

COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DE GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS

BROMATOLOGIC COMPOSITION AND IN VITRO DIGESTIBILITY FEEDING OF DISTILLER'S DRIED GRAIN WITH SOLUBLES

**P. H. M. DIAN^{1*}; J. P. F. BUOSI²; M. F. F. MENEGUCCI³; G. M. P. MELO¹;
L. M. A. BERTIPAGLIA¹**

RESUMO

A demanda mundial por biocombustíveis fez com que as destilarias enxergassem na produção de etanol de milho uma opção à ociosidade na entressafra da cana de açúcar. Desse processo, a pecuária pode ser beneficiada com o coproduto, utilizando como fonte de proteína e energia na alimentação animal, o resíduo de destilaria de grãos. O objetivo foi avaliar grãos secos de destilaria com solúveis (*distillers dried grain with solubles* - DDGS) de milho e/ou sorgo quanto à composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro*. Foram analisadas 11 amostras de DDGS de milho e/ou sorgo, coletadas entre abril de 2015 e maio de 2016, originadas de duas destilarias comerciais processadoras de grãos. Diante dos resultados, verificou-se que o DDGS é um ingrediente alternativo na dieta para ruminantes, porém, apresentaram variações de grande amplitude entre as amostras avaliadas, o que torna indispensável a análise bromatológica nas diferentes partidas para garantir sua correta utilização.

PALAVRAS-CHAVE: Coproduto. Etanol. Milho. Sorgo.

SUMMARY

The global demand for biofuels has made distilleries see the production of corn ethanol as an option to idleness in the off-season of sugarcane. From this process, livestock can benefit from the co-product, which can be used as a source of protein and energy in animal feed, the grain distillery residue. The objective was to evaluate distillers dried grain with solubles (DDGS) of maize and/or sorghum for chemical-bromatological composition and *in vitro* digestibility. Eleven samples of DDGS from corn and/or sorghum, collected between April 2015 and May 2016, from two commercial grain processing distilleries, were analyzed. In view of the results, it was found that DDGS is an alternative ingredient in the diet for ruminants, however, it showed wide variations between the samples evaluated, which makes chemical analysis essential in the different batches to ensure its correct use.

¹ Universidade Brasil, Docente, Produção Animal, Descalvado, SP.

² Universidade Brasil, Discente, Produção Animal, Descalvado, SP.

³ Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, Zootecnista, Pirassununga, SP.

*Autor correspondente: Avenida Hilário da Silva Passos, 950, 13690-900, Descalvado, SP, Brasil. Tel: +55 19 99560-6776, E-mail: phtmian@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A confluência de diversos fatores econômicos, geopolíticos e ambientais tem estimulado o aumento do interesse mundial na produção e consumo de biocombustíveis nos últimos anos, impulsionado pelos desejos em aumentar a segurança energética e reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Os biocombustíveis foram aprovados como “um componente chave” para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e atenuar potenciais efeitos das mudanças climáticas. Esses fatores contribuíram para um aumento significativo na produção global de biocombustíveis (Cooper e Weber, 2012).

O uso de grãos como milho e sorgo para a produção de etanol produz subprodutos de grãos de destilaria, entre eles os grãos secos de destilaria com solúveis (*Dried Distillers Grains with Solubles* – DDGS), que são utilizados na alimentação animal desde o final do século XIX (Klopfenstein et al., 2008).

A alta nos preços dos insumos utilizados na alimentação é uma preocupação para a produção animal, sendo necessário buscar ingredientes alternativos para minimizar custos. Os resíduos de destilaria de milho podem ser uma opção interessante, dependendo do preço e da logística de entrega, pois são fontes de energia, proteína e fósforo, podendo substituir parcialmente alguns dos mais caros insumos. Stock et al. (2000) descreveram que o amido representa 2/3 do milho e, quando o amido do milho é fermentado para a produção de etanol, resulta na elevação da proteína em cerca de 10 a 30%, FDN de 12 a 36%, gordura de 4 a 12% e P de 0,3 a 0,9%, na matéria seca (MS).

Uma das dificuldades no uso de DDGS na alimentação animal é conhecer seu teor de nutrientes e sua digestibilidade, já que vários trabalhos mostram uma variabilidade destes conforme sua origem, além da variação ao longo do tempo dentro de uma mesma destilaria (US Grains Council, 2012; Tjardes e Wright, 2002).

Assim, este estudo objetivou analisar amostras de DDGS de milho e/ou sorgo, oriundas de duas destilarias processadoras de grãos, quanto à composição químico-bromatológica (matéria seca, matéria mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina, hemicelulose, celulose, extrato etéreo, proteína bruta, cálcio, fósforo e enxofre) e digestibilidade *in vitro*, além de verificar possíveis variações quanto à origem e periodicidade das coletas.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamentos e Modelo Experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, contendo 11 tratamentos, representados pelas 11 amostras analisadas, com três repetições para cada amostra (frascos de incubação), analisado em parcelas subdivididas no tempo (para o perfil acumulativo de gases

o tempo de fermentação *in vitro*, foi de 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 42 e 48 horas, para a digestibilidade *in vitro*, o tempo de fermentação foi de 6, 18, 24 e 48 horas), totalizando 165 amostras experimentais e três amostras controle ou branco.

