interna destes produtos, os custos de aquisição dos ingredientes por pecuaristas são elevados. Na safra 2015/2016, o Brasil produziu 95,63 milhões de toneladas de soja, sendo que 54,3 milhões de toneladas foram exportados na forma de grão e 14,8 milhões de toneladas na forma de farelo (DUARTE; GARCIA; MIRANDA, 2011). Na safra 2015, o milho atingiu a produção nacional total de pouco mais de 85,7 milhões de toneladas, não suprimindo a demanda interna (IBGE, 2016).

Esse cenário elevou o custo dos ingredientes no mercado interno e motiva a busca por ingredientes alimentares alternativos, que possuam uma composição nutricional capaz de suprir as exigências dos animais, facilidade de obtenção e de armazenamento além de um menor custo, viabilizando a atividade.

A utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes além de promover a redução no custo da alimentação, reaproveita a matéria orgânica de origem vegetal da indústria e evita o acúmulo destes resíduos e a contaminação ambiental, colaborando com a preservação dos recursos naturais e gerando sustentabilidade à produção animal.

Os cereais são fontes limpas para a produção de etanol, sendo utilizadas pelas indústrias produtoras de biocombustíveis. Por possuírem teores de amido elevados, a cevada e o trigo são utilizados, porém o milho, por atender os quesitos de facilidade de armazenamento, disponibilidade e baixo custo, é o mais utilizado (SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016).

Odistiller's dried grains with solubles (DDGS) ou grãos secos de destilaria com solúveis é o produto resultante da extração de etanol e possui destaque na alimentação de ruminantes por ser uma excelente fonte de proteína e energia (BRAUNGARDT et al., 2010). O processamento promove o aumento de até 3 vezes os teores de nutrientes que compõem este alimento comparado ao grão, exceto o amido, que dá origem ao etanol pelo processo de fermentação (GRIFFIN et al., 2012).

A composição do DDGS é variável devido à industrialização e o cultivo, sendo que a produtividade do milho, o cultivar, seleção de grãos, tipo de processamento, temperatura, tempo de secagem e formas de armazenamento promovem alterações do produto final (BUOSI; DIAN, 2014; LIU, 2011; PENZ JUNIOR; GIANFELICE, 2008).

Com o aumento da produção de etanol em diversos países para atender às demandas mundiais, há maior facilidade de aquisição deste coproduto.

O conhecimento das características do alimento é fundamental, visando estabelecer critérios para sua inclusão na dieta dos animais, aumentando seu potencial digestivo e genético. Diversos estudos já foram realizados com a inclusão do co-produto na dieta, porém os resultados quanto à produtividade dos animais são variáveis.

Desta forma, objetivou-se determinar o melhor nível de inclusão de DDGS de milho na alimentação de vacas Holandês, em lactação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Agronegócio do milho

O milho é um cereal cultivado em todo o mundo. Sua utilização é ampla, tanto na alimentação humana como animal, podendo ser utilizado na forma *in natura* ou passar por processamentos, resultando em produtos alimentícios ou geração de biocombustíveis, como o óleo, amido e farinha e o etanol, respectivamente(SINDMILHO&SOJA, 2005).

A maior parte do grão é destinada à produção animal como componente principal na formulação de rações, porém o mercado busca evitar competição pelo produto com a alimentação humana(DUARTE; GARCIA; MIRANDA, 2011).

Está previsto para este ano o maior consumo mundial do cereal, tanto na forma *in natura* como processada, chegando a 1,02 bilhões de toneladas, bastante elevado comparado ao ano anterior, com 42,2 milhões de toneladas. Desta forma, os estoques também devem ser maiores, atendendo à demanda e superando os valores atingidos de estocagem em anos anteriores (DEAGRO, 2016).

Neste cenário, o país enfrenta sério problema com a redução de sua produção. Apesar de ser cultivado em todo o território nacional, na primeira safra do ano de 2016 ocorreu uma queda de produção de 14% comparada ao ano anterior, totalizando 25.883,2 toneladas. Da mesma forma, na segunda safra, produtores encontraram fatores adversos no cultivo e produção, despencando a quantidade do grão colhido (CONAB, 2016).

Os principais fatores que promovem a redução da produção são baixo investimento na cultura, escolha de cultivares impróprios ao clima regional, resistência a doenças e fatores

climáticos. O principal desafio encontrado atualmente por produtores foi com relação ao clima, reduzindo o desempenho e impactando negativamente a produção. Estados enfrentaram situações como o excesso de chuva e outros como falta desta, demonstrando a variabilidade do clima no país (CONAB, 2016; CRUZ; FILHO; QUEIROZ, 2013).

A região Centro-Sul é a principal produtora de milho, composta pelas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Neste ano, o Centro-Sul obteve a maior quantidade produzida, totalizando nas duas safras um somatório de 62.382,1 toneladas. Já o Norte e Nordeste obtiveram uma produção de 6.093,8 toneladas (CONAB, 2016).

Neste contexto, o Brasil possui o título de terceiro maior produtor mundial, sendo os Estados Unidos e China colocados em primeiro e segundo lugar, respectivamente. Os americanos produziram na safra 2015/2016 um montante de 345,5 milhões de toneladas do cereal. A China, apesar de aumentar a sua produção anualmente, ainda não atende as demandas internas. Na última safra, produziu em torno de 224,6 milhões de toneladas. Já o Brasil, na mesma safra, apresentou uma brusca queda de produção, totalizando 68,5 milhões de toneladas (DEAGRO, 2016; DUARTE; GARCIA; MIRANDA, 2011).

Com relação às exportações, os Estados Unidos, a Argentina e o Brasil lideram o mercado, com 48,9, 18,5 e 17,5 milhões de toneladas, respectivamente. Apesar dos americanos aumentarem seu consumo devido à utilização do produto para a produção do etanol, continuam apresentando valores muito superiores comparados aos demais países (DEAGRO, 2016).

2.2 A Indústria de produção de etanol de milho e seus co-produtos

Buscando atender exigências políticas e do mercado por programas de produção sustentáveis, indústrias geradoras de biocombustíveis encontram alternativas para produzir etanol de uma forma mais limpa e renovável, diminuindo impactos ambientais e necessidade de combustíveis fósseis (ALDAI et al., 2010; MILANEZ et al., 2014; SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016).

Os Estados Unidos da América e Brasil lideram as produções, somando juntos 90% do etanol disponível para utilização. A China vem aumentando sua produção, porém ainda muito aquém da quantidade necessária para atender sua demanda (ALVES et al., 2012).

Atualmente, os Estados Unidos quadruplicou sua produção de etanol e tende a continuar aumentando. Com mais de 200 usinas de biocombustível e crescente venda de

veículos tipo biocombustível (carros *flex*), o país passou de 6,5 bilhões para 39 bilhões de litros de etanol produzido em 10 anos. Isso se deve principalmente ao incentivo governamental neste tipo de produção e disponibilidade de matéria-prima (ALVES et al., 2012; BUOSI & DIAN, 2014; CALLAWAY et al., 2014; LIU, 2011).

Em torno de 98% do etanol americano é feito a partir do milho; no Canadá e na Europa, usinas utilizam do trigo e cevada e no Brasil a principal produção se dá pela cana-de-açúcar. Grãos ricos em amido são os principais produtos escolhidos para a produção do etanol devido ao seu baixo custo, alta sustentabilidade, disponibilidade em quantidade suficiente e baixa concorrência com a alimentação humana (SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016).

Atualmente, usinas brasileiras possuem adaptação para produzir o etanol a partir do milho durante a entre safra da cana-de-açúcar. Desta forma, são conhecidas como usinas *flex*, dispondo de baixa emissão de gases de efeito estufa, desempenho ambiental favorável e economia da produção, além de não apresentar competição entre as culturas (MILANEZ et al., 2014). Esta medida faz com que a indústria possua alternativas para gerar produto e renda, evitando prejuízos pela interrupção da produção na falta de matéria-prima (APROSOJA, 2013; MILANEZ et al., 2014; SILVEIRA, 2014).

Neste contexto, duas usinas *flex* são encontradas no Estado do Mato Grosso do Sul, trabalhando com o excedente de milho na região durante a entressafra da cana. A primeira usina *full* - produção de etanol somente a partir de milho – do Brasil está em construção na cidade de Chapadão do Sul, MS (APROSOJA, 2013).

O milho pode ser processado de duas formas para a produção do etanol: a moagem úmida e a moagem a seco. A moagem úmida consiste na separação do amido, gérmen e fibra, resultando na farinha de glúten de milho e o WetDistillersGrains(WDG) ou grãos úmidos de destilaria, sem solúveis (ALVES et al., 2012; KIM et al., 2008; LIU, 2011).

Já a moagem a seco responde por 70% da forma de produção do etanol. Esta consiste em 6 etapas principais: moagem, cozimento, liquefação, sacarificação, fermentação e separação, como demonstra a Figura 1. Durante a fermentação, é adicionada à mistura a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, processo semelhante da indústria cervejeira, ocorrendo a quebra da glicose pela ação da levedura e transformação em etanol e liberação de dióxido de carbono (CO₂). Além da quebra da glicose, a levedura reduz os teores de micotoxinas encontrados na matéria-prima, melhorando a qualidade do produto final.

Após, segue para a destilação e centrifugação, separando o resíduo fino ou leve e o resíduo pesado. O resíduo leve, também chamado de vinhaça, passa por evaporação, produzindo o xarope com 50% de umidade. Este é acrescido a sólidos provenientes da

centrifugação e secos, dando origem ao *DistillersDriedGrainswithSolubles* (DDGS) ou grãos secos de destilaria com solúveis. O resíduo pesado dá origem ao *WetDistillersGrainswithSolubles*(WDGS) ou pode ser submetido à secagem, resultando em grãos destilados secos. Muitas empresas fazem a secagem do resíduo pesado juntamente aos sólidos provenientes da centrifugação, buscando maior rendimento na produção do DDGS (ALVES et al., 2012; BUOSI; DIAN, 2014; LIU, 2011; SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016).

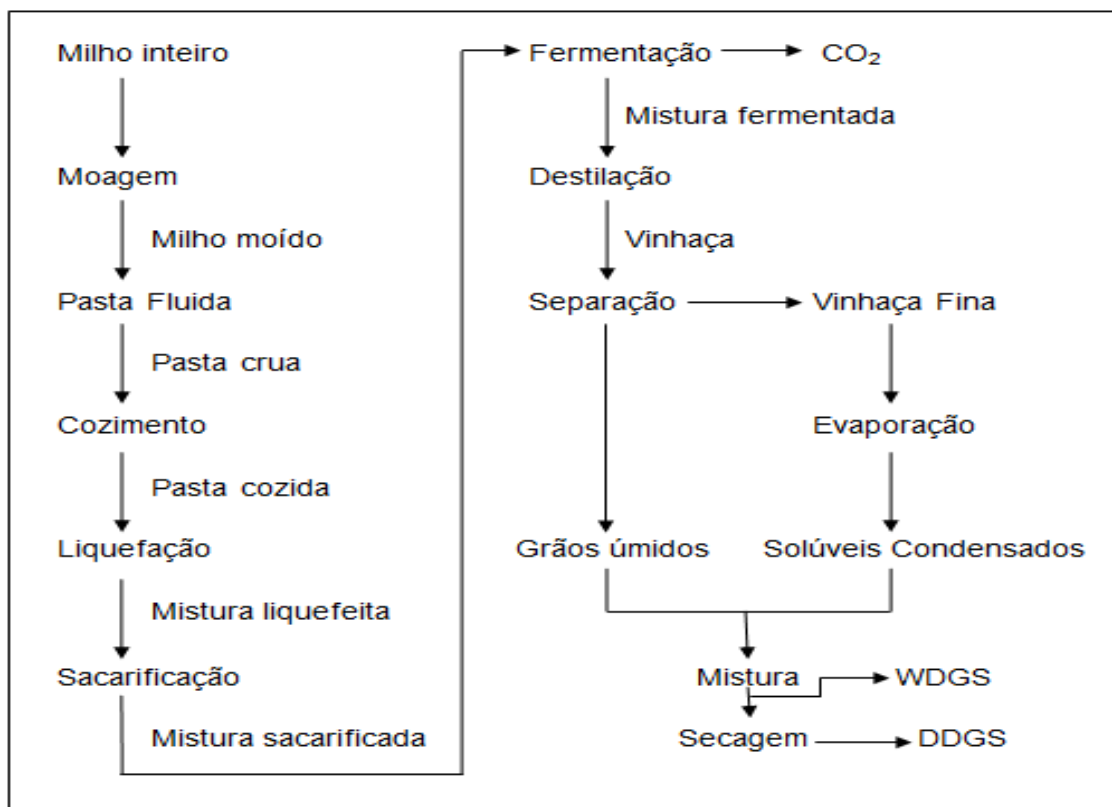


Figura 1. Fluxograma da extração do etanol do milho e produção do DDGS

Fonte: Adaptado de Liu (2011)

Porém, a utilização do WDGS é limitada pelo tempo de conservação. Este alimento resiste de 5 a 7 dias sem sinais de deterioração exposto ao ambiente, sendo que, após, são observadas proliferações fúngicas. O excesso de umidade pode limitar o consumo dos animais, sendo indicadas inclusões de até 30% na Ingestão de Matéria Seca (IMS) diária (SCHINGOETHE et al., 2006).

Uma alternativa é realizar a ensilagem deste resíduo com farelo de soja, como propôs Schingoethe et al. (2006), onde o produto se manteve com boa qualidade por maior tempo. Um

empecilho quanto à utilização deste é a distância das usinas, aumentando os custos com relação ao transporte (BUOSI; DIAN, 201; KIM et al., 2008; LIU, 2011).

As vantagens na utilização do milho para a produção do etanol são facilidade de armazenamento, disponibilidade do produto e o baixo custo, associado à alta valorização de seus coprodutos. Na indústria, para reduzir perdas e aumentar possibilidades para novos compradores, a peletização do DDGS é frequente, facilitando transporte, armazenamento e conservação deste resíduo (KIM et al., 2008; SCHINGOETHE et al., 2006; SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016).

Como em outros países, no Brasil o produto vem sendo acrescentado às dietas de animais devido ao seu alto teor nutricional e redução dos custos de produção, já que o milho e o farelo de soja apresentam valores elevados (SILVEIRA, 2014).

Além da alimentação animal, o DDGS apresenta diversas utilizações. No Brasil, Alves et al. (2012) utilizaram os gases da queima do DDGS para produzir nanomateriais de carbono, reduzindo os custos na produção deste e fornecendo novas alternativas para o excedente do coproduto. Nos Estados Unidos, Xu, Reddy e Yang (2009) extraíram a celulose do resíduo para elaborar filmes e fibras, relatando também utilização na composição de papel, absorventes de água, lubrificantes e suplementos nutricionais.

Liu, Singh e Inglett (2011) relataram que, além de ser utilizado para a produção de carvão, o DDGS pode ser incluído nas formulações de massas em panificados. Testando níveis de substituição de até 30% da farinha de milho, o pão de milho com DDGS apresentou-se com alto teor de fibras dietéticas e baixo índice glicêmico, alterando a cor do produto, consistência e volume. Um dos aspectos mais preocupantes com relação à alimentação humana é o teor de micotoxinas presente no resíduo, comprometendo a segurança alimentar.

