

GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS DE MILHO: UMA ALTERNATIVA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES – REVISÃO DE LITERATURA

Caroline Hoscheid Werle¹
 Maximiliane Alavarse Zambom²
 Mirna Adriane Syppereck³
 Josias Luis Fornari⁴
 Dieisson Gregory Grunevald¹
 Rodrigo César dos Reis Tinini⁵
 Jessica Gabi Dessbesell⁴

WERLE, C. H.; ZAMBOM, M. A.; SYPPERECK, M. A.; FORNARI, J. L.; GRUNEVALD, D. G.; TININI, R. C. dos R.; DESSBESELL, J. G. Grãos secos de destilaria com solúveis de milho: uma alternativa na alimentação de ruminantes – revisão de literatura. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 21, n. 3, p. 107-113, jul./set. 2018.

RESUMO: 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. Neste sentido, os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) é uma excelente fonte proteica na alimentação de ruminantes, além de proporcionar a produção de biocombustíveis de forma sustentável. Porém, sua inclusão na dieta de ruminantes deve ser realizada com precaução, evitando perdas produtivas do rebanho.

PALAVRAS-CHAVE: Bovinos. DDGS. Produção. Proteína.

DRIED DISTILLER GRAINS WITH CORN SOLUBLES: A RUMINANT FEED ALTERNATIVE – A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: The use of agroindustrial byproducts in ruminants feeding promotes a reduction in feeding costs, the reuse of organic material of vegetal origin from the industry and avoids the accumulation of these byproducts and consequent environmental contamination, thus collaborating with the preservation of natural resources and generating sustainability to animal farming. In this sense, dried distiller grains with solubles (DDGS) is an excellent protein source in the feeding of ruminants, in addition to providing sustainable biofuel production. However, its inclusion in the ruminant diet should be carried out with care, avoiding productive losses of the herd.

KEY WORDS: Cattle. DDGS. Production. Protein.

GRANOS SECOS DE DESTILARIA CON SOLUBLES DE MAIZ: UNA ALTERNATIVA EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMINANTES – REVISIÓN DE LITERATURA

RESUMEN: La utilización de residuos agroindustriales en la alimentación de rumiantes además de promover la reducción en el costo de la alimentación, reaprovecha la materia orgánica de origen vegetal de la industria y evita la acumulación de estos residuos y la contaminación ambiental, colaborando con la preservación de los recursos naturales y generando sostenibilidad a la producción animal. En este sentido, los granos secos de destilería con solubles (DDGS) es una excelente fuente proteica en la alimentación de rumiantes, además de proporcionar la producción de biocombustibles de forma sostenible. Sin embargo, su inclusión en la dieta de rumiantes debe ser realizada con precaución, evitando pérdidas productivas del rebaño.

PALABRAS CLAVE: Bovinos. DDGS. Producción. Proteína.

Introdução

Os cereais são fontes limpas para a produção de etanol e são utilizadas pelas indústrias produtoras de biocombustíveis. Entre os cereais utilizados encontra-se o milho que atende os quesitos de facilidade de armazenamento, disponibilidade e baixo custo, sendo o mais utilizado (SILVA; PERES NETTO; SCUSSEL, 2016).

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).

Apesar de ser cultivado em todo o território nacional, na primeira safra do ano de 2016 ocorreu uma queda

DOI: 10.25110/arqvet.v21i3.2018.6384

¹Doutoranda (o) pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon, carol_qp90@hotmail.com

²Professora do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon

³Pós-doutora pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon

⁴Mestrando (a) pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon

⁵Doutor em Zootecnia, Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon

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).

O Brasil possui o título de terceiro maior produtor mundial do grão, sendo Estados Unidos e China colocado em primeiro e segundo lugar, respectivamente. Na safra 2017/2018, os Estados Unidos, China e Brasil somaram a produção de 698,6 milhões de toneladas do cereal, 371 milhões produzidos pelos americanos, 259,1 milhões pelos chineses e 68,5 milhões de toneladas pelos brasileiros (FIESP, 2018).

Desenvolvimento

A produção do etanol e seus coprodutos

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; PERES NETTO; SCUSSEL, 2016).