As 11 amostras de DDGS de milho e/ou sorgo, coletadas entre abril de 2015 e maio de 2016, foram originadas de duas destilarias comerciais processadoras de grãos (Destilaria X e Y), quanto à composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro*. Das 11 amostras analisadas de DDGS, nove foram obtidas a partir do processamento de grãos de milho, uma a partir do sorgo e uma a partir de grãos de milho e sorgo.

Diante desta caracterização, os tratamentos são descritos: Amostra 0: DDGS de milho Abr/ 2015 (Destilaria X); Amostra 1: DDGS milho Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 2: DDGS milho e sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 3: DDGS sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 4: DDGS milho Jun/ 2015 (Destilaria X); Amostra 5: DDGS de milho Out/ 2015 (Destilaria X); Amostra 6: DDGS milho Ago/ 2015 (Destilaria X); Amostra 7: DDGS milho Mar/ 2016 (Destilaria X); Amostra 8: DDGS milho Mar/2016(Destilaria Y); Amostra 9: DDGS de milho Abr/ 2016 (Destilaria X); Amostra 10: DDGS de milho Mai/2016(Destilaria Y).

Local do Estudo

As análises bromatológicas foram realizadas no Departamento de Tecnologia, Laboratório de Biogeoquímica, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal. As análises de digestibilidade *in vitro* foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Biogeoquímica da Universidade Brasil, campus de Descalvado.

Coleta das Amostras

Para que as amostras analisadas fossem representativas, foram tomadas quinze amostras parciais para cada cem toneladas de DDGS armazenado, de diferentes pontos do estoque. As amostras parciais foram reunidas e devidamente homogeneizadas, retirando uma alíquota de 1 kg da amostra média, sendo devidamente identificadas e enviadas para análise laboratorial.

Análises Químico-Bromatológicas

As determinações das análises de matéria seca, matéria mineral, lignina, hemicelulose, celulose, extrato etéreo e proteína bruta foram realizadas como descrito por Silva e Queiroz (2006), em triplicata. A matéria orgânica (MO) foi calculada a partir da diferença entre a MS e matéria mineral (MM). As análises para determinação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) seguiram as metodologias descritas por Van Soest et al. (1991), utilizando autoclave, conforme relatado por Pell e Schofield (1993).

Os minerais cálcio, fósforo e enxofre foram determinados de acordo com o método de Sarruge e Haag (1979).

Produção de gás e digestibilidade *in vitro*

Perfis acumulativos de produção de gases *in vitro* foram obtidos utilizando a metodologia de Theodorou et al. (1994) através da medição da pressão por meio de manômetro digital (Pressure Meter Delta OHM-HD 2124.1) às 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 42 e 48 horas de fermentação.

No dia anterior à incubação, as amostras foram pesadas em porções de 1,0 g, em frascos de vidro de 160 mL. Para a incubação, foram adicionados às amostras 80 mL de solução de incubação (20 mL de líquido ruminal e 60 mL de solução tampão de Menke), de acordo com Longo et al. (2006) e, em seguida, os frascos foram fechados com tampas de borrachas, lacrados com anéis de alumínio, homogeneizados por agitação manual e mantidos em banho-maria a 39°C. Foram incluídos três frascos contendo as soluções de incubação, sem amostra de DDGS, como prova em branco.

A transformação dos dados de leitura de pressão em polegada quadrada (psi) para volume (mL) foi realizada através da equação:

$Y = 0,2839 X_1$ (Y é o volume de gases (mL) e X é a pressão (psi)).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi avaliada de acordo com Mauricio *et al.* (2003), ao final de 9, 18, 36 e 48h de incubação da produção de gases *in vitro*. O conteúdo de cada amostra incubada em frasco de vidro foi filtrado em cadinho de Gooch, porosidade número 2 (40 a 100 micras) e o resíduo lavado com água destilada quente. Após esse procedimento, os cadinhos foram armazenados em estufa a 105° C para determinar posteriormente a DIVMS.

A digestibilidade da FDN foi analisada adicionando solução de detergente neutro ao resíduo da DIVMS, resultando o resíduo em detergente neutro para posterior estimativa da DFDN (degradação da fibra em detergente neutro).