O esterco de bovinos alimentados com DDGS apresentou valores de nutrientes maiores comparados a bovinos alimentados com dietas convencionais. Além de possuir teores de nitrogênio superiores nas fezes, observou-se redução da emissão de gases de efeito estufa e de metano, tanto da emissão entérica como durante a fermentação em instalações (BENCHAAR et al., 2013; HAO et al., 2011; MASSÉ et al., 2014).

O excesso de gordura presente no coproduto também pode ser extraído na indústria, utilizando-o para a produção de biodiesel e melhorando as qualidades nutricionais do DDGS, sendo que o excesso de gordura na dieta pode proporcionar problemas metabólicos em bovinos leiteiros, como redução da produção e do teor de gordura do leite (FOTH, 2014; RAMIREZ et al., 2016; TESTROET et al., 2016).

A composição do DDGS sofre variabilidades devido à industrialização e o cultivo, sendo que a produtividade do milho, cultivar, seleção de grãos, tipo de processamento, temperatura, tempo de secagem e formas de armazenamento promovem alterações no produto final (BUOSI; DIAN, 2014; LIU, 2011; PENZ JUNIOR; GIANFELICE, 2008).

2.3 DDGS na alimentação de ruminantes

Estudos foram elaborados a fim de testar diferentes níveis de inclusão do coproduto na alimentação animal, buscando reduzir os custos de produção e aumentando a eficiência produtiva. Porém, deve-se estar atento à qualidade dos ingredientes da dieta, evitando prejudicar a sanidade dos animais e incorrer em redução dos lucros (FOTH, 2014; LIU, 2011; SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016).

O DDGS é um alimento proteico e energético. Possui um teor de proteína bruta entre 26,0% e 31,7%, gordura entre 9,0% e 14,1%, cinzas entre 3,7% e 8,1%, Fibra Bruta entre 5,4% e 10,4%, fibra em detergente neutro (FDN) entre 33,1% e 43,9% e fibra em detergente ácido (FDA) entre 11,4% e 20,8%. Já a matéria seca (MS) fica em torno de 90,5% (BUOSI; DIAN, 2014; LIU, 2011; SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016).

A quantidade de aminoácidos presentes no coproduto é variável, sendo que a lisina possui os valores mais baixos por ser termossensível. Trabalhos correlacionam quantidade de lisina com a coloração do DDGS e observou-se que, quanto mais escuro o produto, menor o teor de lisina. Desse modo, amostras com coloração mais clara são desejadas, já que este aminoácido é um fator limitante na produção de leite, reduzindo a quantidade a ser suplementada na dieta. Neste contexto, as usinas produtoras do etanol de milho buscam controlar o aquecimento na secagem do resíduo, evitando danos causados pelo calor no coproduto (ACHARYA et al., 2015; PAZ & KONONOFF, 2014; SCHINGOETHE et al., 2006; SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016).

Os teores de lisina, metionina, treonina e arginina variam entre 0,85% – 1,02%, 0,49% – 0,69%, 0,25% – 1,13% e 1,01% - 1,48%, respectivamente (ACHARYA et al., 2015; LIU, 2011; ZANTON, HEINRICH; JONES, 2013).

Com relação aos minerais, os teores de cálcio e fósforo ficam entre 0,17%- 0,26% e 0,78% – 1,08%, respectivamente. Quando associado o coproduto a um volumoso com altos teores de fósforo, deve-se ficar atento a distúrbios metabólicos, principalmente em vacas no período de transição (LIU, 2011; SCHINGOETHE et al., 2006).

Durante o processamento, este coproduto é exposto a altas temperaturas por um determinado tempo, aumentando assim o teor de proteína não degradável no rúmen (PNDR) sem prejudicar a digestibilidade a nível intestinal. Porém, quando exposta a tempo e temperatura excessivos, parte da proteína liga-se à fração FDA e torna-se indisponível para a degradação ruminal e intestinal. Neste contexto, indústrias buscam controlar esses fatores reduzindo as perdas de qualidade do produto final durante o processamento (SANTOS & PEDROSO, 2011).

Um dos fatores que comprometem a utilização do DDGS é a presença de micotoxinas. A micotoxina é um metabólito secundário produzido por fungos, reduzindo a germinação de grãos, e alterando a qualidade e as características organolépticas, podendo causar uma ampla variedade de efeitos tóxicos para animais e humanos. Causadoras de imunodeficiências, efeitos tóxicos ao fígado e rim ou neurotóxicas, seu efeito varia de acordo com o tipo de micotoxina e quantidade de ingestão, podendo manifestar-se de forma aguda ou crônica (SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016).

Em condições de umidade e temperatura, a proliferação de fungos *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* pode ocorrer já no cultivo da planta. Além de fatores climáticos, a presença de oxigênio, substrato, lesões e integridade dos grãos de milho são necessárias para seu desenvolvimento. Além destes fatores, a secagem incorreta do DDGS e as condições de armazenamento propiciam sua contaminação. Estima-se que a concentração de micotoxina no coproduto pode chegar a ser até três vezes maior que no grão do cereal (KHATIBI et al., 2014; SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016).

As principais micotoxinas relatadas em milho são as fumonisinas, zearalenona, deoxinivalenol, ocratoxina A, toxina T-2 e aflatoxina. Já no DDGS, as micotoxinas fumonisina e deoxinivalenol são as mais prevalentes (KHATIBI et al., 2014; SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016). As aflatoxinas possuem maior nocividade dentre as 20 micotoxinas mais frequentemente notificadas em alimentos, sendo que os fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* sintetizam as formas B1 e B2 e G1 e G2, respectivamente (CARDOSO FILHO; CALDAS; MURATORI, 2015).

As aflatoxinas encontram-se na alimentação de humanos na forma direta e/ou indireta. A forma direta ocorre na ingestão de cereais contaminados e a forma indireta pelos derivados de animais, como o leite, carne e ovos. Como possui afinidade pelo fígado, rins e sistema nervoso, as toxicoses variam de gravidade conforme a quantidade e frequência de consumo (MAZIERO; BERSOT, 2010).

Para evitar a presença destes compostos no coproduto, a utilização de leveduras no processo de fermentação, secagem eficiente, controle de umidade e temperatura de estocagem são necessários (SILVA; NETTO; SCUSSEL, 2016).

No Brasil, poucas são as normativas referentes aos níveis de micotoxinas aceitáveis nos ingredientes para alimentação animal. A portaria do Ministério da Agricultura número 07, referente aos limites de micotoxina presentes nos ingredientes voltados à alimentação animal apresenta o limite máximo de 50 µg/kg para aflatoxinas (B1+B2+G1+G2).

A técnica de produção de gás *in vitro* tem sido amplamente utilizada para avaliar a qualidade dos alimentos adicionados à dieta de ruminantes, sendo mais prática e viável em comparação às técnicas *in vivo*. Ela permite avaliar a digestão de carboidratos solúveis e insolúveis e a quantidade de ácidos graxos voláteis (AGV) a partir do gás produzido pela fermentação microbiana do alimento, sendo esta a principal fonte de energia para ruminantes (GETACHEW et al., 2004).

Segundo Getachew et al. (2004) o volume de gás produzido por uma dieta em incubação reflete a produção de ácidos graxos de cadeia curta, resultantes da degradação microbiana dos alimentos e da reação tampão com ácidos gerados como resultado da fermentação. Espera-se que uma dieta produza mais propionato do que acetato, pois a produção de propionato gera somente 0,87 mol/mol de AGV por meio da produção indireta e nenhum gás diretamente, enquanto que a produção de acetato gera 2 moles de CO₂ por mol de glicose pela produção direta, e 0,87 mol/mol de AGV (BEUVINK & SPOELSTRA 1992).

Em ruminantes, estudos com diferentes níveis de inclusão do DDGS na dieta apresentam resultados variáveis, porém, esta é limitada devido ao seu alto teor de PNDR e variabilidade da composição nutricional devido à heterogeneidade da matéria-prima (ZANTON; HEINRICH; JONES, 2013).

Benchaaret al. (2013) relataram que, com o aumento do nível de inclusão de DDGS na dieta de vacas leiteiras, as proporções ruminais de acetato foram reduzidas e propionato e butirato aumentadas. A explicação se dá pela composição deste coproduto, sendo que a proporção do acetato reduziu devido ao aumento do ácido butírico e pela digestão da fibra presente na dieta. Outros estudos, como o de Kleinschmitet al. (2006), relataram não haver diferença significativa nas proporções de ácidos graxos voláteis no rúmen com a inclusão do coproduto na dieta de bovinos leiteiros.

Zanton, Heinrich e Jones (2013) desenvolveram um trabalho com diferentes níveis de inclusão de DDGS e com alto e baixo nível de PNDR para vacas em lactação, utilizando até

20% do coproduto na formulação do concentrado e silagem de milho como volumoso. Seus resultados mostraram que o peso corporal e o consumo de matéria seca não foram afetados pela inclusão do DDGS na dieta. A gordura do leite reduziu linearmente os níveis crescentes de inclusão e houve tendência a uma menor produção de leite ($P=0,07$). Os autores explicam que isso ocorreu devido à limitação de lisina na dieta e por possuir altos valores de PNDR.

Da mesma forma, Testroet et al. (2014; 2016) obtiveram redução do teor de gordura do leite com inclusão de 10% de DDGS no concentrado além da queda da produção em níveis de 25%. Porém, a estabilidade oxidativa e o sabor do leite não foram alterados.

Já Macaya-Quiroz & Rojas-Bourrillon (2009) utilizaram o coproduto no concentrado em vacas sob pastejo e observaram que o nível de 32% de inclusão de DDGS obteve maior produção de leite e persistência na lactação. O nível de 42% de inclusão promoveu a queda da produção devido ao alto teor de FDN na dieta. Para nitrogênio ureico do leite (NUL) e gordura, houve redução linear com o aumento dos níveis de DDGS. Isso se deve ao aumento do teor de ácido linoleico conjugado (CLA), fator depressor da gordura. Da mesma forma, Ramirez et al. (2016) observaram aumento nos teores de CLA no leite com níveis de 30% de inclusão do coproduto.

Do inglês *conjugated linoleic acid*, o CLA é um isômero geométrico do ácido linoleico originado da biohidrogenação incompleta dos ácidos graxos poli-insaturados no rúmen, por bactérias anaeróbias (JAHREIS et al., 1997; LAWLESS et al., 1999; LOCK; GARNSWORTHY, 2003; PREUSS et al., 2013; VETH et al., 2004).

Este possui diversos benefícios para a saúde, sendo anticarcinogênico, promotor de crescimento e de massa magra corporal, antioxidante, imunoestimulante, anti-diabético e anti-aterogênico (COLLOMB et al., 2006; CHILLIARD et al., 2001; GULATI et al., 2000; LAWLESS et al., 1999; LOCK; GARNSWORTHY, 2003).

Alimentos de origem animal, como o leite e carne, são as principais fontes de CLA na alimentação humana, pois sua concentração é maior quando comparada a vegetais. Diversos fatores podem alterar a quantidade de CLA presente no leite, como idade do animal, dieta, sazonalidade, raça e estágio de lactação. Há diversas formas de aumentar, de forma natural, a quantidade de ácido linoleico nos alimentos, sendo que dietas à base de feno, pastagem fresca, alimentos com altos teores de gordura insaturada e a proporção volumoso:concentrado podem promover a elevação da concentração deste componente (BARGO et al., 2006; CHILLIARD et al., 2001; GULATI et al., 2000; JAHREIS et al., 1997; LAWLESS et al., 1999).

Além de ser importante na alimentação humana, o CLA é considerado essencial na produção bovina, sendo responsável pela síntese hormonal e composição de membranas

celulares. Precursor do ácido araquidônico e componente na formação do colesterol, pode influenciar o desenvolvimento reprodutivo dos animais. São relatados aumentos nas taxas reprodutivas quando adicionado o coproduto na composição da dieta de novilhas com aptidão leiteira e de corte (ANDERSON et al., 2015).

O aumento no teor do CLA no leite foi relatado por Havlin, Robinson e Karges (2014) utilizando DDGS de milho na alimentação de bovinos leiteiros, substituindo o milho e o farelo de soja pelo coproduto, impactando pouco sobre o desempenho produtivo dos animais.

Schingoethe et al. (2006) e Griffinet et al. (2012) tiveram redução linear no consumo de matéria seca com o aumento dos níveis de inclusão de DDGS, diferente do relatado por Benchaaret et al. (2013), que observaram aumento no CMS, substituindo milho e farelo de soja pelo coproduto, apesar de reduzir o tempo de ruminação e mastigação. Aumento na produção de leite, teores de proteína e lactose foram lineares aos níveis de inclusão. Também acrescenta que os teores de emissão de metano foram reduzidos linearmente quanto aos níveis de inclusão. Isso se deve ao aumento no teor de gordura ingerida pelos animais, deprimindo o desenvolvimento de protozoários.

Com relação aos parâmetros sanguíneos, Omeret et al. (2015) utilizaram níveis de substituição de 25% e 50% de DDGS pelo caroço de algodão no concentrado de 30 bezerros alimentados por 90 dias. Observou-se que os parâmetros gama-glutamiltransferase (GGT), glicose e triglicérides foram menores quando utilizado o coproduto em comparação à dieta controle, já a alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST) e ureia apresentaram valores superiores. Não houve diferença para colesterol, creatinina, proteínas totais e albumina.

Anderson et al. (2015) testaram diferentes tipos de DDGS na alimentação de novilhas com aptidão leiteira. O DDGS com baixo e alto teor de extrato etéreo foi acrescentado no concentrado de 33 novilhas em crescimento, sendo que os autores avaliaram a reprodução e parâmetros sanguíneos. Animais alimentados com o coproduto de alto teor de gordura obtiveram maior concentração plasmática de CLA comparado aos grãos de destilaria de baixo teor de gordura e grupo controle. O tratamento controle obteve maior concentração de glicose e menores para colesterol no plasma sanguíneo, comparado aos tratamentos com DDGS. Já a ureia apresentou resultados inferiores para os grãos de destilaria de baixo teor de gordura comparado aos grupos controle e com alto teor de gordura. Para beta-hidroxibutirato, insulina e leptina, os valores não foram alterados pelos tratamentos. Com relação à

reprodução, a inclusão do coproduto com alto teor de gordura fez com que o maior número de novilhas apresentasse ciclos estrais em comparação aos demais tratamentos.

Braungardt et al. (2010) relatam que, no período de inverno, os valores comerciais de volumosos e ingredientes que compõem o concentrado de bovinos são elevados devido à sua escassez. Desta forma, o DDGS é uma ótima opção de inclusão na dieta, reduzindo os custos referentes à alimentação, sem alterar as características produtivas dos animais. Griffin et al. (2012) acrescentam que o preço por tonelada do coproduto nos Estados Unidos é mais barato que a tonelada de milho em grão. Com altos preços impostos nas forragens e volumosos, os autores avaliaram a substituição do volumoso ofertado pelo DDGS em níveis de 0% a 1,2% do peso vivo dos animais em confinamento e em pastejo. Como resultado, o peso final foi linear para os níveis de inclusão do coproduto. Já o CMS e o consumo de forragem apresentaram efeito quadrático para os níveis de inclusão. Desta forma, a inclusão do DDGS para novilhos confinados ou em pastejo não alterou a conformação da carcaça e reduziu os custos referentes à alimentação.