Os Estados Unidos da América e Brasil lideram as produções, somando juntos 90% do etanol disponível para utilização, enquanto a China vem aumentando sua produção para atender a demanda interna (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, principalmente devido 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; PERES NETTO; SCUSSEL, 2016).

As usinas brasileiras possuem adaptação para produzir o etanol a partir do milho durante a entre safra da cana-de-açúcar. Dessa 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). Essa medida faz com que a indústria possua alternativas de 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 produtora de etanol somente a partir de milho no 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 Wet Distillers Grains (WDG) ou grãos úmidos de destilaria, sem solúveis (ALVES et al., 2012; KIM et al., 2008; LIU, 2011).

Já a moagem a seco corresponde a 70% da forma de produção do etanol. Esta consiste em seis etapas principais: moagem, cozimento, liquefação, sacarificação, fermentação e separação. 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 (ALVES et al., 2012; LIU, 2011).

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 *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS) ou grãos secos de destilaria com solúveis (BUOSI; DIAN, 2014; SILVA; PERES NETTO; SCUSSEL, 2016).

O resíduo pesado dá origem ao Wet Distillers Grains with Solubles (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; LIU, 2011).

Porém, a utilização do WDGS é limitada pelo tempo de conservação, visto que resiste de cinco a sete dias sem sinais de deterioração exposto ao ambiente, sendo que após, são observadas proliferações fúngicas e 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), em que o produto se manteve com boa qualidade por maior tempo. No entanto, um empecilho quanto à utilização deste é a distância das usinas, aumentando os custos com relação ao transporte (BUOSI; DIAN, 2014; 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 (SILVA; PERES NETTO; SCUSSEL, 2016). 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).

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.

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).

No entanto, 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).

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 aumentar a eficiência produtiva, no entanto, atenção deve ser dada à qualidade dos ingredientes da dieta, evitando prejudicar a sanidade dos animais e reduzir os lucros (FOTH, 2014; LIU, 2011; SILVA; PERES NETTO; SCUSSEL, 2016).

O DDGS é um alimento proteico e energético e possui um teor de proteína bruta entre 26,0% a 31,7%, gordura entre 9,0% a 14,1%, cinzas entre 3,7% a 8,1%, fibra bruta entre 5,4% a 10,4%, Fibra em Detergente neutro (FDN) entre 33,1% a 43,9% e fibra em detergente ácido (FDA) entre 11,4% a 20,8%. Já a matéria seca (MS) fica em torno de 90,5% (BUOSI; DIAN, 2014; LIU, 2011; SILVA; PERES 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 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 (ACHARYA et al., 2015; PAZ; KONONOFF, 2014;).

Neste contexto, as usinas produtoras do etanol de milho buscam controlar o aquecimento na secagem do resíduo, evitando danos causados pelo calor no coproduto (SCHINGOETHE et al., 2006; SILVA; PERES 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 e quando associado o coproduto a um volumoso com altos teores de fósforo, deve-se ficar atento aos 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). 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, que reduz a germinação de grãos, e altera a qualidade e as características organolépticas, podendo causar uma ampla variedade de efeitos tóxicos para animais e humanos (SILVA; PERES NETTO; SCUSSEL, 2016).

Em condições de umidade e temperatura, a proliferação de fungos pode ocorrer já no cultivo da planta. A secagem incorreta do DDGS e condições de armazenamento inapropriadas 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; PERES 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; PERES NETTO; SCUSSEL, 2016). As aflatoxinas possuem maior nocividade dentre as 20 micotoxinas mais frequentemente notificada 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 e esse é um dos aspectos mais preocupantes com relação à adição do DDGS na alimentação humana. Como possui afinidade pelo fígado, rins e sistema nervoso, as toxicoses variam de gravidade conforme a quantidade e frequência de consumo (LIU, SINGH e INGLET, 2011; 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; PERES NETTO; SCUS-

SEL, 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) (ANVISA, 2011).

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).

Benchaar et 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 Kleinschmit et 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 aos 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 e Rojas-Bourrilon (2009) utilizaram o coproduto no concentrado em vacas sob pastejo, observaram que o nível de 32% de inclusão de DDGS demonstrou 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 poliinsaturados 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, imonoestimulante, antidiabético

e antiaterogênico (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 comparado a vegetais. Diversos fatores podem alterar a quantidade de CLA presente no leite, como idade do animal, dieta, sazonalidade, raça e estágio de lactação (BARGO et al., 2006; JAHREIS et al., 1997; LAWLESS et al., 1999).