Os cálculos de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e da energia metabolizável (EM) foram determinadas conforme equações preconizadas por Menke e Steingass (1988):

$$EM: (MJ/Kg MS) = 2,20 + (0,136 * \text{gás}24) + (0,0057 * PB) + (0,00029 * EE)$$

$$DIVMO: (g/Kg MS) = 14,88 + (0,889 * \text{gás}24) + (0,045 * PB) + (0,065 * MM)$$

Onde:

gás24 = produção de gás *in vitro* em 24 horas de incubação (mL/0,2g MS) e

PB, EE e MM = expressos em g/Kg de MS.

Análise Estatística

Os dados de produção de gás *in vitro* e digestibilidade *in vitro* foram analisados com o pacote SAS® (SAS Institute, 2002). Antes das análises propriamente ditas, os dados foram analisados em relação à presença de informações discrepantes (“outliers”) e normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk). Quando a premissa de normalidade não foi atendida, a transformação logarítmica ou pela raiz quadrada foi necessária.

Os dados foram analisados de acordo com o Proc Mixed para modelos mistos. Para as análises, dentre as 15 diferentes estruturas de covariância testadas, a que melhor se ajustou ao modelo estatístico foi escolhida baseado no menor valor do critério de informação Akaike corrigido (AICC) (Wang e Goonewardene, 2004). O modelo incluiu efeitos fixos de tratamentos, tempo de coleta e a interação dupla entre os fatores, sendo que, o tempo de coleta foi usado como medida repetida no tempo. Os efeitos de tratamentos foram separados pelo teste de Tukey. Para todos os testes realizados foi adotado o nível de significância de 5%.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Assim como os resultados apresentados por Tjardes e Wright (2002), as amostras analisadas apresentaram variabilidade na composição química (Tabela 1), o que pode estar relacionado ao tipo de matéria prima utilizada, diferenças nos tipos de levedura, fermentação e eficiências de destilação, processos de secagem e quantidade de solúveis adicionados ao produto final, além das diferentes matérias primas utilizadas na produção do etanol (milho ou sorgo).

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica, expressos em % da MS, de 11 amostras de grãos secos de destilaria com solúveis de milho e/ou sorgo (DDGS).

Parâmetros ¹	Amostras ²										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MS	90,05	92,32	86,02	92,50	90,71	92,89	92,75	92,16	82,91	94,96	91,25
MM	2,14	2,12	2,25	1,82	1,88	2,33	2,01	1,41	2,10	1,59	1,40
FDN	57,52	69,50	61,87	59,73	70,69	70,53	71,46	62,54	60,51	55,04	62,69
FDA	13,25	14,42	15,26	15,54	14,81	13,45	20,09	16,35	15,46	13,085	14,14
LIG	1,52	1,91	2,91	2,68	1,72	1,32	5,18	4,02	2,82	2,84	3,07
HEM	44,26	55,09	46,61	44,18	55,88	57,09	51,37	46,19	45,05	41,19	48,22
CEL	11,73	12,51	12,35	12,86	13,10	12,13	14,91	12,33	12,64	11,01	11,10
EE	11,28	8,49	6,79	6,85	7,70	8,07	8,04	7,48	7,18	9,27	7,79
PB	38,10	30,43	33,51	34,90	30,24	30,86	31,24	30,92	30,45	30,27	31,20
Ca	0,10	0,10	0,07	0,05	0,08	0,12	0,11	0,13	0,08	0,12	0,11
P	0,45	0,44	0,49	0,42	0,41	0,43	0,44	0,40	0,67	0,63	0,57
S	0,34	0,30	0,29	0,30	0,35	0,36	0,37	0,31	0,29	0,29	0,27

¹MS = Matéria seca; MM = Matéria mineral; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; LIG = Lignina; HEM = Hemicelulose; CEL = Celulose; EE = Extrato Etéreo; PB = Proteína bruta; Ca = Cálcio; P = Fósforo e S = Enxofre. ²Amostra 0: DDGS de milho Abr/2015 (Destilaria X); Amostra 1: DDGS milho Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 2: DDGS milho e sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 3: DDGS sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 4: DDGS milho Jun/2015 (Destilaria X); Amostra 5: DDGS de milho Out/2015 (Destilaria X); Amostra 6: DDGS milho Ago/2015 (Destilaria X); Amostra 7: DDGS milho Mar/2016 (Destilaria X); Amostra 8: DDGS milho Mar/2016 (Destilaria Y); Amostra 9: DDGS de milho Abr/2016 (Destilaria X); Amostra 10: DDGS de milho Mai/2016 (Destilaria Y).

A amostra que apresentou o maior teor de umidade, com 17,09%, foi o DDGS de milho coletado em março de 2016 oriundo da destilaria Y, que deteriorou-se rapidamente (3 semanas após a coleta), tornando seu uso impróprio, confirmando as informações da US Grains Council (2012), em que é aceito umidade de até 15%, para evitar aquecimento e deterioração. Além disso, deve-se ter cuidado quando o produto possui teor de umidade elevada, pois torna a gordura mais susceptível à oxidação (ranço). As demais amostras analisadas apresentaram teor de umidade abaixo de 15%.