Desta forma, mais estudos com relação a níveis de inclusão de DDGS na dieta de bovinos leiteiros devem ser desenvolvidos com relação à produção e composição do leite, ingestão e digestibilidade, parâmetros metabólicos e sanguíneos e a viabilidade econômica, buscando identificar qual o melhor nível de inclusão do coproduto na dieta.

REFERÊNCIAS

- ACHARYA, I. P.; SCHINGOETHE, D. J., KALSCHEUR, K. F.; CASPER, D. P. Response of lactating dairy cows to dietary protein from canola meal or distillers' grains on dry matter intake, milk production, milk composition, and amino acid status. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 95, n. 2, 2015.
- ALDAI, N.; AALHUS, J. L.; DUGAN, M. E. R.; ROBERTSON, W. M.; MCALLISTER, T. A.; WALTER, L. J.; MCKINNON, J. J. Comparison of wheat versus corn-based dried distillers' grains with soluble on meat quality of feedlot cattle. **Meat Science**, v.84, p. 569-577, 2010.
- ALVES, J. O.; ZHUO, C.; LEVENDIS, Y. A.; TENORIO, J. A. S. Síntese de nanomateriais de carbono a partir do resíduo de milho (ddgs). **Química Nova**, v.35, n.8, p.1534-1537, 2012.
- ANDERSON, J. L.; KALSCHEUR, K. F.; CLAPPER, J. A.; PERRY, G. A.; KEISLER, D. H.; GARCIA, A. D.; SCHINGOETHE, D. J. Feeding fat from distillers dried grains with soluble to dairy heifers: II. Effects on metabolic profile. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 8, 2015.
- ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DO ESTADO DE MATO GROSSO – APROSOJA. I Fórum Brasileiro de Etanol de Milho e Sorgo. **Agroanalysis**, p. 40- 42. 2013.
- BARGO, F.; DELAHOY, J. E.; SCHROEDER, G. F.; BAUMGARD, L. H.; MULLER, L. D. Supplementing total mixed rations with pasture increase the content of conjugated linoleic acid in milk. **Animal Feed Science and Technology**, v.131, p.226-240, 2006.
- BRAUNGARDT, T.J.; SHIKE, D. W.; FAULKNER PAS, D.B; KARGES, K.; GIBSON, M.; POST, N. M. Comparison of corn coproducts and corn residue bales with alfalfa mixed hay on beef cowcalf performance, lactation, and feed costs. **The Professional Animal Scientist**, v.26, p. 356-364, 2010.
- BENCHAAR, C.; HASSANAT, F.; GERVAIS, R.; CHOUINARD, P. Y.; JULIEN, C.; PETIT, H. V.; MASSE, 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. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.4, 2013.
- BEUVINK, J. M. W.; SPOELSTRA, S. F. Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms in vitro. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.37, p. 505-509, 1992.
- BUOSI, J. P.; DIAN, P. H. M. Grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de ruminantes. **Boletim Técnico da Universidade Camilo Castelo Branco**, Departamento de Produção Animal, 11. Descalvado, 2014.

CALLAWAY, T. R.; DOWD, S. E.; EDRINGTON, T. S.; ANDERSON, R. C.; KRUEGER, N.; BAUER, N.; KONONOFF, P. J.; NISBET, D. J. Evaluation of bacterial diversity in the rumen and feces of cattle fed different levels of dried distillers grains plus solubles using bacterial tag-encoded FLX amplicon pyrosequencing. **Journal of Animal Science**, v.88, n.12, p. 3977-3983, 2014.

CARDOSO FILHO, F. C.; CALDAS, M. L.; MURATORI, M. C. S. Fungos e aflatoxinas em cereais: uma revisão. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v.2, n. 2, p. 122 – 130, 2015.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; DOREAU, M. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. **Livestock Production Science**, v. 70, p.31-48, 2001.

COLLOMB, M.; SCHMIDT, A.; SIEBER, R.; WECHSLER, D.; RYHANEN, E. Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects. **International Dairy Journal**, v.16, p.1347-1361, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.1, n.3. Brasília : Conab, 2013.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; QUEIROZ, L. R. **Quatrocentas e sessenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2013/14**. Milho – Cultivares para 2013/2014 – Embrapa Milho e Sorgo. 2013. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acesso em: 01/09/2016.

DEPARTAMENTO DO AGRONEGÓCIO - DEAGRO/FIESP. **Safra Mundial de Milho 2016/17 - 4º Levantamento do USDA**. 2016. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>>. Acesso em: 30/08/2016.

DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. **Economia da Produção**. Cultivando Milho – Embrapa Milho e Sorgo. 2011. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/economia.htm>. Acesso em: 30/08/2016.

FOTH, A. Energy Content of Reduced-Fat Dried Distillers Grains and Solubles for Lactating Dairy Cows and Effects on Energy and Nitrogen Balance. **Tese em Ciência Animal. Universidade de Nebraska – Lincoln**. 2014.

GETACHEW, G.; ROBINSON, P. H.; DEPETERS, E. J.; TAYLOR, S. J. Relationship between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.111, p.57-71, 2004.

GRIFFIN, W. A.; PAS, V. R. B.; KLOPFENSTEIN, T. J.; STALKER, L. A.; LOMAS PAS, L. W.; MOYER, J. L.; ERICKSON PAS, G. E. A meta-analysis evaluation of supplementing dried distillers grains plus solubles to cattle consuming forage-based diets. **The Professional Animal Scientist**, v.28, p.306-312, 2012.

GULATI, S.K.; KITESSA, S. M.; ASHES, J. R.; FLECK, E.; BYERS, E. B.; BYERS, Y. G.; SCOTT, T. W. Protection of conjugated linoleic acids from ruminal hydrogenation and their incorporation into milk fat. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, p.139-148, 2000.

HAO, X.; BENKE, M. B.; LI, C.; LARNEY, F. J.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCALLISTER, T. A. Nitrogen transformations and greenhouse gas emissions during composting of manure from cattle fed diets containing corn dried distillers grains with solubles and condensed tannins. **Animal Feed Science and Technology**, v.166–167, p.539–549, 2011.

HAVLIN, J. M.; ROBINSON, P. H.; KARGES, K. Impacts of dietary fat level and saturation when feeding distillers grains to high producing dairy cows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.99, n.3, p.577-90, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estatística da Produção Agrícola**, janeiro 2016. 72p.

JAHREIS, G.; FRITSCH, J.; STEINHART, H. Conjugated linoleic acid in milk fat: high variation depending on production system. **Nutrition Research**, v.17, n.9, p.1479-1484, 1997.

KIM, Y.; MOSIER, N. S.; HENDRICKSON, R.; EZEJI, T.; BLASCHEK, H.; DIEN, B.; COTTA, M.; DALE, B.; LADISCH, M. R. Composition of corn dry-grind ethanol by-products: DDGS, wet cake, and thin stillage. **Bioresource Technology**, v.99, p.5165-5176, 2008.

LAWLESS, F.; STANTON, C.; L'ESCOPEL, P.; DEVERY, R.; DILLON, P.; MURPHY, J. J. Influence of breed on bovine milk cis-9, trans-11-conjugated linoleic acid content. **Livestock Production Science**, v.62, p.43-49, 1999.

LIU, K. Chemical Composition of Distillers Grains, a Review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, p. 1508-1526, 2011.

LIU, S. X.; SINGH, M.; INGLET, G. Effect of incorporation of distillers' dried grain with solubles (DDGS) on quality of corn bread. **Food Science and Technology**, v.44, p.713-718, 2011.

LOCK, A. L.; GARNSWORTHY, P. C. Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and Δ 9- desaturase activity in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.79, p.47-59, 2003.

MACAYA-QUIRÓS, S.; ROJAS-BOURRILLÓN, A. Uso de granos secos solubles (ddgs) provenientes de la destilería de maíz en suplementos para vacas lactantes en pastoreo de estrellita africana (*Cynodon nlemflouensis*). **Agronomía Costarricense**, v.33, n.2, p.237-248, 2009.

MASSÉ, D. I.; JARRET, G.; BENCHAAAR, C.; SAADY, N. M. C. Effect of Corn Dried Distiller Grains with Solubles (DDGS) in Dairy Cow Diets on Manure Bioenergy Production Potential. **Animals**, v.4, p.82-92, 2014.

MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p.89 – 99, 2010.

MILANEZ, A. Y.; NYKO, D.; VALENTE, M. S.; XAVIER, C. E. O.; KULAY, L. A.; DONKE, A. C. G.; MATSUURA, M. I. S. F.; RAMOS, N. P.; MORANDI, M. A. B.;

BONOMI, A. M. F. L. J.; CAPITANI, D. H. D.; CHAGAS, M. F.; CAVALETT, O.; GOUVÊIA, V. L. R. A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar: avaliação ambiental, econômica e sugestões de política. **Revista do BNDES**, v.41, p.147-208, 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. ANVISA - RDC nº 7 de 2011. **Diário Oficial da União**, n.46, 2011.

OMER, H. A. A.; ABDEL-MAGID, S.; EL-NOMEARY, Y. A. A.; NASSAR, S. A.; NASR, S. M.; ABOU-ZEINA, H. A. A. Nutritional Impact of Partial Replacement of Cotton Seed Meal with Distillers Dried Grain with Solubles (DDGS) on Animal Performance, Digestion Coefficients and Some Blood Constituents in Crossbred Calves. **World Applied Sciences Journal**, v.33, n.4, p.580-589, 2015.

PAZ, H. A.; KONONOFF, P. J. Lactation responses and amino acid utilization of dairy cows fed low-fat distillers dried grains with solubles with or without rumen-protected lysine supplementation. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.10, 2014.

PENZ JUNIOR, A. M.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de bio-combustível. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.36, p.107-117, 2008.

PREUSS, M.B.; ROHLFES, A. L. B.; BACCAR, N. M.; MARQUARDT, L.; OLIVEIRA, M. S.; SCHNEIDER, R. C. S. Ácido Linoléico Conjugado: uma breve revisão. **Revista Jovens Pesquisadores**, Santa Cruz do Sul. v.3, n.2, p.134-146, 2013.

RAMIREZ-RAMIREZ, H. A.; LOPEZ, E. C.; HARVATINE, K. J.; KONONOFF, P. J. Fat and starch as additive risk factors for milk fat depression in dairy diets containing corn dried distillers grains with soluble. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.3, p.1903-14, 2015.

RAMIREZ-RAMIREZ, H. A.; LOPEZ, E. C.; JENKINS, C. J. R. Reduced-fat dried distillers grains with solubles reduces the risk for milk fat depression and supports milk production and ruminal fermentation in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.99, n.3, p.1912-28, 2016.

SANTOS, F. A. P.; PEDROSO, A. M. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 616 p.

SCHINGOETHE, D. J.; KALSCHUR, K. F.; GARCIA, A. D. Distillers Grains for Dairy Cattle. **Extension Extra Dairy Science**, College of Agriculture & Biological Sciences / USDA, 2006.

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

SILVEIRA, G. **Qual o futuro do etanol de milho dos EUA?** Notícias Agrícolas. 2014. Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/artigos/artigos-geral/138552-qual-o-futuro-do-etanol-d-e-milho-dos-eua-por-glauber-silveira.html#.V7XJx1srLIU>>. Acesso em: 18/08/2016.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DO MILHO, SOJA E SEUS DERIVADOS NO ESTADO DE SÃO PAULO - SINDMILHO & SOJA. **Milho e suas riquezas - História**. 2005.

Disponível em:
<<http://www.fiesp.com.br/sindimilho/sobre-o-sindmilho/curiosidades/milho-e-suas-riquezas-historia/>>. Acesso em: 30/08/2016.

TESTROET, E. D.; LI, G.; CLARK, S.; BEITZ, D. C. Quality of Milk from Lactating Dairy Cattle Fed Dried Distillers Grains with Solubles. **Animal Industry Report**, AS 660, ASL R2871, 2014.

TESTROET, E. D.; SANKARLAL, V. M.; CLARK, S.; BEITZ, D. C. Lactational Performance of Holstein Dairy Cows Fed Two Levels of Full-fat Corn Dried Distillers Grains with Solubles," **Animal Industry Report**: AS 662, ASL R3069. 2016.

VETH, M. J.; GRIINARI, J. M.; PFEIFFER, A. M.; BAUMAN, A. E. Effect of CLA on Milk Fat Synthesis in Dairy Cows: Comparison of inhibition by Methyl Esters and Free Fatty Acids, and Relationships Among Studies. **Lipids**, v.39, n.4, p.365-372, 2004.

XU, W.; REDDY, N.; YANG, Y. Extraction, characterization and potential applications of cellulose in corn kernels and Distillers' dried grains with solubles (DDGS). **Carbohydrate Polymers**, v.76, p.521-527, 2009.

ZANTON, G. I.; HEINRICHS, A. J.; JONES, C. M. Short communication: effects of level of rumen-degradable protein and corn distillers grains in corn silage-based diets on milk production and ruminal fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.7, p.4638-42, 2013.

3. UTILIZAÇÃO DE GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO

Resumo: Objetivou-se determinar o melhor nível de inclusão de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho na dieta de vacas em lactação da raça Holandês. Foram utilizadas cinco vacas com aproximadamente 100 dias de lactação distribuídas em um quadrado latino 5x5, as quais foram alimentadas com dietas contendo níveis (0%, 8%, 16%, 24% e 32%) de inclusão de DDGS. A dieta era composta de 50% de concentrado e 50% de silagem de milho, fornecida após as ordenhas. Os parâmetros avaliados foram ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, síntese microbiana, produção e composição do leite, parâmetros sanguíneos e viabilidade econômica da dieta. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial considerando os níveis de inclusão de DDGS ao nível de 5% de probabilidade. Foi observada redução na ingestão de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e carboidratos não fibrosos e aumento na ingestão de extrato etéreo, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais. A digestibilidade da fibra em detergente neutro aumentou linearmente com a inclusão do coproduto na dieta, devido à sua característica altamente digestível. A produção de leite não foi influenciada pelos níveis de inclusão de DDGS, como também os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos. Não houve alteração nas concentrações de nitrogênio ureico do leite e nem para a produção de proteína microbiana por quilograma de nutrientes digestíveis totais. Os teores de colesterol plasmático em jejum e quatro horas após a alimentação apresentaram efeito linear crescente devido ao teor de gordura na composição do coproduto. O teor de creatinina em jejum apresentou redução com o aumento dos níveis de inclusão. O retorno econômico foi maior para os níveis com inclusão do coproduto na dieta. Assim, a utilização de DDGS na alimentação de vacas em lactação pode ser realizada até o nível de inclusão de 32%.

Palavras-chave: coproduto, consumo, digestibilidade, metabólitos, produção leiteira, purinas.

3. UTILIZATION OF DISTILLER'S DRIED GRAINS WITH SOLUBLES (DDGS) IN THE FEEDING OF LACTATING COWS

Abstract: The objective of this study was to determine the best inclusion level of dried distillers with solubles (DDGS) of corn in the diet of lactating Holstein cows. Five cows with approximately 100 days of lactation were distributed in a 5x5 Latin square, which were fed diets containing levels (0%, 8%, 16%, 24% and 32%) of DDGS inclusion. The diet was composed of 50% concentrate and 50% corn silage, supplied after milking. The parameters evaluated were dry matter and nutrient intake and digestibility, microbial synthesis, milk production and composition, blood parameters and economic viability of the diet. The data were submitted to analysis of variance and polynomial regression considering the inclusion levels of DDGS at the 5% probability level. Reduction in dry matter intake, organic matter, crude protein and non-fibrous carbohydrates and increase in etheral extract intake, neutral detergent fiber and total digestible nutrients were observed. The digestibility of the neutral detergent fiber increased linearly with the inclusion of the co-product in the diet, due to its high digestible characteristic. Milk production was not influenced by DDGS inclusion levels, as well as fat, protein, lactose and solids contents. There was no change in milk urea nitrogen concentrations or in the production of microbial protein per kilogram of total digestible nutrients. Fasting plasma cholesterol levels at four hours after feeding had a linear effect increasing due to the fat content in the co-product composition. The fasting creatinine content was reduced with increasing inclusion levels. The economic return was higher for the levels with inclusion of the co-product in the diet. Thus, the use of DDGS in the feeding of lactating cows can be performed up to the inclusion level of 32%.