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 (CHILLIARD et al., 2001; GULATI et al., 2000).

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, sendo ainda relatados aumento 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 Griffin et al. (2012) tiveram redução linear no consumo de matéria seca com o aumento dos níveis de inclusão de DDGS, diferente do relatado por Benchaar 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 acrescentam que os teores de emissão de metano foram reduzidos linearmente quanto aos níveis de inclusão, o que segundo os autores se deve ao aumento no teor de gordura ingerido pelos animais, deprimindo o desenvolvimento de protozoários.

Com relação aos parâmetros sanguíneos, Omer 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 glutamil transferase (GGT), glicose e triglicerídeos foram menores quando utilizado o coproduto em comparação a dieta controle, já a alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST) e ureia apresentaram valores superiores, não havendo 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, onde reprodução e parâmetros sanguíneos foram avaliados. 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. 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 a sua escassez. Dessa 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. Portanto, a inclusão do DDGS para novilhos confinados ou em pastejo não alterou a conformação da carcaça e reduziu os custos referentes à alimentação.

Conclusão

O grão seco de destilaria com solúveis (DDGS) é considerado um alimento proteico e energético que pode ser incluído na alimentação de ruminantes, porém seu armazenamento deve ser adequado, evitando a proliferação de fungos e elevação do 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 à dieta.

A utilização do DDGS é uma alternativa para produtores que visam a 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 por meio do aproveitamento do resíduo do milho da extração do etanol.

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

Referências

ACHARYA, I. P. et al. 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. et al. 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. et al. 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. et al. Feeding fat from distillers dried grains with solubles to dairy heifers: II. Effects on metabolic

profile. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 8, 2015.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. RDC nº 7 de 2011. **Diário Oficial da União**, n.46, 2011.

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. et al. 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. et al. Comparison of corn coproducts and corn residue bales with alfalfa mixed hay on beef cow calf performance, lactation, and feed costs. **The Professional Animal Scientist**, v.26, p. 356-364, 2010.

BENCHAAR, C. et al. 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. et al. 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. et al. 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.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP. **8º levantamento USDA da safra 2018/19**. 2018. Informativo, Dezembro de 2018. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/file-20181212132426-boletimmilhodezembro2018/>>. Acesso em: 13 Jan. 2019.
- FOTH, A. **Energy Content of Reduced-Fat Dried Distillers Grains and Solubles for Lactating Dairy Cows and Effects on Energy and Nitrogen Balance**. 2014. Tese (Ciência Animal). Universidade de Nebraska, Lincoln, 2014.
- GETACHEW, G. et al. 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. et al. 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. et al. 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. et al. 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**, 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. et al. Composition of corn dry-grind ethanol by-products: DDGS, wet cake, and thin stillage. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 5165-5176, 2008.
- LAWLESS, F. et al. 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 cornbread. **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 con solubles (ddgs) provenientes de la destilería del maíz en sUplementos para vacas lactantes en pastoreo de estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*). **Agromía Costarricense**, v. 33, n. 2, p. 237-248, 2009.
- MASSÉ, D. I. et al. 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. et al. 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.
- OMER, H. A. A. et al. 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. et al. Ácido Linoléico Conjugado: uma breve revisão. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 3, n. 2, p.134-146, 2013.
- RAMIREZ-RAMIREZ, H. A. et al. 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, 2015.

Recebido em: 06.10.2017

Aceito em: 28.12.2018

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, 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. 616p.

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.

SILVA, J. R.; PERES NETTO, D.; 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: < <https://www.noticiasagricolas.com.br/artigos/artigos-geral/138552-qual-o-futuro-do-etanol-de-milho-dos-eua-por-glauber-silveira.html#.WdeM7FtSzIV> >. 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/sindmilho/sobresindmilho/curiosidades/milhoesuasriquezashistoria/> >. Acesso em: 30/08/2016.

TESTROET, E. D. et al. Quality of milk from lactating dairy cattle fed dried distillers grains with solubles. **Animal Industry Report**, AS 660, ASL R2871, 2014.

TESTROET, E. D. et al. 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. et al. 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, 2013.