A concentração média de extrato etéreo na MS foi de 8,12%, chegando até 11,28%, o que sugere cuidado quando da utilização do DDGS como ingrediente, para que a dieta não ultrapasse a 5% de EE na MS, a fim de assegurar o consumo máximo da dieta e não interferir na digestão da fração fibrosa.

O valor médio de FDN de 63,83% nas amostras analisadas pode ajudar evitar efeitos negativos em dietas com baixa inclusão de forragem, prevenindo distúrbios digestivos em ruminantes (Tjardes e Wright, 2002), no entanto, devido ao pequeno tamanho das partículas, a fibra se torna pouco efetiva para vacas em lactação e não se recomenda que resíduos de grãos de destilaria com solúveis substitua o volumoso da dieta (Schingoethe et al., 2009).

O coproduto avaliado apresentou ser uma boa fonte de proteína, com média de 32,01% de PB na MS, sendo os

valores máximos e mínimos obtidos de 38,10% e 31,24%, respectivamente.

Quando utilizado na alimentação animal deve se atentar com a concentração de Ca e P no DDGS. Os valores médios obtidos nas amostras analisadas foram de 0,10% Ca e 0,49% P, o que corresponde a uma relação Ca:P de 0,2:1. Dessa forma, é necessário verificar se será necessário complementar com outra fonte de P, conforme a inclusão de DDGS e a exigência nutricional dos animais. Já, fontes de Ca devem ser adicionadas até que a relação Ca:P seja igual ou maior que 1,2:1, mas inferior a 7:1 (Tjardes e Wright, 2002).

O teor médio de S no DDGS foi 0,32%, com base na MS, resultado inferior ao apresentado pelo US Grains Council (2012), que obteve valores entre 0,31 a 1,93% (média de 0,69%). No entanto, deve-se ter cuidado quanto aos níveis de sulfato na água fornecida aos animais, de forma que a dieta não ultrapasse 0,4% de S, para não haver riscos de poliencefalomalácia e interferência na absorção e metabolismo do cobre (Tjardes e Wright, 2002).

A produção média e acumulada de gases *in vitro* (mL/g MS) apresentaram diferença significativa entre as amostras analisadas, assim como o tempo de incubação (Tabela 2). Além disso, foi observado interação entre tratamentos (amostras) e tempo de incubação (Tabela 3).

Houve aumento na produção média de gases *in vitro* acumulada no decorrer do período de incubação (Figura 1).

Tabela 2 - Produção média e média acumulada de gases *in vitro* (mL/gMS) em amostras de grãos secos de destilaria com solúveis de milho e/ou sorgo (DDGS).

Amostras de DDGS ¹	Produção média de gases <i>in vitro</i> (mL/gMS)	Produção média de gases <i>in vitro</i> acumulada (mL/g MS)
0	13,38	68,76
1	20,19	92,04
2	20,81	100,80
3	19,04	102,16
4	21,55	100,74
5	18,79	90,82
6	13,60	61,27
7	13,71	67,69
8	21,14	102,67
9	14,89	75,67
10	15,45	77,41
Horas de coleta	Produção média de gases <i>in vitro</i> (mL/g MS)	Produção média de gases <i>in vitro</i> acumulada (mL/g MS)
0	0	0
6	11,32	11,32
9	13,35	24,38
12	17,58	41,76
18	29,19	70,65
24	29,39	100,03
30	24,49	124,53
36	21,79	146,32
42	15,04	161,36
48	12,88	174,24
Erro padrão da média DDGS	0,38	2,1
Horas de coleta	<0,0001	<0,0001
Amostras x hora de coleta	<0,0001	<0,0001

¹Amostra 0: DDGS de milho Abr/ 2015 (Destilaria X); Amostra 1: DDGS milho Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 2: DDGS milho e sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 3: DDGS sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 4: DDGS milho Jun/ 2015 (Destilaria X); Amostra 5: DDGS de milho Out/ 2015 (Destilaria X); Amostra 6: DDGS milho Ago/ 2015 (Destilaria X); Amostra 7: DDGS milho Mar/ 2016 (Destilaria X); Amostra 8: DDGS milho Mar/2016(Destilaria Y); Amostra 9: DDGS de milho Abr/ 2016 (Destilaria X); Amostra 10: DDGS de milho Mai/2016(Destilaria Y)

Tabela 3 - Produção de gases *in vitro* e produção de gases *in vitro* acumulada (mL/gMS) e interação com o tempo de incubação, em amostras de grãos secos de destilaria com solúveis de milho e/ou sorgo (DDGS).