Keywords: co-product, intake, digestibility, metabolites, milk production, purines.

3.1 Introdução

Em 2014, o Brasil apresentou produção de leite de 35,17 bilhões de litros, aumentando em 2,7% no total comparado ao ano anterior. Desta forma, o país ocupa a quinta posição no ranking mundial, sendo que União Europeia, Índia, Estados Unidos e China dividem as colocações anteriores. Neste mesmo ano, a região Sul possuiu maior volume de produção, totalizando 34,7% do total produzido. O Estado do Paraná é o terceiro maior produtor, ficando atrás apenas dos Estados de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul (IBGE, 2014).

A produtividade leiteira média do país neste mesmo ano foi de 1.525 litros/vaca/ano, aumentando 143 litros em comparação ao ano de 2011, em que foram registrados 1.382 litros/vaca/ano (IBGE, 2014).

Com grande potencial para o crescimento e tecnificação da atividade, parte do desenvolvimento é limitado pelos altos custos de produção. A alimentação é um dos fatores mais onerosos na produção leiteira. Desta forma, a utilização de coprodutos objetiva manter a eficiência produtiva e gerar maior retorno econômico (BRAUNGARDT et al., 2010).

O *distiller's dried grains with solubles* (DDGS) ou grãos secos de destilaria com solúveis é o resíduo da extração de etanol a partir de grãos ricos em amido como o milho, a cevada e o trigo. Por possuir baixo custo, alta sustentabilidade e baixa concorrência com a alimentação humana, o milho possui destaque nesta forma de produção (LIU, 2011).

Este coproduto possui altos teores de proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), variando entre 26% a 32% e 9,1% a 14,1%, respectivamente, na matéria seca, fazendo com que este ingrediente possa ser utilizado como um alimento proteico alternativo na alimentação de ruminantes. Pode ser incluso na dieta, reduzindo a quantidade de milho e farelo de soja na sua composição, sendo que níveis de até 32% na MS apresentaram aumento na produção leiteira (MACAYA-QUIRÓZ; ROJAS-BOURRILLON, 2009). Além de redução de custos na atividade leiteira, contribui para a sustentabilidade da produção animal e incentiva a produção de biocombustíveis de forma mais limpa e renovável em comparação ao petróleo (ALDAI et al., 2012).

Diversos estudos são realizados com a inclusão deste co-produto na dieta de vacas lactantes, porém apresentam controvérsias entre os resultados. Desta forma, objetivou-se determinar o melhor nível de inclusão de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho na dieta de vacas da raça Holandês, em lactação.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Leite da Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, no Laboratório de Nutrição Animal e Laboratório de Análise de Sangue, pertencentes à Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *Campus* Marechal Cândido Rondon - PR. O período experimental compreendido foi de 10 de agosto de 2015 a 29 de novembro de 2015, após o protocolo de experimentação animal ser aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UNIOESTE sob certificado número 29/16.

O DDGS de milho utilizado apresentou-se na forma seca e farelada, obtido através de doação pela empresa INPASA – Industria Paraguaya de Alcoholes S.A., situada no distrito de Canindeyú, Nueva Esperanza, Paraguay. O transporte e repasse foi realizado pela Sperfico Agroindustrial, Unidade Marechal Cândido Rondon, situada no Oeste do Paraná, Brasil.

Foram utilizadas cinco vacas da raça Holandês, primíparas, após o pico de produção (± 100 dias de lactação), com peso corporal médio de 709 ± 62 kg e produção inicial média de 36 ± 11 kg/dia de leite. Os animais foram distribuídos em um delineamento experimental em quadrado latino 5×5 , com cinco tratamentos e cinco períodos experimentais de 21 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação a dieta e 7 dias para a coleta de dados, totalizando 105 dias. Os tratamentos testados foram níveis de inclusão de DDGS de 0%, 8%, 16%, 24% e 32% na matéria seca na dieta.

Para a formulação das dietas experimentais, procedeu-se a análise bromatológica dos alimentos (Tabela 1) quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) pela metodologia da AOAC (1990), e extrato etéreo (EE) pela metodologia apresentada no manual de utilização do equipamento ANKOM XT10 - Extractor® (ANKOM® Technology, 2012). Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), a metodologia utilizada foi apresentada no manual de utilização do equipamento ANKOM200 fiber analyzer (ANKOM® Technology Corp., Fairport, NY). Para a análise de FDN, em alimentos que contém amido, foi utilizado a ureia e α -amilase durante o processamento, conforme a recomendação do equipamento. A matéria orgânica (MO) foi calculada pela diferença entre o teor de MM e o total de MS. Os teores de carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo as equações propostas por Sniffen et al. (1992):

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$$

$$CNF = CT - FDN$$

Os valores de nutrientes digestíveis totais de cada ingrediente foi calculado pela equação descrita por Patterson et al. (2000):

$$\text{NDT} = [88,9 - (0,779 \times \text{FDA}\%)].$$

A digestibilidade *in vitro* da (MS) foi realizada pela técnica descrita por Tilley & Terry (1963), adaptada por Holden (1999). Amostras de 0,25 g de cada alimento moído foram pesadas em triplicata em filtro F57 da ANKOM®, selados a quente e, em seguida, incubados em jarros contendo líquido ruminal e solução tampão.

As coletas de líquido ruminal foram realizadas em três bois da raça Jersey, castrados, munidos de cânulas ruminais, considerando-os como repetições. Os animais foram mantidos em um piquete de grama da variedade Tifton (*Cynodon sp.*) recebendo alimentação no cocho de silagem de milho e concentrado composto por milho moído, farelo de soja, DDGS e mistura mineral. O líquido ruminal coletado foi mantido em garrafa térmica até o momento de seu uso, utilizando CO₂ para manter o ambiente anaeróbico. Após, o líquido foi filtrado em tecido de algodão e cerca de 400 mL foram colocados em cada jarro do fermentador DAISY da ANKOM®.

As soluções de incubação (A e B) foram preparadas em recipientes pré-aquecidos a 39°C e misturadas, adicionando-se cerca de 266 mL de solução B para 1330 mL de solução A, sendo que esta relação foi de 1:5, obtendo pH final de 6,8. Após, cerca de 1600 mL da mistura combinada de A/B foi adicionada aos 400 mL de líquido ruminal para cada jarro do fermentador ruminal. Em seguida, os filtros contendo as amostras foram acondicionados nos jarros e incubados por 48 horas a uma temperatura de 39°C.

O segundo estágio de incubação foi realizado com a adição de cerca de 40 mL de HCl a 6 N e 8 g de pepsina em cada jarro, mantendo-se a 39°C por mais 24 horas. A pepsina foi previamente dissolvida em 34 mL de água destilada a 35°C durante 5 minutos em agitador, mantendo-se o pH da solução entre 2,0 a 3,5. Ao término deste período, os jarros foram drenados e os filtros F57 foram lavados com água destilada e secos em estufa a 105°C por 12 horas. Após, os filtros foram pesados para a determinação da matéria seca (MS) residual, e a digestibilidade *in vitro* da MS (*DIVMS*) foi calculada pela diferença do alimento antes e após a incubação, por meio da fórmula:

$$\text{DIVMS} = \frac{(\text{MS do alimento inicial} - \text{MS do alimento residual})}{\text{MS do alimento inicial}} * 100$$

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (*DIVMO*) foi determinada por meio da queima em mufla do resíduo do material incubado.

Para a análise de micotoxina, foram pesadas amostras de 50 g e realizada a extração de aflatoxina através da adição de 5 g de Cloreto de Sódio (NaCl) e 100 mL de Metanol (Álcool Metílico) 80%. Após, esta mistura foi batida em mixer e filtrada em filtro de papel qualitativo. Do filtrado, utilizou-se 2mL do extrato diluído, passado pela coluna Aflatest, e após, lavada com 4 mL de água destilada e deionizada. Após, 1mL da solução Metanol padrão HPLC e 1 mL de revelador Aflatest foram preparados e passados pela coluna Aflatest. A leitura foi realizada no fluorímetro (VICAM®) previamente calibrado para leitura de aflatoxina.

Tabela 1. Composição química, digestibilidade *in vitro* da matéria seca dos ingredientes das dietas experimentais e quantificação de micotoxina nos alimentos

Composição	Composição e digestibilidade <i>in vitro</i> (g/kg de MS)			
	DDGS	Farelo de soja	Milho moído	Silagem de milho
MS ¹	888,49	876,41	878,40	410,16
MO ²	953,57	932,62	987,02	959,92
EE ³	98,03	16,22	42,14	28,89
PB ⁴	263,11	465,01	85,43	89,52
FDN ⁵	368,18	175,15	105,04	466,40
FDA ⁶	105,25	101,94	30,57	298,77
CT ⁷	592,61	454,38	859,55	839,75
CNF ⁸	207,34	191,54	791,44	377,20
NDT estimado ⁹	807,01	809,59	865,19	656,26
<i>DIVMS</i>	784,08	919,04	911,86	752,32
<i>DIVMO</i>	801,48	933,41	943,52	754,66
Aflatoxina (µg/kg)	13,00	5,20	5,00	37,00

¹MS: Matéria Seca; ²MO: Matéria Orgânica; ³EE: Extrato Etéreo; ⁴PB: Proteína Bruta; ⁵FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ⁶FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ⁷CT:Carboidratos Totais; ⁸CNF:Carboidratos Não Fibrosos; ⁹NDT estimado:Nutrientes Digestíveis Totais.

A produção de gás *in vitro* foi obtida utilizando a metodologia de Theodorou et al. (1994) modificada por Mauricio et al. (1999). Deste modo, 500 mg de amostra de cada alimento foi introduzida em frascos de vidro de 295 mL, os quais receberam 100 mL de solução tampão (pH 6,8 a 39°C). Posteriormente, foi realizada a coleta de líquido ruminal de dois bovinos fistulados no rúmen, sob aspersão de CO₂. Uma alíquota de 25 mL de líquido ruminal foi utilizada como inóculo e adicionada em cada frasco de vidro destinado à produção de gás, aspergidos com CO₂ e vedados com módulos de digestão.

O aumento da pressão produzida dentro dos frascos durante a incubação foi mensurado em libras por polegada quadrada (psi) utilizando sistema automático RF: Gás

Production System® (ANKOM). A pressão do gás dentro dos frascos foi registrada por sensores de pressão localizados nas tampas dos frascos ou módulos, os quais transferiram as informações de cada frasco por meio de uma base coordenadora conectada a um computador, equipado com aplicativo GasPressure Monitor, um dispositivo de medição automatizada dos gases metabólicos por sinal de radiofrequências em fio (wireless), e mantidos em banho-maria a $39 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 48 horas, com mensurações a cada 10 minutos.

O resíduo do frasco foi filtrado em cadinhos filtrantes de peso conhecido e levados à estufa a 105°C para determinação da MS remanescente. O volume de gás acumulado foi corrigido pela MS fermentada. Para estimativa dos parâmetros de cinética de fermentação ruminal foi utilizado o modelo logístico bicompartimental, ajustado às curvas de produção cumulativa de gases proposto por Schofield et al. (1994):

$$V = (A/(1 + \exp(2 - 4 * B * (C - T))) + (D/(1 + \exp(2 - 4 * E * (C - T))))$$

Onde, V: volume acumulado no tempo de 48 horas; A (mL): volume de gás oriundo da fração de rápida digestão (CNF); B (/h): taxa de degradação da fração de rápida digestão (CNF); C: latência ou tempo de colonização em horas; T (h): tempo de incubação; D (mL): volume de gás da fração de lenta degradação (B2); E (/h): taxa de degradação da fração B2.

Tabela 2. Produção cumulativa de gás *in vitro* (mL/100 mg MS fermentada) dos alimentos

Parâmetros Cinéticos	DDGS	Farelo de soja	Milho moído	Silagem de milho
A (mL) ¹	8,1453	4,7034	12,5246	9,8533
B (/h) ²	0,0977	0,1884	0,1288	0,1842
C (h)	0,8141	1,8264	6,2492	4,9587
D (mL)	11,2650	8,8912	10,2490	9,2513
E (/h)	0,0265	0,0365	0,0474	0,0235
A + D (mL)	19,4103	13,5946	22,7736	9,8768
R ²	0,999	0,998	0,999	0,997

As dietas foram formuladas para atender as exigências dos animais de acordo com o NRC (2001), sendo compostas por uma proporção 50:50, sendo que o volumoso utilizado foi a silagem de milho e o concentrado contendo milho moído, farelo de soja, DDGS, suplemento mineral, calcário calcítico e fosfato bicálcico, conforme os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Composição percentual e químico-bromatológica das dietas experimentais em g/kg de matéria seca

Ingredientes	Nível de inclusão				
	0%	8%	16%	24%	32%
Silagem de milho	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Milho moído	349,50	306,10	263,16	220,00	174,59
Farelo de soja	133,65	99,76	65,95	32,00	-
DDGS ¹	-	77,71	155,79	234,20	312,91
Mistura mineral ²	8,55	8,57	8,60	8,61	8,63
Fosfato bicálcico	5,40	4,10	2,73	1,42	0,08
Calcário calcítico ³	2,90	3,76	3,77	3,78	3,79
Composição bromatológica (g/kg)					
MS ⁴	639,85	646,60	638,03	644,05	649,15
MO ⁵	950,76	951,26	952,23	953,26	952,70
EE ⁶	16,22	18,79	19,94	26,10	49,17
PB ⁷	141,91	138,50	141,42	142,41	141,89
FDN ⁸	239,51	255,33	294,26	308,62	320,81
FDA ⁹	188,50	187,74	200,78	202,93	203,72
CT ¹⁰	861,58	871,44	862,52	877,15	890,11
CNF ¹¹	517,88	508,19	517,68	515,36	524,25
NDT estimado ¹²	742,16	742,75	732,59	730,18	730,30

¹DDGS:distiller'sdriedgrainswithsolubles; ²Composição química (quantidades/kg do produto): Ca - 215 g, P - 65 g, Co - 45 mg, Mg - 12 g, Mn - 425 mg, Zn - 1.900 mg, Se - 35 mg, I - 65 mg, S - 10 g, F - 650 mg, Fe -1.700 mg, Cu - 800 mg, Na - 75g (produto comercial);³ Composição química (quantidades/kg do produto): MM - 960 g; Ca - 320 a 360 g; Mg - 30g; ⁴MS: Matéria Seca; ⁵MO: Matéria Orgânica; ⁶EE: Extrato Etéreo; ⁷PB: Proteína Bruta; ⁸FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ⁹FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ¹⁰CT: Carboidratos Totais; ¹¹CNF: Carboidratos Não Fibrosos; ¹²NDT: Nutrientes Digestíveis Totais. NDT g/kg = 88,9 - (0,779 x FDA)

Durante o experimento, os animais foram alojados em estábulo coberto com baias individuais, providas de cocho e bebedouro. No início e final de cada período experimental, foi realizada a estimativa do peso corporal dos animais por meio da fita barimétrica antes da alimentação da manhã e avaliação do escore de condição corporal (ECC), por meio de avaliação visual de classificação de 1 a 5, segundo descrito por Edmonson et al. (1989). O fornecimento da dieta ocorreu duas vezes ao dia (às 06h:30 e 16h:30) nas proporções de 70% e 30%, respectivamente, do total de MS oferecida. A dieta foi oferecida na forma de ração total, misturando o volumoso com o concentrado e tamponante (bicarbonato de sódio) na quantidade de 200g/animal/dia. As sobras dos alimentos ofertados foram pesadas diariamente e ajustadas a fim de proporcionar sobras entre 10% e 20%, para garantir o consumo voluntário. A ingestão da matéria seca e dos nutrientes foram determinadas pela diferença entre o fornecido e as sobras.