Amostras ¹	Tempo										
	0	6	9	12	18	24	30	36	42	48	
Produção de gases <i>in vitro</i> (mL/gMS)	0	0,00	9,42 ^{ab}	13,54 ^{ab}	14,18 ^{bc}	22,46 ^c	22,95 ^{bc}	19,17 ^b	16,59 ^b	8,22 ^c	7,23 ^c
	1	0,00	10,58 ^{ab}	10,59 ^b	14,66 ^{bc}	30,41 ^b	35,49 ^a	33,08 ^a	28,86 ^a	20,68 ^a	17,53 ^a
	2	0,00	9,90 ^{ab}	12,16 ^{ab}	19,91 ^b	41,13 ^a	37,12 ^a	31,18 ^a	25,48 ^a	17,49 ^{ab}	13,67 ^{ab}
	3	0,00	15,48 ^a	16,99 ^a	24,06 ^a	39,99 ^a	33,29 ^{ab}	20,95 ^b	18,62 ^b	10,85 ⁵⁶	10,09 ^b
	4	0,00	10,71 ^{ab}	11,78	18,90 ^b	36,57 ^{ab}	38,17 ^a	32,30 ^a	28,42 ^a	21,05 ^a	17,55 ^a
	5	0,00	13,27 ^a	14,04 ^{ab}	18,02 ^b	29,74 ^b	29,33 ^{ab}	26,06 ^{ab}	25,35 ^a	17,23 ^{ab}	14,87 ^{ab}
	6	0,00	7,20 ^b	7,66 ^c	10,19 ^c	20,47 ^c	21,76 ⁵⁶	20,00 ^b	18,90 ^{ab}	15,33 ^{ab}	14,42 ^{ab}
	7	0,00	11,71 ^a	12,15 ^b	17,10 ^b	21,29 ^c	20,92 ^c	14,19 ^c	15,01 ^b	13,47 ^b	11,24 ^b
	8	0,00	12,89 ^a	16,03 ^a	21,84 ^{ab}	34,90 ^{ab}	36,05 ^a	32,76 ^a	28,06 ^a	15,77 ^{ab}	13,06 ^{ab}
	9	0,00	12,53 ^a	16,58 ^a	18,11 ^b	21,15 ^c	23,38 ^{bc}	18,37 ^b	16,01 ^b	11,97 ^b	10,72 ^b
	10	0,00	10,81 ^{ab}	15,27 ^a	16,40 ^b	22,94 ^c	24,77 ^{bc}	21,30 ^b	18,37 ^{ab}	13,34 ^b	11,22 ^b
Produção de gases <i>in vitro</i> acumulada (mL/g MS)	0	0,00	9,42 ^{ab}	22,40 ^b	36,57 ^{bc}	59,04 ^d	81,99 ^b	101,17 ^b	117,77 ^b	125,99 ^{bc}	133,23 ^b
	1	0,00	10,58 ^{ab}	21,17 ^b	35,83 ^{bc}	66,25 ^c	101,74 ^{ab}	134,83 ^a	163,69 ^a	184,38 ^a	201,91 ^a
	2	0,00	9,90 ^{ab}	22,06 ^b	41,96 ^b	83,1 ^b	120,23 ^a	151,41 ^a	176,90 ^a	194,40 ^a	208,07 ^a
	3	0,00	15,48 ^a	32,47 ^a	56,53 ^a	96,52 ^a	129,82 ^a	150,78 ^a	169,41 ^a	180,26 ^a	190,36 ^{ab}
	4	0,00	10,71 ^{ab}	22,49 ^b	41,39 ^b	77,97 ^b	116,14 ^a	148,45 ^a	176,87 ^a	197,92 ^a	215,47 ^a
	5	0,00	13,27 ^a	26,75 ^{ab}	44,78 ^b	74,52 ^{bc}	103,85 ^{ab}	129,91 ^{ab}	155,27 ^{ab}	172,51 ^{ab}	187,38 ^{ab}
	6	0,00	7,20 ^b	15,08 ^c	25,27 ^c	45,75 ^c	67,51 ^c	87,5189 ^c	106,43 ^b	121,76 ^c	136,18
	7	0,00	11,71 ^a	21,64	38,74 ^{bc}	60,02 ^d	80,95 ^b	95,1456 ^{bc}	110,16 ^b	123,63 ^c	134,87 ^b
	8	0,00	12,89 ^a	28,92 ^a	50,75 ^{ab}	82,33 ^b	118,39 ^a	151,15 ^a	179,21 ^a	194,98 ^a	208,05 ^a
	9	0,00	12,53 ^a	29,11 ^a	45,00 ^b	66,15 ^c	89,54 ^b	107,91 ^b	123,93 ^b	135,90 ^b	146,63 ^b
	10	0,00	10,81 ^{ab}	26,09 ^{ab}	42,48 ^b	65,43 ^c	90,21 ^b	111,51 ^b	129,90 ^b	143,24 ^b	154,46 ^b