Do 15° ao 21° dia do período experimental, além da pesagem da quantidade ofertada de alimento e de sobras, também foram coletadas amostras de silagem, concentrados e sobras,

os quais foram armazenadas em freezer a -20°C . Do 15° ao 20° dia, amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal conforme a seguinte distribuição: 15° dia (8 horas), 16° dia (10 horas), 17° dia (12 horas), 18° dia (14 horas), 19° dia (16 horas), 20° dia (18 horas). Ao término do experimento, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram pré-secas em estufa de ventilação de ar forçada ($55^{\circ}\text{C} - 72\text{ h}$) e moídas em moinho do tipo Willey com peneira de crivo de um milímetro. Realizou-se então um pool composto das amostras de cada alimento, sobras e fezes, resultando em uma única amostra por animal por período. Após, as mesmas foram analisadas quanto aos teores de MS, MM, PB, EE, FDN e FDA, conforme descrito anteriormente. Os teores de MO, CT e CNF também foram estimados conforme descrito acima. Os teores de NDT foram calculados segundo as equações propostas por Sniffenet al. (1992):

$$\text{NDT} = \text{PBd} + (\text{EEd} * 2,25) + \text{CTd}$$

Em que: PBd = proteína bruta digestível; EEd= extrato etéreo digestível; CTd = carboidratos totais digestíveis.

Para estimar a excreção fecal diária, o indicador interno utilizado foi a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), estimada nas amostras do fornecido, sobras e composições fecais, pelo procedimento de digestibilidade *in situ* descrita por Cochran et al. (1986). A FDAi foi obtida após 264 horas de incubação, em filtros F57 da ANKOM®, seguida pela análise de fibra em detergente ácido (CASALI et al., 2008).

As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia, às 6h:00 e 16h:00. A produção diária das vacas foiregistrada no período de coleta de dados, utilizando medidores acoplados ao equipamento de ordenha. A produção de leite, corrigida para 3,5% de gordura, foi calculada pela equação descrita por Sklanet al. (1992):

$$\text{PLG} = (0,432 + 0,1625 \times G) \times \text{kg de leite}$$

Em que G = % de gordura do leite.

A eficiência de produção de leite (EPL) foi calculada dividindo-se a produção média de leite de cada vaca pela sua ingestão média de MS em cada período experimental.

Amostras de leite foram coletadas no 15° e 16° dia de cada período experimental, sendo estas compostas pela ordenha da manhã e da tarde, proporcionalmente. Para as análises químicas do leite, as amostras foram acondicionadas em frascos de plástico estéreis contendo Bronopol® (2-bromo-2-nitropopano-1,3-diol) para a análise de contagem de células

somáticas, gordura, proteína, lactose, sólidos totais e nitrogênio ureico do leite (NUL) e o bacteriostático Azidiol® para a análise de contagem bacteriana total, sendo encaminhadas para o Laboratório do Programa de Análises do Rebanho Leiteiro do Paraná (PARLPR), pertencente à Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandês (APCBRH) em caixa isotérmica com gelo, mantendo a temperatura abaixo de 7°C. A análise de CBT foi realizada pelo equipamento de citometria de fluxo Bactocount 150® IBC® expressa em unidades formadoras de colônia por mililitros de leite (UFC/mL). Já as análises de CCS foram realizadas em equipamento de citometria de fluxo Somacount 500® em mil células/mL (BENTLEY INSTRUMENTS, 1995 a;b).

Amostras de leite destinadas à análise de alantoína foram desproteinizadas em papel-filtro utilizando 5mL de ácido tricloroacético a 25% para cada 10 mL de leite. Posteriormente, o filtrado foi utilizado para determinação de alantoína pelo mesmo método utilizado na determinação de alantoína na urina (CHEN & GOMES, 1992).

Para avaliação de síntese microbiana, no 17º dia do período experimental foi realizada coleta de urina spot, quatro horas após a alimentação da manhã. Imediatamente após a coleta, a urina foi filtrada em gaze e aferido o pH com peagâmetro digital. Uma alíquota de 10 mL de urina filtrada foi acidificada com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de ácido úrico e alantoína. Outra alíquota de 50 mL de urina filtrada foi refrigerada para a determinação de creatinina (CHEN & GOMES, 1992). A excreção diária de creatinina considerada para estimar o volume urinário por intermédio das amostras de urina spot foi de 24,05 mg/kg PC (CHIZZOTTI et al., 2007).

A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína excretada na urina e no leite e do ácido úrico excretado na urina. As purinas microbianas absorvidas (PA) (mmol/dia) foram estimadas pela equação proposta por Verbic et al. (1990):

$$PA \text{ (mmol/dia)} = PT - (0,385 * PV^{0,75}) / 0,85$$

Onde: 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina; e 0,385 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol).

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da equação de Chen & Gomes (1992):

$$NM(\text{g/dia}) = (70 * PA) / (0,83 * 0,116 * 1000)$$

Onde: 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116 é a relação N-purina:N total de bactérias.

Para a avaliação dos parâmetros sanguíneos, no 21º dia do período experimental foi realizada a coleta de sangue em jejum e quatro horas após a alimentação através da punção da veia coccígea com o auxílio de uma agulha descartável 18G, algodão, álcool 70% e tubos de ensaio de 5mL, contendo EDTA. Após a coleta, o sangue foi refrigerado e encaminhado ao Laboratório de Parâmetros Sanguíneos pertencentes a UNIOESTE, onde passou por centrifugação a 3500 rpm por 15 minutos, obtendo desta forma o plasma. A amostra foi acondicionada em frascos tipo eppendorf devidamente identificados e congelados, para posterior análise de colesterol, triglicérides, ureia e creatinina realizadas com o uso de “kits” comerciais e utilizando espectrofotômetro e calibração automática com leitura de alta performance (Elitech EL 200).

Para a realização da análise de viabilidade econômica quanto à utilização do DDGS, foram considerados os valores pagos por litro de leite ao produtor (R\$1,02/litro) e os preços dos ingredientes que compuseram as rações praticados no Paraná, referentes ao mês de novembro de 2015: silagem de milho R\$ 0,30/kg de MS; DDGS R\$ 0,85/kg de MS; farelo de soja R\$ 1,73/kg de MS; milho moído R\$0,55/kg de MS; suplemento mineral R\$ 2,90/kg de MS; fosfato bicálcico R\$ 2,33/kg de MS e tamponante R\$ 2,66/kg de MS. Esta abordagem econômica levou em consideração somente os custos referentes à alimentação, não abrangendo os demais custos de produção por não possuir finalidade para esta pesquisa.

O custo médio por quilo de ração (CMR) foi calculado através da composição centesimal de cada ingrediente na dieta e o seu custo. O custo médio com alimentação (CMA) foi obtido pela multiplicação do CMR em kg pelo consumo médio da dieta total dos animais de cada tratamento. Do mesmo modo, de posse do valor pago pelo litro de leite e da produção leiteira média, foi calculada a receita bruta (RB) obtida em cada um dos tratamentos. A margem bruta (MB) foi calculada pela diferença entre a RB e o CMA. O ponto de equilíbrio (PE) foi calculado pelo quociente do CMA pelo valor recebido pelo litro de leite, sendo que o mesmo mostra o volume exato de produção em que há retorno zero, ou seja, quando a RB é igual aos CMA.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial considerando os níveis de inclusão de DDGS (0%; 8%; 16%; 24% ou 32%) ao nível de 5% de probabilidade, testando-se os modelos linear e quadrático. Nos casos em que ambos os modelos foram significativos, adotou-se a equação quadrática quando o seu coeficiente de

determinação foi dez pontos percentuais superior ao coeficiente de determinação da equação linear.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + C_j + T_k + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = Observação relativa à i -ésimo animal, ao j -ésimo período e ao k -ésimo tratamento.

μ = Média geral;

A_i = Efeito correspondente ao i -ésimo animal; $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

P_j = Efeito correspondente ao j -ésimo período; $j = 1, 2, 3$ e 4 ;

T_k = Efeito correspondente ao k -ésimo tratamento; $k = 0, 33, 66, \text{ e } 100$;

E_{ijk} = Erro aleatório associado a i -ésimo animal, j -ésimo período e k -ésimo tratamento.

3.3 Resultados e Discussão

Os dados de peso corporal, ingestão de matéria seca (MS) e dos nutrientes estão descritos na Tabela 4.

O peso corporal apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$) com o aumento do nível de inclusão de DDGS. Isso se deve pela menor ingestão de MS dos animais submetidos aos tratamentos pelo enchimento físico causado pela fibra em detergente neutro (FDN) com o aumento no nível de inclusão do coproduto na dieta. Porém, o escore de condição corporal (ECC) não foi alterado. Isso comprova que não houve mobilização de reservas corporais para a manutenção e produção de leite.

Janiceket al. (2008) e Zanton, Heinrich e Jones (2013) não observaram efeito significativo no ganho de peso de vacas lactantes submetidas a níveis de inclusão de até 20% e 30% de inclusão de DDGS na dieta, respectivamente. Da mesma forma, Paz & Kononoff (2014) utilizando 15 e 30% de DDGS com baixo teor de gordura relatam não possuir efeito significativo no peso corporal. Níveis de 20% de inclusão na MS do coproduto não apresentaram efeito no peso corporal em estudos realizados por Kleinschmitet al. (2006) e Mjoun et al. (2010).

Para Benchaaret al. (2013) os animais submetidos ao tratamento com inclusão de 30% de DDGS na dieta obtiveram um ganho de 0,95 kg/dia, valor bastante superior comparado ao controle (0,29 kg/dia). Ramirez et al. (2016) testando o DDGS com alto e baixo teor de gordura e ambos misturados, em níveis de até 30% de inclusão, observaram que tratamentos com grãos de destilaria apresentaram ganho de peso superior ao tratamento controle, sendo que para a ingestão de MS o resultado foi similar.

Sasikala-Appukuttan et al (2008) acrescentaram níveis de até 18,5% de DDGS e 10% de grãos condensados com solúveis na dieta de 15 vacas holandes e observaram maior ganho de peso em dietas contendo os coprodutos de destilaria comparado ao grupo controle, sendo que para a dieta com a mistura de ambos o resultado foi superior.

Com relação ao ECC, Janiceket al. (2008) relataram não ocorrer alteração significativa em vacas holandes em lactação, com a inclusão de até 30% de DDGS na dieta. Castillo-Lopez et al. (2014) e Foth et al. (2015) relataram não ocorrer alteração na condição corporal de vacas da raça holandês submetidas a tratamentos com níveis de inclusão de DDGS com reduzido teor de gordura, para 30% e 28,8%, respectivamente.

Tabela 4. Ingestão diária de matéria seca e dos nutrientes por vacas da raça Holandês em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de DDGS de milho na dieta

Variáveis	Nível de inclusão					P valor		R ²	EPM ¹
	0%	8%	16%	24%	32%	L	Q		
PC (kg) ²	675,20	678,60	667,00	657,80	659,80	0,048	0,989	0,79	7,40
ECC ³	2,65	2,65	2,70	2,60	2,65	0,789	0,821	-	0,05
IMS (kg/dia) ⁴	21,87	21,61	21,03	21,02	20,04	0,033	0,681	0,93	0,55
IMS (%PC) ⁵	3,23	3,18	3,16	3,20	3,02	0,172	0,560	-	0,08
IMS (g/kg PC ^{0,75}) ⁶	164,78	162,51	160,51	162,02	153,49	0,114	0,585	-	4,28
IMO (kg/dia) ⁷	20,81	20,57	20,10	20,07	19,17	0,042	0,660	0,93	0,52
IEE (kg/dia) ⁸	0,54	0,74	0,75	0,99	1,09	0,000	0,693	0,95	0,03
IPB (kg/dia) ⁹	3,16	3,15	3,08	3,07	2,94	0,023	0,437	0,94	0,06
IFDN (kg/dia) ¹⁰	6,95	7,04	7,59	8,05	7,90	0,005	0,591	0,88	0,26
IFDN (%PC) ¹¹	1,03	1,03	1,13	1,23	1,19	0,002	0,555	0,85	0,04
IFDA (kg/dia) ¹²	4,18	4,00	4,20	4,23	4,13	0,779	0,989	-	0,15
ICT (kg/dia) ¹³	18,92	18,90	18,42	18,66	18,13	0,249	0,869	-	0,47
ICNF (kg/dia) ¹⁴	12,31	11,99	11,00	10,48	9,92	0,000	0,986	0,98	0,27
INDT (kg/dia) ¹⁵	14,54	15,85	15,75	16,28	15,93	0,026	0,097	0,88	0,39

¹EP: Erro Padrão da Média; ²PC: Peso Corporal; ³ECC: Escore de Condição Corporal; ^{4,5,6}IMS: Ingestão de Matéria Seca; ⁷IMO: Ingestão de Matéria Orgânica; ⁸IEE: Ingestão de Extrato Etéreo; ⁹IPB: Ingestão de Proteína Bruta; ^{10,11}IFDN: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ¹²IFDA: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ¹³ICT: Ingestão de Carboidratos Totais; ¹⁴ICNF: Ingestão de Carboidratos Não Fibrosos; ¹⁵INDT: Ingestão de Nutrientes Digestíveis Totais; ² $\hat{Y}=682,96$; ⁴ $\hat{Y}= 21,9503 - 0,0469x$; ⁵ $\hat{Y}= 3,1844$; ⁶ $\hat{Y}= 163,0958$; ⁷ $\hat{Y}= 20,8373 + 0,0024x$; ⁸ $\hat{Y}= 0,4506 + 0,1114x$; ⁹ $\hat{Y}= 3,1450 + 0,0289x$; ¹⁰ $\hat{Y}= 6,3573 + 0,5297x$; ¹¹ $\hat{Y}= 0,9253 + 0,0914x$; ¹² $\hat{Y}= 4,1045$; ¹³ $\hat{Y}=19,0093$; ¹⁴ $\hat{Y}= 13,0204 - 0,6208x$; ¹⁵ $\hat{Y}= 13,3732 + 1,4706x$

Houve efeito linear decrescente ($P < 0,05$) na ingestão de MS em kg/dia, sendo que os animais alimentados com a dieta contendo 32% de inclusão de DDGS ingeriram 1,83 kg/dia de MS a menos que o tratamento controle. Porém, para a ingestão de MS em porcentagem do peso corporal (%PC) e em gramas por peso metabólico (g/kg PC^{0,75}) não houve diferença significativa ($P > 0,05$). Isso se deve ao coproduto possuir alto valor de FDN, ocasionando a regulação do consumo por enchimento físico. Mertens (1992) relata que o enchimento físico ocorre quando a ingestão de FDN atinge os 1,2% do PV. Desta forma, quanto maior o nível de inclusão do coproduto, maior a ingestão dessa fração. Outro fator que poderia proporcionar alteração no consumo de alimentos é o teor de aflatoxina, por possuir características organolépticas e reprimindo o consumo. Desse modo, realizou-se a análise para determinação de presença e quantidade de micotoxina nos ingredientes, e observa-se que os teores de aflatoxinas em alimentos utilizados no experimento se enquadram aos teores estipulados pela portaria número 07 do Ministério da Agricultura, sendo que todos os valores encontrados estão abaixo de 50 µg/kg (Tabela 1).