^{a-c}: médias seguidas por letras sobrescritas distintas (linhas) diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹Amostra 0: DDGS de milho Abr/ 2015 (Destilaria X); Amostra 1: DDGS milho Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 2: DDGS milho e sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 3: DDGS sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 4: DDGS milho Jun/ 2015 (Destilaria X); Amostra 5: DDGS de milho Out/ 2015 (Destilaria X); Amostra 6: DDGS milho Ago/ 2015 (Destilaria X); Amostra 7: DDGS milho Mar/ 2016 (Destilaria X); Amostra 8: DDGS milho Mar/2016(Destilaria Y); Amostra 9: DDGS de milho Abr/ 2016 (Destilaria X); Amostra 10: DDGS de milho Mai/2016(Destilaria Y)

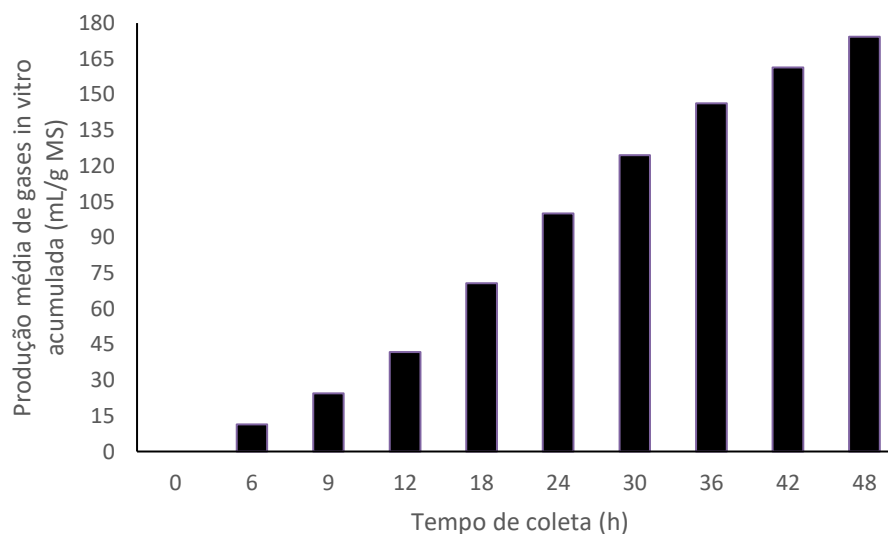


Figura 1 - Produção de gases *in vitro* acumulada (mL/g MS) de amostras de grãos secos de destilaria com solúveis de milho e/ou sorgo (*dried distillers grains with solubles* - DDGS).

Considerando que o tempo médio de retenção do alimento no rúmen é de 48 horas, quanto maior for a degradação neste intervalo, melhor é a qualidade

fermentativa do alimento e a produção de gases teve pico nesse período, entre 18 e 24 horas de incubação (Figura 2).

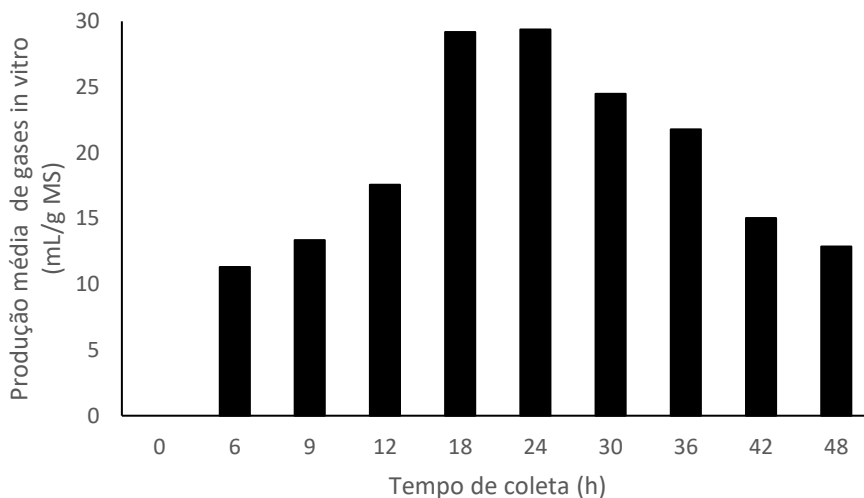


Figura 2 - Produção de gases *in vitro* (mL/gMS) de amostras de grãos secos de destilaria com solúveis de milho e/ou sorgo (*dried distillers grains with solubles* - DDGS).

A produção de gases aumentou em todas as amostras avaliadas no decorrer do período de fermentação e a amostra 4 (DDGS milho Jun/ 2015 - Destilaria X) se

destacou por atingir a maior produção acumulada de gases com 48 horas de fermentação, porém não diferindo das amostras 1, 2, 3, 5 e 8 (Figura 3).