Os resultados com relação à ingestão da MS apresentam-se bastante variáveis entre os estudos. Schingoethe et al. (2006) relatam que, em níveis acima de 30% de inclusão do coproduto, ocorre a redução na ingestão de MS. Benchaaret et al. (2013) e Jenicek et al. (2008) relataram que houve aumento linear na IMS em níveis de 30% de inclusão de DDGS em vacas lactantes. Kleinschmit et al. (2006) e Kurokawa et al. (2012) relataram não haver diferença na ingestão em níveis de até 20% na MS e Birkelo, Brouk e Schingoethe (2004) obtiveram um declínio de 11% na ingestão quando acrescentado grãos de destilaria úmidos na dieta em até 30% da MS.

As diferenças entre os resultados se devem pelas condições experimentais, composição do coproduto, forma do coproduto (seco ou úmido), alimentos que compõem a dieta e tamanho de partículas (BENCHAAR et al., 2013).

A ingestão de MO e de CNF apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$) em kg/dia. Esse valor está relacionado à ingestão de MS; desta forma, ambas apresentaram efeitos decrescentes com o aumento da inclusão do DDGS na dieta.

Benchaaret et al. (2013) observaram efeito linear crescente na ingestão de MO quando utilizado 30% de inclusão do DDGS na dieta, sendo que a ingestão de MS teve comportamento similar. O mesmo comportamento ingestivo foi observado no estudo realizado por Ramirez et al. (2016), testando DDGS com alto e reduzido teor de gordura e mistura de ambos.

A ingestão de EE apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) com o aumento do nível de inclusão do DDGS. Isso se deve pelo acréscimo de EE na dieta com 32% de inclusão, já que este coproduto contém níveis elevados desta fração em sua composição.

Da mesma forma, Benchaaret et al. (2013), Kleinschmit et al. (2006) e Massé et al. (2014) observaram aumento na ingestão de EE em dietas com níveis de até 30% de inclusão de DDGS.

A ingestão de PB em kg/dia apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$) quando aumentados os níveis de inclusão. Devido às dietas serem balanceadas para serem isoproteicas e ocorrer a redução na IMS, a quantidade de proteína ingerida foi menor, mesmo com quantidades superiores de PB nas dietas com maiores inclusões do DDGS.

O aumento na ingestão de proteína ocorreu nos estudos realizados por Benchaaret et al. (2013), Jenicek et al. (2008) e Kleinschmit et al. (2006), aliado ao aumento na IMS. O mesmo foi observado por Ramirez et al. (2016) comparando o DDGS com alto e baixo teor de gordura e a mistura de ambos, sendo que o maior teor de ingestão deste elemento foi para o coproduto com reduzido teor de gordura.

A ingestão de FDN apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) em kg/dia e em % de peso corporal com o aumento dos níveis de inclusão do coproduto. Isso se deve pelo DDGS possuir um alto valor de FDN em sua composição. A ingestão de um alimento rico em FDN promove a regulação física do consumo de MS (MERTENS, 1992). Desta forma, explica-se a menor IMS ocorrido neste estudo.

Para Ramirez et al. (2016), a ingestão de FDN foi superior nos tratamentos contendo os grãos de destilaria comparados ao controle, sendo que o DDGS com baixo teor de gordura apresentou maiores teores deste em comparação com o fornecimento do coproduto com alto teor de gordura e a mistura de ambas.

A ingestão de FDA e CT em kg/dia não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$). Isso se deve à redução na ingestão de MS, apesar das dietas com maiores níveis de inclusão do DDGS apresentarem teores destas frações elevados. Para Benchaaret al. (2013), a ingestão do FDA apresentou efeito linear crescente para os níveis de inclusão de até 30% na MS de vacas em lactação, acompanhado pelo aumento na ingestão de MS.

A ingestão de NDT em kg/dia apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) para os níveis de inclusão de DDGS na dieta. Isso se deve pelo maior teor deste nas dietas com o aumento do coproduto na dieta.

Observa-se efeito quadrático ($P < 0,05$) na digestibilidade da MS (Tabela 5), com o ponto de máximo para o nível de 3,79% de inclusão de DDGS. Este coproduto é uma fonte de proteína não degradável no rúmen, apresentando alta digestibilidade intestinal (SCHINGOETHE et al., 2006). Benchaaret al. (2013) explica que o aumento da quantidade de gordura na dieta com maiores níveis de inclusão do coproduto promove um declínio da digestibilidade da MS, MO e FDN. Também relata que dietas baseadas em grãos de destilaria de milho reduzem a atividade de mastigação, podendo aumentar a taxa de passagem ruminal.

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para a digestibilidade da matéria orgânica, extrato etéreo e fibra em detergente ácido. Para Benchaaret al. (2013) as digestibilidades da MS e da MO reduziram linearmente com a maior inclusão do coproduto na dieta, enquanto que a DFDA não foi alterada. Ramirez et al. (2016) utilizaram 20 vacas holandês em lactação e testaram o DDGS com alto e reduzido teor de gorduras e observaram um aumento nas digestibilidades da MO e da PB com a utilização dos coprodutos no nível de inclusão de 30% na MS.

Tabela 5. Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (g/kg de MS) de vacas da raça Holandês alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de *Dried Distillers Grains with Solubles* (DDGS)

Variáveis	Nível de substituição					P valor		R ²	EPM ¹
	0%	8%	16%	24%	32%	L	Q		
DMS ²	554,99	606,74	619,49	619,76	617,16	0,000	0,000	0,95	6,06
DMO ³	585,53	587,84	618,93	619,12	632,60	0,174	0,935	-	27,46
DEE ⁴	583,64	617,31	628,51	629,17	638,59	0,100	0,479	-	21,59
DPB ⁵	583,74	632,08	638,25	641,70	660,60	0,012	0,366	0,89	17,51
DFDN ⁶	463,10	485,18	527,96	581,45	571,56	0,000	0,503	0,92	20,59
DFDA ⁷	485,02	494,94	523,22	567,73	512,69	0,162	0,286	-	27,19
DCT ⁸	638,67	689,42	702,05	705,73	707,62	0,000	0,000	0,75	5,86
DCNF ⁹	748,95	809,62	825,66	818,87	802,23	0,021	0,005	0,96	13,75
NDT calc. ¹⁰	665,94	733,48	749,52	773,89	794,91	0,000	0,000	0,91	4,79

¹EP: Erro Padrão da Média; ²DMS: Digestibilidade da Matéria Seca; ³DMO: Digestibilidade da Matéria Orgânica; ⁴DEE: Digestibilidade do Extrato Etéreo; ⁵DPB: Digestibilidade da Proteína Bruta; ⁶DFDN: Digestibilidade da Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ⁷DFDA: Digestibilidade da Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ⁸DCT: Digestibilidade dos Carboidratos Totais; ⁹DCNF: Digestibilidade dos Carboidratos Não Fibrosos; ¹⁰NDT calc.: Nutrientes Digestíveis Totais calculado: $NDT = PBd + (EEd * 2,25) + CTd$; ² $\hat{Y} = 501,8303 + 65,6735x - 8,6562x^2$; ³ $\hat{Y} = 566,9151$; ⁴ $\hat{Y} = 553,3999$; ⁵ $\hat{Y} = 551,4742 + 42,7329x$; ⁶ $\hat{Y} = 405,2855 + 54,1292x$; ⁸ $\hat{Y} = 589,1023 + 61,1415x - 7,6201x^2$; ⁹ $\hat{Y} = 677,5988 + 87,6319x - 12,6749x^2$; ¹⁰ $\hat{Y} = 654,0488 + 29,8348x$.

Observa-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) para a digestibilidade da proteína bruta e da fibra em detergente neutro em g/kg na MS. Isso se deve ao coproduto possuir elevada degradabilidade destes componentes e maior tempo de permanência do alimento no rúmen, devido aos altos teores de FDN que compuseram a dieta.

A digestibilidade dos carboidratos totais apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) em g/kg na MS. Já os carboidratos não fibrosos apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$), sendo que seu ponto de máximo é estimado em 3,45% de inclusão de DDGS na MS.

Castillo-Lopez et al. (2014) utilizaram o DDGS com reduzido teor de gordura e observaram em seu estudo que vacas alimentadas com níveis de até 30% de inclusão do coproduto apresentaram efeito linear crescente para a digestibilidade da MO, CNF e FDN. Fothet al (2015) empregaram o mesmo tipo de coproduto que o estudo anterior, testando em 8 vacas Holandês e 8 Jersey o nível de 0% e 28,8% de DDGS. A DMS e DMO foram reduzidas com a inclusão do coproduto e para a DPB e DCNF não houve diferença. A DFDN tendeu a ser maior para o DDGS com reduzido teor de gordura e a DEE foi aumentada.

Walter et al. (2014) compararam o DDGS de milho e de trigo em 5 novilhas canuladas com níveis de 20% e 40% de inclusão na MS, e observaram que o coproduto à base de trigo promoveu redução linear das digestibilidades da MS e da MO, diferindo para o coproduto à base de milho, não ocorrendo efeito significativo sobre estas. Isso se deve pela diferença na

composição do alimento, principalmente nos teores de EE, FDN e FDA. Para o EE, a resposta quadrática na digestibilidade do coproduto à base de milho se deve à quantidade deste na composição da dieta. Resposta quadrática também foi apresentada para a digestibilidade do FDA e efeito linear crescente para as digestibilidades do FDN e da PB.

Benchaaret al. (2013) observaram em seu estudo com níveis de inclusão de até 30% de DDGS, na MS, efeito quadrático para a digestibilidade do FDN, observando um aumento em níveis de 20% de inclusão e queda no nível de 30%. Ramirez et al. (2016) utilizaram DDGS com alto e baixo teor de gordura, e observaram em seu experimento a maior digestibilidade do FDN dos tratamentos com coprodutos comparados ao grupo controle.

Birkelo, Broukee Schingoethe (2004) utilizaram os grãos úmidos de destilaria com solúveis (WDGS) em 30% na MS na dieta de vacas em lactação, e observaram efeito linear na digestibilidade aparente da PB, EE, FDN e FDA e nenhum efeito significativo na DMS, sendo que essas alterações se devem principalmente à forma de disponibilidade do coproduto.

Carrasco et al. (2013) testaram níveis de substituição do milho pelo DDGS com níveis de até 30% na MS em bois da raça holandês, canulados. A digestibilidade do FDN tendeu a aumentar com os maiores níveis de substituição, diferente da DMO que apresentou efeito linear decrescente.

O NDT apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) para os níveis de inclusão de DDGS na dieta. O valor de NDT calculado foi superior ao NDT estimado para os níveis de 16%, 24% e 32% de inclusão, devido ao coproduto ser altamente digestível e ocorrer digestão em nível intestinal. Isso pode ser justificado pelo aumento da produção de gás do DDGS em comparação ao farelo de soja.

Na Tabela 2, observa-se a produção cumulativa total de gás (A+D) dos alimentos, onde o milho moído apresentou maior valor, atingindo a produção total de 22,7736 mL de gás para cada 100 mL de MS fermentada. Este alimento é uma fonte de carboidratos não fibrosos degradável no rúmen e, segundo Getachewet al. (2004), há uma alta correlação positiva entre CNF e a produção de gás. Já o DDGS, por possuir altos teores de proteína bruta, apresentou a segunda maior produção cumulativa total de gás (A+D), sendo de 19,4103 mL de gás para cada 100 mL de MS fermentada. O DDGS produz maiores quantidades de propionato, e desta forma a produção de gás pode ser mais baixa. Getachewet al. (2004) relataram que alimentos com elevados teores de PB possuem correlação negativa para a produção de gás. O farelo de soja apresentou a produção cumulativa total de gás (A+D) de 13,5946 mL de gás para cada 100 mL de MS fermentada e a silagem de milho, por sua vez, obteve a produção cumulativa

total de gás (A+D) de 9,8768 mL de gás para cada 100 mL de MS fermentada, a menor dentre os ingredientes adicionados à dieta.

A fração A, correspondente aos carboidratos de rápida degradação, foram maiores para o milho moído, seguida pela silagem de milho e o DDGS, sendo que o farelo de soja apresentou menor valor. Estes valores estão relacionados à quantidade de carboidratos não fibrosos presentes em suas composições (Tabela 1). Já a taxa de degradação dos CNF, representada pela fração B foi maior para o farelo de soja, seguido pela silagem de milho, milho moído e DDGS.

A fração C, que corresponde ao tempo de colonização ou *lag time*, está relacionada à degradação da fração fibrosa dos alimentos. O milho moído apresentou maior *lag time*, seguido pela silagem de milho, farelo de soja e DDGS. A fração D, correspondente ao volume de gás da fração de lenta degradação (B2) foi maior para o DDGS. O milho moído, silagem de milho e farelo de soja encontram-se na sequência. Na fração E, observa-se que o milho moído possui maior taxa de degradação da fração B2, seguida pelo farelo de soja, DDGS e silagem de milho. Estes valores estão relacionados ao teor de FDN dos ingredientes, sendo que quanto menor o teor de FDN, maior a taxa de degradação da fração B2.

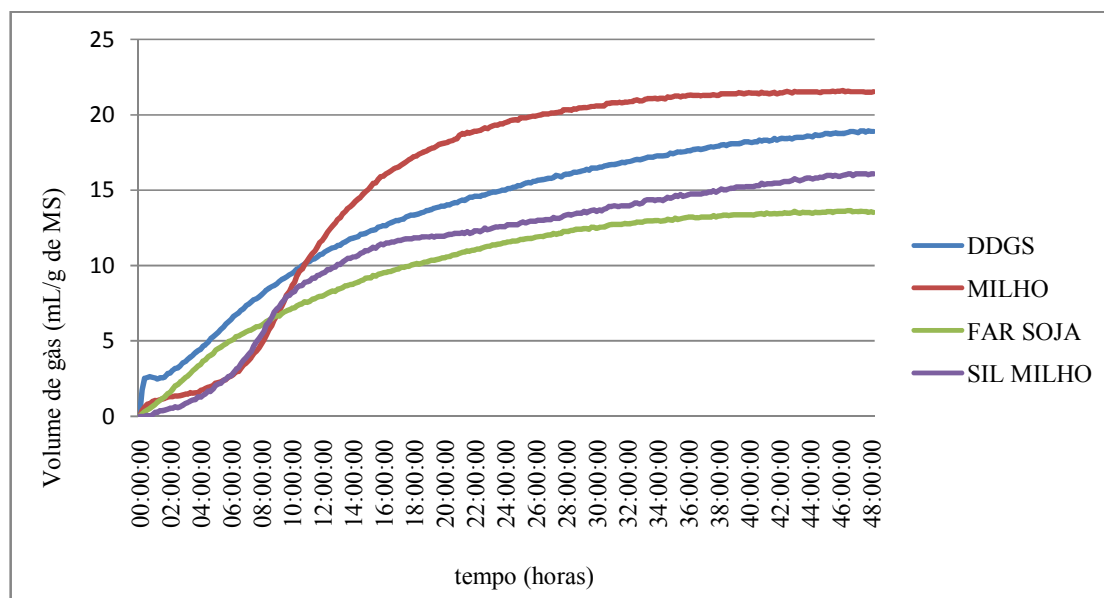


Gráfico 1. Produção de gás *in vitro* e tempo de incubação dos ingredientes utilizados na dieta de vacas da raça holandês em lactação.

A produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e a eficiência de produção de leite não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de inclusão de DDGS na dieta (Tabela 6). O teor de sólidos totais apresentou efeito quadrático para os níveis de inclusão de DDGS na dieta ($P<0,05$).

Benchaaret al. (2013) obtiveram aumento de 4 kg/dia na produção de leite de vacas alimentadas com 30% de inclusão de DDGS na dieta em comparação ao grupo controle, e explica que isso se deve pelo aumento na ingestão de MS. Kurokawaet al. (2012) relatam aumento na produção leiteira com níveis de 20% de inclusão do coproduto sem aumento na ingestão de MS. O aumento na produção de leite e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura ocorreu nos estudos realizados por Janiceket al. (2008) para os mesmos níveis de inclusão. Mjounet al. (2010) utilizaram DDGS com alto e reduzido teor de gordura no nível de 22% e 20% da MS em 36 vacas em lactação, e não observaram diferença na produção de leite. Em contrapartida, Testroedet al. (2016) obtiveram redução da produção de leite em níveis de 25% de inclusão na MS.

Tabela 6. Produção, composição, qualidade e nitrogênio ureico do leite de vacas da raça Holandês Preto e Branco alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de DDGS de milho na dieta

Variáveis	Nível de inclusão					P valor		R ²	EPM ¹
	0%	8%	16%	24%	32%	L	Q		
PL (kg/dia) ²	33,30	32,90	32,90	33,20	31,30	0,250	0,471	-	0,96
PLCG (kg/dia) ³	31,54	28,33	29,38	28,15	27,48	0,086	0,605	-	1,40
EPL ⁴	1,50	1,50	1,57	1,53	1,61	0,226	0,844	-	0,06
Gord (g/kg) ⁵	31,53	26,56	28,41	25,43	27,48	0,068	0,117	-	1,45
Prot (g/kg) ⁶	30,60	30,61	29,99	30,46	30,65	0,938	0,075	-	0,19
Lact (g/kg) ⁷	45,78	45,80	44,85	45,54	45,88	0,951	0,067	-	0,30
ST (g/kg) ⁸	114,94	109,96	110,01	108,36	111,00	0,092	0,050	0,89	0,16
NUL (mg/dL) ¹⁰	11,42	11,91	11,82	12,06	11,76	0,652	0,571	-	0,56

¹EP: Erro Padrão da Média; ²PL: Produção de Leite; ³PLCG: Produção de Leite Corrigida 3,5% de gordura; ⁴EPL: Eficiência de Produção de Leite; ⁵Gord: Gordura; ⁶Prot: Proteína; ⁷Lact: Lactose; ⁸ST: Sólidos Totais; ⁹STD: Sólidos Totais Desengordurados; ¹⁰NUL: Nitrogênio Ureico do Leite; ² $\hat{Y}=33,83$; ³ $\hat{Y}=31,4698$; ⁴ $\hat{Y}=1,4752$; ⁵ $\hat{Y}=1,0372$; ⁶ $\hat{Y}=1,027$; ⁷ $\hat{Y}=1,5362$; ⁸ $\hat{Y}=3,359 + 4,765 x$; ⁹ $\hat{Y}=1,760$; ¹⁰ $\hat{Y}=11,5498$

Macaya-Quirós& Rojas-Bourrilón (2009) relatam aumento de 1,38 kg/dia de leite em níveis de até 32% de inclusão de DDGS na dieta, porém, o nível de 42% proporcionou a redução da produção em 2,05 kg/dia pelo alto valor de FDN presente na dieta.

Kleinschmitet al. (2006) relatam maior eficiência da produção leiteira em vacas alimentadas com o coproduto, e uma tendência em aumentar a eficiência da produção no nível de inclusão de 20% na MS.

Os componentes do leite, como gordura, proteína, lactose, sólidos totais, sólidos totais desengordurados e nitrogênio ureico do leite (NUL) também não sofreram alterações ($P>0,05$) para os níveis de inclusão de DDGS na dieta.

Sasikala-Appukuttanet al. (2008) compararam o DDGS, grãos de destilaria condensados e mistura de ambos em 15 vacas da raça holandês, e não observaram diferença significativa para os teores de gordura, proteína e lactose do leite. Da mesma forma, Mjounet al. (2010) utilizaram DDGS com alto e reduzido teor de gordura em 36 vacas em lactação e não observaram diferença significativa para gordura e lactose.

Para Kleinschmitet al. (2006), o teor de gordura no leite não foi alterado pela inclusão de 20% do coproduto na dieta. Já para Benchaaret al. (2013) e Testroet et al. (2014) ocorreu redução linear do teor deste componente com o aumento do DDGS na dieta devido à biohidrogenação ruminal e aumento dos teores de ácido linoleico conjugado (CLA) presentes no leite.

No presente estudo, pode-se observar a inversão dos teores de gordura e proteína no leite. A explicação para este ocorrido é devido à maior produção de propionato no rúmen, suprimindo o teor de gordura no leite e a presença de CLA no leite, sendo que no tratamento controle (0% de inclusão de DDGS) a proporção encontra-se adequada e conforme o aumento dos níveis de inclusão do DDGS fica evidenciada a inversão. Segundo trabalhos de Janiceket al. (2008), Kurokawa et al. (2012) e Macaya-Quirós & Rojas-Bourrilón (2009), os teores de CLA no leite foram linearmente crescentes para os níveis de inclusão de DDGS.

Kurokawa et al. (2013) relataram que a composição de ácidos graxos do leite foi alterada pela inclusão de DDGS na dieta. As proporções de C10:0, C12:0, C14:0, C16:0, C17:0 e C18:3 reduziram significativamente com o aumento da inclusão do coproduto. Em contrapartida, as proporções de C18:0, C18:1 e C18:2 aumentaram. Também explicam que a redução dos teores de C10:0 e C16:0 ocorreram devido à diminuição na quantidade de ácido acético ruminal pela inclusão do DDGS.

O teor de gordura do leite foi reduzido nos estudos feitos por Havlin, Robinson e Karges (2014), porém, o teor de proteína e lactose foram superiores para níveis de inclusão de DDGS mais elevados. Para Macaya-Quirós & Rojas-Bourrilón (2009), os teores de proteína, gordura, sólidos totais e lactose apresentaram redução para o nível de 42%. Já Ramirez et al. (2016) utilizaram DDGS com alto e baixo teor de gordura e a mistura de ambos, e observaram redução do teor de gordura no leite ao fornecer os grãos de destilaria com elevado teor de gordura.

Benchaaret al. (2013) relataram redução linear do teor de proteína do leite de vacas alimentadas com níveis de até 30% de inclusão do coproduto na dieta. Para Mjounet al. (2010) o teor de proteína no leite em porcentagem na composição do leite e em kg/dia de 36 vacas alimentadas com DDGS com alto e baixo teor de gordura em níveis de 22% e 20% na MS também foram alterados, sendo que as dietas que continham os grãos de destilaria apresentaram maior teor de proteína comparados ao tratamento controle. Para lactose, observaram que a quantidade desta em porcentagem na composição foi superior ao controle, porém, quando comparada em kg/dia, somente o DDGS com reduzido teor de gordura apresentou diferença. Para sólidos totais, não houve diferença significativa.

Testroetet al. (2016) testaram níveis de 10% e 20% de inclusão do coproduto na MS, e relataram aumento no teor de proteína e lactose no leite, concluindo que o nível de 10% é eficaz para a alimentação de bovinos leiteiros sem reduzir os teores dos componentes do leite.

No trabalho realizado por Benchaaret al. (2013), o NUL obteve efeito quadrático explicado pelo nível de Nitrogênio Amoniacal e quantidade de Proteína Não Degradável no Rúmen (PNDR), reduzido ao nível de 20% e aumentando com 30% de inclusão do coproduto na dieta. Para Janiceket al. (2008), o NUL apresentou efeito linear decrescente com os mesmos níveis de inclusão do coproduto na dieta de vacas lactantes.

Macaya-Quirós & Rojas-Bourrilón (2009) explicaram que essa redução do NUL ocorre devido à falta de proteína degradável na dieta e aumento de proteína *bypass* em níveis de 32% e 42% de inclusão de coproduto.

Os valores de contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT) estiveram em 258,32x1000CS/mL e 192,44 x1000UFC/mL durante o período experimental, indicando sanidade da glândula mamária. Kleinschmitet al. (2006) não obtiveram alteração significativa na CCS utilizando níveis de inclusão de até 30% de DDGS na MS. Da mesma forma, Mjounet al. (2010) compararam DDGS com alto e baixo teor de gordura e não observaram efeito sobre a CCS.

Sasikala-Appukuttanet al. (2008) compararam o DDGS, grãos de destilaria condensados e mistura de ambos, e não obtiveram diferenças significativas nos teores de CCS.

A alantoína da urina e do leite, o ácido úrico e as purinas totais não apresentaram alteração significativa ($P > 0,05$) (Tabela 7). Para Janiceket al. (2008) os teores de alantoína, ácido úrico e purinas totais também não foram afetados pelos tratamentos com níveis de inclusão de até 30% de DDGS na MS.

A alantoína é o derivado de purinas mais abundante, excretado tanto na urina como no leite de ruminantes. Grande parte das purinas exógenas de ruminantes são originárias da proteína microbiana sintetizada no rúmen e, desta forma, estas podem ser utilizadas como indicadores de produção de proteína microbiana (VERBIC et al., 1990).

As purinas microbianas absorvidas (mmoL/dia) e as produções de N-microbiano, PB-microbiana expressos em g/dia e PB-microbiana por kg de NDT não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos diferentes níveis de inclusão de DDGS na dieta, apesar da grande parte da proteína do coproduto não ser degradável no rúmen, acarretar a biohidrogenação ruminal e alterar a microbiota ruminal, reduzindo o pH do mesmo. Com relação à PB-microbiana por kg de NDT, os valores encontram-se próximos ou acima dos valores estabelecidos pelo NRC (2001) de 130g (BENCHAAR et al., 2013; CALLAWAY et al., 2014).

A proteína microbiana é a principal fonte de proteína metabolizável dos ruminantes, sendo que para bovinos leiteiros, cerca de 45% a 55% da proteína metabolizável é de origem microbiana (SANTOS & MENDONÇA, 2011).

Tabela 7. Excreções de derivados de purinas, síntese microbiana e pH urinário de vacas da raça Holandês Preto e Branco em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de *drieddistillersgrainswithsolubles* (DDGS)

Variáveis	Nível de inclusão					P valor		R ²	EPM ¹
	0%	8%	16%	24%	32%	L	Q		
Excreções (mmol/dia)									
Alantoína da urina ²	288,56	344,73	284,35	371,45	351,28	0,187	0,968	-	34,38
Alantoína do leite ³	56,60	59,75	59,86	59,86	59,54	0,766	0,768	-	6,22
Ácido úrico ⁴	58,38	53,53	61,64	71,48	53,51	0,575	0,172	-	4,50
Purinas totais ⁵	403,54	458,02	405,86	502,80	464,34	0,160	0,785	-	35,16
Purinas Microbianas (mmol/dia)									
Purinas absorvidas ⁶	414,78	478,67	418,06	532,72	487,34	0,155	0,785	-	41,46
Produção Microbiana (g/dia)									
N-microbiano ⁷	301,56	348,01	303,95	387,31	354,32	0,155	0,785	-	30,14
PB-microbiana ⁸	1884,81	2175,12	1899,69	2420,73	2214,53	0,155	0,785	-	188,40
PB-mic/kg NDT ⁹	131,73	138,14	120,74	151,25	140,17	0,441	0,777	-	11,89
pH urinário									
pH da urina ¹⁰	7,90	7,86	7,00	7,81	7,67	0,663	0,285	-	0,35

¹Erro padrão; ²PB-mic/100g MO: Proteína Bruta Microbiana por 100g de matéria orgânica digestível; ³ $\hat{Y}=282,4304$; ⁴ $\hat{Y}=57,3250$; ⁵ $\hat{Y}=61,0946$; ⁶ $\hat{Y}=394,3557$; ⁷ $\hat{Y}=403,4582$; ⁸ $\hat{Y}=293,3327$; ⁹ $\hat{Y}=1.833,3294$; ¹⁰ $\hat{Y}=150,3330$; ¹⁰ $\hat{Y}=7,8042$

Castillo-Lopez et al. (2014) utilizaram DDGS com reduzido teor de gordura para vacas leiteiras e observaram que o nível de até 30% de inclusão do coproduto na dieta não alterou a produção de proteína microbiana e purinas microbianas. Também relataram que,

apesar do teor de N-microbiano observado neste estudo ser abaixo dos valores considerados normais para vacas lactantes, não houve diferença entre os tratamentos controle e inclusão de DDGS.

Carrasco et al. (2013) utilizaram níveis de substituição do milho pelo DDGS em até 30% na MS em bois da raça Holandês, canulados, e relataram que não houve efeito de tratamento sobre o fluxo de N-microbiano.

O pH urinário não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) para os níveis de inclusão de DDGS na dieta. Estes valores encontram-se em concentrações ideais, demonstrando que não houve acidose metabólica. O pH urinário ideal para vacas em lactação está entre 5,5 a 8,0 (ORTOLANI, 2003).

Os valores de colesterol, triglicerídeos, creatinina e ureia no plasma sanguíneo podem ser observados na Tabela 8. Observa-se efeito linear crescente para colesterol em jejum e quatro horas após a alimentação. Isso se deve à quantidade de gordura presente no DDGS, promovendo o aumento do teor deste lipídeo. Resultado similar foi relatado por Anderson et al. (2015) e avaliaram o perfil metabólico e hormonal na alimentação de novilhas com a utilização do DDGS. Explica-se que este metabólito é um importante precursor para a síntese de hormônios esteróides, como o estrógeno e a progesterona, influenciando diretamente a reprodução. Em contrapartida, Mjounet al. (2010) avaliaram 36 vacas em lactação com nível de inclusão de 22% de DDGS na MS, mas não obtiveram diferença significativa.

Tabela 8. Parâmetros sanguíneos de vacas da raça Holandês em lactação alimentadas com diferentes níveis de inclusão de DDGS na dieta

Variáveis	Nível de inclusão					P valor		R ²	EP ¹
	0%	8%	16%	24%	32%	L	Q		
CT 0h ²	157,60	170,40	188,60	182,20	202,60	0,002	0,765	0,88	8,21
CT 4h ³	152,20	164,80	183,20	173,60	186,80	0,021	0,454	0,83	9,24
TRIG 0h ⁴	9,40	10,00	9,60	9,60	9,60	0,998	0,792	-	0,79
TRIG 4h ⁵	9,00	8,80	9,80	10,20	11,20	0,052	0,581	-	0,84
CREAT 0h ⁶	1,11	1,07	1,05	1,06	1,00	0,025	0,788	0,82	0,02
CREAT 4h ⁷	1,11	1,08	1,07	1,10	1,07	0,519	0,686	-	0,02
UREIA 0h ⁸	25,88	25,60	26,44	28,98	25,78	0,503	0,462	-	1,45
UREIA 4h ⁹	29,86	29,24	31,12	32,88	28,36	0,876	0,122	-	1,27

¹EP: Erro Padrão; ²CT 0h: Colesterol Total em jejum; ³CT 4h: Colesterol Total 4 horas após alimentação; ⁴TRIG 0h: Triglicerídeos em jejum; ⁵TRIG 4h: Triglicerídeos 4 horas após alimentação; ⁶CREAT 0h: Creatinina em jejum; ⁷CREAT 4h: Creatinina 4 horas após alimentação; ⁸UREIA 0h: Ureia em jejum; ⁹UREIA 4h: Ureia 4 horas após alimentação. ²³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ ⁸ ⁹Valores expressos em mg/dL; ² $\hat{Y}=145,0400 + 14,2085x$; ³ $\hat{Y}=135,3200 + 19,2857x$; ⁴ $\hat{Y}=9,2400$; ⁵ $\hat{Y}=8,9600 - 0,1914x$; ⁶ $\hat{Y}=1,1148 - 0,0103x$; ⁷ $\hat{Y}=1,1268$; ⁸ $\hat{Y}=23,5120$; ⁹ $\hat{Y}=26,1400$

Para triglicerídeos, não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos em jejum e quatro horas após a alimentação. Os teores deste metabólito no sangue indicam a quantidade de gordura disponível como reserva energética. Quando este se encontra com valores aumentados, podem indicar alimentação desbalanceada, doenças renais ou hepáticas. No presente estudo, os valores encontrados dão indícios de atividade hepática e renais normais. Mjounet al. (2010) relataram não ocorrer diferença significativa no teor deste metabólito no plasma quando testado o nível de 22% de DDGS na MS de 36 vacas.

Para creatinina, houve efeito linear decrescente ($P<0,05$) para os níveis de inclusão de DDGS na dieta em jejum, e para 4 horas após a alimentação este metabólito não apresentou diferença significativa ($P>0,05$). Uma hipótese para esse fator é a reduzida ingestão de proteína para os maiores níveis de inclusão do DDGS, como mostra a Tabela 3. Quando altos teores de proteína são consumidos, ocorre uma sobrecarga renal, aumentando os teores deste metabólito na corrente sanguínea. Outra hipótese é a redução do consumo de água durante o período de descanso dos animais, promovendo o aumento da concentração dos metabólitos no sangue. Após a alimentação, com o consumo de água e alimentos, os níveis voltam à normalidade.

Com relação à ureia, não houve alteração significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos. Sasikala-Appukuttanet al. (2008) relataram não ocorrer diferença significativa em 15 vacas holandês alimentadas com DDGS e combinações com grãos condensados de destilaria. Paz & Kononoff (2014) também não observaram alteração significativa neste teor em 8 vacas holandês submetidas a dietas contendo 30% de DDGS com reduzido teor de gordura.

Com relação ao custo médio da ração (CMR), observa-se que o tratamento com 0% de inclusão de DDGS apresentou maiores valores em comparação aos demais níveis, reduzindo o custo conforme o aumento dos níveis testados (Tabela 9).

Tabela 9. Avaliação de custo e receita da utilização de níveis de inclusão de DDGS na dieta de vacas da raça Holandês em lactação

Variáveis	Nível de inclusão				
	0%	8%	16%	24%	32%
Custo médio da ração (R\$/kg de MS)	0,83	0,82	0,80	0,78	0,76
Custo médio de alimentação (R\$/dia)	18,41	17,83	16,72	16,82	15,15
Receita bruta média (R\$/dia)	33,97	33,56	33,56	33,86	31,93
Margem bruta média (R\$/dia)	15,55	15,73	16,84	17,05	16,77
Ponto de equilíbrio médio (kg/dia)	18,05	17,48	16,39	16,49	14,85

Valor do Dólar comercial no mês de Novembro de 2015: 1U\$ = R\$ 3,77

O menor valor apresentado se deu no tratamento com 32% de inclusão, totalizando R\$ 0,76 por kg de MS. Desta forma, o custo médio diário com a alimentação foi menor para o nível de inclusão de 32%, ficando em torno de R\$ 15,15; o maior custo se deu na dieta sem inclusão de DDGS, apresentando R\$18,41 na alimentação diária.

O maior retorno econômico foi evidenciado no tratamento controle, com R\$ 33,97/vaca/dia, parecendo mais rentável. Porém, observa-se que este possui o maior ponto de equilíbrio observado entre todos os tratamentos, atingindo o valor de 18,05 em litros de leite para cobrir os custos com a alimentação. A longo prazo, a dieta com 0% de nível de inclusão de DDGS não é tão lucrativa quanto as demais apresentadas. Levando em consideração o ponto de equilíbrio, a dieta com 32% de nível de inclusão seria a mais rentável, com uma receita de R\$ 31,93 e seu ponto de equilíbrio em 14,85 litros de leite/dia. O tratamento que apresentou melhor margem bruta média neste experimento foi o tratamento contendo 24% de inclusão de DDGS na dieta, totalizando R\$ 17,05/dia. Portanto, níveis de até 32% de inclusão do coproduto na dieta proporcionam maior rentabilidade na produção leiteira, reduzindo os custos da alimentação, não comprometendo a produção do rebanho.

3.4 Conclusão

Os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho podem ser utilizados na alimentação de vacas em lactação, não alterando a composição, a eficiência de produção de leite e o perfil bioquímico dos animais, sendo que até 32% de inclusão do coproduto é recomendado.

REFERÊNCIAS

- ALDAI, N.; AALHUS, J. L.; DUGAN, M. E. R.; ROBERTSON, W. M.; MCALLISTER, T. A.; WALTER, L. J.; MCKINNON, J. J. Comparison of wheat- versus corn-based dried distillers' grains with soluble on meat quality of feedlot cattle. **Meat Science**, v.84, p.569-577, 2010.
- ANDERSON, J. L.; KALSCHEUR, K. F.; CLAPPER, J. A.; PERRY, G. A.; KEISLER, D. H.; GARCIA, A. D.; SCHINGOETHE, D. J. Feeding fat from distillers dried grains with solubles to dairy heifers: II. Effects on metabolic profile. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.8, p.5709-19, 2015.
- ANKOM. (2012). **Manual do Usuário**. Ankom XT10 Extractor.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed., Arlington: AOAC International, 1990. 1025p.
- BENCHAAR, C.; HASSANAT, F.; GERVAIS, R.; CHOUINARD, P. Y.; JULIEN, C.; PETIT, H. V.; MASSE, 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. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.4, p.2413-27, 2013.
- BENTLEY INSTRUMENTS. **Bentley 2000 Operator's Manual**. Chaska. p.77.1995 a.
- BENTLEY INSTRUMENTS. **Somacount 300 Operator's Manual**. Chaska. p.12.1995 b.
- BIRKELO, C. P.; BROUK, M. J.; SCHINGOETHE, D. J. The Energy Content of Wet Corn Distillers Grains for Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, n. 6, p.1815-9, 2004.
- BRAUNGARDT, T. J.; SHIKE, D. W.; FAULKNER, D. B.; KARGES, K.; GIBSON, M.; POST, N. M. Comparison of corn coproducts and corn residue bales with alfalfa mixed hay on beef cowcalf performance, lactation, and feed costs. **The Professional Animal Scientist**, v.26, p. 356-364, 2010.
- CALLAWAY, T. R.; DOWD, S. E.; EDRINGTON, T. S.; ANDERSON, R. C.; KRUEGER, N.; BAUER, N.; KONONOFF, P. J.; NISBET, D. J. Evaluation of bacterial diversity in the rumen and feces of cattle fed different levels of dried distillers grains plus solubles using bacterial tag-encoded FLX amplicon pyrosequencing. **Journal of Animal Science**, v.88, n.12, p. 3977-3983, 2014.
- CARRASCO, R.; ARRIZON, A. A.; PLASCENCIA, A.; TORRENTERA, N. G.; ZINN, R. A. Comparative feeding value of distillers dried grains plus solubles as a partial replacement for steam-flaked corn in diets for calf-fed Holstein steers: Characteristics of digestion, growth performance, and dietary energetic. **Journal of Animal Science**, v.91, p.1801-1810, 2013.
- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

CASTILLO-LOPEZ, A.; RAMIREZ RAMIREZ, H. A.; KLOPFENSTEIN, T. J.; HOSTETLER, D.; KARGES, K.; FERNANDO, S. C.; KONONOFF, P. J. Ration formulations containing reduced-fat dried distillers grains with solubles and their effect on lactation performance, rumen fermentation, and intestinal flow of microbial nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.97, n. 3, p.1578-1593, 2014.

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 technical details. **Bucksburnd: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit**, p. 21, 1992.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M. A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, 2007.

COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D.; GALYEAN, M. L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.

EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.1, p.68-78, 1989.

FOTH, A. Energy Content of Reduced-F at Dried Distillers Grains and Solubles for Lactating Dairy Cows and Effects on Energy and Nitrogen Balance. **Tese em Ciência Animal**. Universidade de Nebraska – Lincoln. 2014.

HAVLIN, J. M.; ROBINSON, P. H.; KARGES, K. Impacts of dietary fat level and saturation when feeding distillers grains to high producing dairy cows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, n.3, p.577-590, 2014.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.82, p.171-794, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE**. Pesquisa Pecuária Municipal, 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2014/>>. Acesso em: 14/11/2016.

JANICEK, B. N.; KONONOFF, P. J.; GEHMAN, A.M.; DOANE, P. H. The Effect of Feeding Dried Distillers Grains Plus Solubles on Milk Production and Excretion of Urinary Purine Derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.9, p.3544-3553, 2008.

KLEINSCHMIT, D. H.; SCHINGOETHE, D. J.; KALSCHUR, K. F.; HIPPEN, A. R. Evaluation of Various Sources of Corn Dried Distillers Grains Plus Solubles for Lactating Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.12, p.4784-4794, 2006.

KUROKAWA, Y.; SHIBATA, H.; TATENO, S.; KANDA, S.; TAKAURA, K.; ISHIDA, S.; ITABASHI, H. Rumen fermentation, milk production and conjugated linoleic acid in the milk of cows fed high fiber diets added with dried distillers grains with soluble. **Animal Science Journal**, v.84, n.2, p.106-112, 2012.

LIU, K. Chemical Composition of Distillers Grains, a Review. **Journal of Agricultural and food chemistry**, v.59, p.1508-1526, 2011.

MACAYA-QUIRÓS, S.; ROJAS-BOURRILLÓN, A. Uso de granos secos solubles (DDGS) provenientes de la destilería de maíz suplementos para vacas lactantes en pastoreo de estrella africana (*Cynodon nlemfluentis*). **Agronomía Costarricense**, v.33, n.2, p.237-248, 2009.

MASSÉ, D. I.; JARRET, G.; BENCHAAAR, C.; SAADY, N. M. C. Effect of Corn Dried Distiller Grains with Solubles (DDGS) in dairy cow diets on manure bioenergy production potential. **Animals**, v.4, p. 82-92, 2014.

MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.321-330, 1999.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber and its uses in feed evaluation and ration formulation In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...**Lavras: SBZ, 1992. p.1-32.

MJOUN, K.; KALSCHER, K. F.; HIPPEN, A. R.; SCHINGOETHE, D. J. Performance and amino acid utilization of early lactation dairy cows fed regular or reduced-fat dried distillers grains with soluble. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.7, p.3176-3191, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh revised edition, Washington D.C.: National Academy Press, 2001. 360p.

ORTOLANI, E.L. Diagnóstico de doenças nutricionais e metabólicas por meio de exame de urina em ruminantes. In: Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. p. 87-98.

PATTERSON, T.; KLOPFENSTEIN, T.; MILTON, T.; BRINK, D. R. Evaluation of the 1996 beef cattle NRC model predictions of intake and gain for calves fed low or medium energy density diets. **Nebraska Beef Report MP 73-A**, p.26-29, 2000.

PAZ, H. A.; KONONOFF, P. J. Lactation responses and amino acid utilization of dairy cows fed low-fat distillers dried grains with solubles with or without rumen-protected lysine supplementation. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.10, p. 6519-6530, 2014.

RAMIREZ-RAMIREZ, H. A.; LOPEZ, E. C.; HARVATINE, K. J.; KONONOFF, P. J. Fat and starch as additive risk factors for milk fat depression in dairy diets containing corn dried distillers grains with soluble. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.3, p.1903-1914, 2015.

SANTOS, F.A. P.; MENDONÇA, A. P. Metabolismo de proteína. In:BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 616 p.

SASIKALA-APPUKUTTAN, A.K.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPER, A.R.; KALSCHEUR, K. F.; KARGES, K.; GIBSON, M. L. The Feeding Value of Corn Distillers Solubles for Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.1, p.279-287, 2008.

SCHINGOETHE, D. J.; KALSCHEUR, K. F.; GARCIA, A. D. Distillers Grains for Dairy Cattle. **Extension Extra Dairy Science**, College of Agriculture & Biological Sciences / USDA, 2006.

SCHOFIELD, P.; PITT, R.E.; PELL, A.N. Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2980-2991, 1994.

SKLAN, D.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

TESTROET, E. D.; SANKARLAL, V. M.; CLARK, S.; BEITZ, D. C. Lactational Performance of Holstein Dairy Cows Fed Two Levels of Full-fat Corn Dried Distillers Grains with Solubles," **Animal Industry Report**: AS 662, ASL R3069. 2016.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.B.; FRANCE, J.A. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, p.185-197, 1994.

TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**, v18, n.2, p.104-111, 1963.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

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. **Journal of Agricultural Science**, v.114, p.243-248, 1990.

WALTER, L. J.; McALLISTER, T. A.; YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, M. He.; MCKINNON, J. J. Comparison of wheat or corn dried distillers grains with solubles on rumen fermentation and nutrient digestibility by feedlot heifers. **Journal of Animal Science**, v.90, p.1291-1300, 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grão seco de destilaria com solúveis (DDGS) é considerado um alimento proteico e energético, que pode ser utilizado na alimentação de vacas em lactação, porém seu armazenamento deve ser adequado, em locais arejados e com controlado teor de umidade, evitando a proliferação de fungos e elevando o teor de micotoxinas na sua composição. Pela matéria-prima não possuir homogeneidade, este coproduto necessita de análise de sua composição bromatológica antes de ser acrescentado às dietas na formulação de rações.

A utilização do DDGS é uma alternativa para produtores que visam reduzir os custos relacionados à alimentação de ruminantes e manter os níveis produtivos, apresentando maior retorno econômico em longo prazo por ser uma fonte proteica altamente eficiente e promover a sustentabilidade através do aproveitamento do resíduo do milho da extração do etanol. Porém, devem-se respeitar os níveis adequados de inclusão deste coproduto na dieta de bovinos, garantindo desempenho adequado dos animais.

Com boas práticas de fabricação implantadas nas indústrias de bicombustíveis, este coproduto tem possibilidade de atender produtores localizados a longas distâncias, aumentando a lucratividade da atividade das usinas.