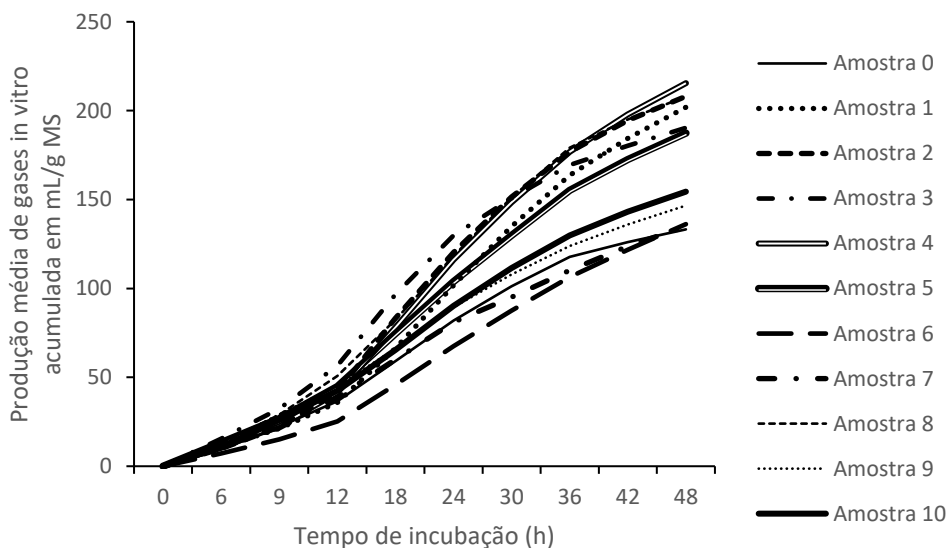


Figura 3 - Produção acumulada de gás em função dos tempos de incubação de amostras de grãos secos de destilaria com solúveis de milho e/ou sorgo (DDGS).

Pode-se verificar que houve variação significativa para os parâmetros cinéticos de degradação *in vitro* separando as amostras em dois grupos (Figura 3). Esta variação relata diferenças importantes, uma vez que resulta em maior ou menor digestibilidade dos mesmos. Conhecer o teor de nutrientes e a digestibilidade do DDGS que será utilizado é o fator mais importante para avaliar o valor econômico e obter o máximo desempenho animal, pois superestimando teor de nutrientes de qualquer ingrediente da dieta pode resultar em desempenho reduzido dos animais e subestimando teor de nutrientes pode exceder as

exigências do animal, elevando os custos com a alimentação, aumentando a excreção de nutrientes e podendo causar intoxicação.

As digestibilidades *in vitro* da matéria seca e da fibra em detergente neutro apresentaram diferença significativa entre as amostras analisadas, assim como o tempo de incubação (Tabela 4). Além disso, houve interação entre as variáveis amostras x tempo de incubação para as digestibilidades *in vitro* da matéria seca e da fibra em detergente neutro (Tabela 5).

Tabela 4 - Valores médios de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) de amostras de grãos secos de destilaria com solúveis de milho e/ou sorgo (DDGS).

Amostras de DDGS ¹	DIVMS (%)	DIVFDN (%)
0	47,30	44,68
1	42,85	42,30
2	40,79	36,17
3	36,29	31,55
4	41,90	44,35
5	38,96	51,81
6	36,75	46,13
7	44,23	46,90
8	46,21	46,82
9	47,03	39,96
10	45,81	45,04
Horas de coleta		
9	27,33	19,25
18	38,99	38,75
36	50,09	55,89
48	53,82	59,09
EPM	1,01	1,51
Valor de P		
DDGS	<0,0001	<0,0001
Horas de coleta	<0,0001	<0,0001
Amostras x Horas de coleta	<0,0001	<0,0003

¹Amostra 0: DDGS de milho Abr/ 2015 (Destilaria X); Amostra 1: DDGS milho Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 2: DDGS milho e sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 3: DDGS sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 4: DDGS milho Jun/ 2015 (Destilaria X); Amostra 5: DDGS de milho Out/ 2015 (Destilaria X); Amostra 6: DDGS milho Ago/ 2015 (Destilaria X); Amostra 7: DDGS milho Mar/ 2016 (Destilaria X); Amostra 8: DDGS milho Mar/2016(Destilaria Y); Amostra 9: DDGS de milho Abr/ 2016 (Destilaria X); Amostra 10: DDGS de milho Mai/2016(Destilaria Y).

Tabela 5 - Interação dos valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) em relação ao tempo de incubação de amostras de grãos secos de destilaria com solúveis de milho e/ou sorgo (DDGS).

Amostras de DDGS ¹	Tempo				
	9	18	36	48	
DIVMS (%)	0	31,22 ^{ab}	45,60 ^a	55,12 ^a	57,25 ^{ab}
	1	25,67 ^b	40,63 ^{ab}	50,16 ^b	54,93 ^b
	2	23,12 ^{bc}	34,69 ^{bc}	52,96 ^b	52,40 ^b
	3	21,74 ^c	34,80 ^{bc}	40,83 ^d	47,81 ^{bc}
	4	25,34 ^b	38,06 ^b	48,29 ^{bc}	55,93 ^b
	5	26,37 ^b	42,38 ^a	42,30 ^{cd}	44,80 ^c
	6	22,02 ^c	29,86 ^c	45,77 ^c	49,35 ^{bc}
	7	27,84 ^b	40,70 ^{ab}	48,78 ^{bc}	59,60 ^a
	8	27,89 ^b	41,77 ^a	58,08 ^a	57,06 ^{ab}
	9	33,43 ^a	42,21 ^a	55,38 ^a	57,11 ^{ab}
	10	36,00 ^a	38,28 ^b	53,27 ^{ab}	55,72 ^b
DIVFDN (%FDN)	0	17,91 ^b	41,05 ^b	57,85 ^{ab}	61,88 ^a
	1	18,59 ^b	33,46 ^{bc}	57,31 ^{ab}	59,84 ^{ab}
	2	11,68 ^c	30,48 ^c	46,63 ^{bc}	55,86 ^b
	3	14,31 ^{bc}	28,25 ^c	39,74 ^c	43,89 ^c
	4	19,30 ^b	37,15 ^{bc}	58,34 ^{ab}	62,59 ^a
	5	29,73 ^a	55,91 ^a	59,28 ^a	62,32 ^a
	6	20,19 ^b	43,56 ^b	60,85 ^a	59,91 ^{ab}
	7	25,28 ^{ab}	39,82 ^b	58,86 ^{ab}	63,63 ^a
	8	18,15 ^b	41,77 ^b	62,64 ^a	64,72 ^a
	9	15,85 ^{bc}	35,72 ^{bc}	52,67 ^b	55,61 ^b
	10	20,71 ^b	39,05 ^b	60,63 ^a	59,76 ^{ab}

^{a-c}: médias seguidas por letras sobrescritas distintas (coluna) diferem significativamente ($p \leq 0.05$) pelo teste de Tukey.

¹Amostra 0: DDGS de milho Abr/ 2015 (Destilaria X); Amostra 1: DDGS milho Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 2: DDGS milho e sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 3: DDGS sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 4: DDGS milho Jun/ 2015 (Destilaria X); Amostra 5: DDGS de milho Out/ 2015 (Destilaria X); Amostra 6: DDGS milho Ago/ 2015 (Destilaria X); Amostra 7: DDGS milho Mar/ 2016 (Destilaria X); Amostra 8: DDGS milho Mar/2016(Destilaria Y); Amostra 9: DDGS de milho Abr/ 2016 (Destilaria X); Amostra 10: DDGS de milho Mai/2016(Destilaria Y).

Entre as diversas amostras analisadas, fica evidente que a amostra 3 (sorgo) apresentou, em geral, os menores resultados quanto aos parâmetros de DIVMS e DIVFDN, independente do tempo de incubação.

Observa-se que todas as amostras analisadas apresentaram pico na DIVMS e DIVFDN com 36 e 48 horas de incubação, e das 11 amostras, apenas 3 apresentaram menos que 50% de DIVMS com 48 horas de incubação (amostras 3, 5 e 6) e apenas a amostra 3 (sorgo) apresentou um valor abaixo de 50% de DIVFDN com 48 horas de incubação.

Os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), energia metabolizável e energia digestível diferiram entre as amostras analisadas (Tabela 6). Houve uma amplitude de variação grande quanto a DIVMO, com valores variando entre 61,4% a 85,5%. Da mesma forma, os valores de energia metabolizável e energia digestível apresentaram variações de grande amplitude entre as diferentes partidas analisadas. Estes resultados reafirmam a necessidade de análises químico-bromatológicas do DDGS antes da sua utilização em formulação de dietas.

Tabela 6 - Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, energia metabolizável e energia digestível de amostras de grãos secos de destilaria com solúveis de milho e/ou sorgo (*dried distillers grains with solubles* - DDGS).

Variáveis	DDGS										EPM	Valores de P	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10
DIVMO (%)	73,9 ^{bc}	81,4 ^{ab}	85,5 ^a	78,5 ^{ab}	81,3 ^{ab}	78,2 ^{ab}	68,4 ^{dc}	61,4 ^d	81,9 ^a	65,3 ^d	65,0 ^d	2,4	<0,0001
EM (mJ/kg MS)	7,5 ^{bc}	8,8 ^a	9,2 ^a	8,7 ^{ab}	9,1 ^a	8,0 ^{abc}	6,9 ^c	6,8 ^c	8,9 ^a	7,1 ^c	7,4 ^c	0,26	<0,0001
EM (Mcal/kg MS)	1,8 ^{bc}	2,1 ^a	2,2 ^a	2,0 ^{ab}	2,2 ^a	1,9 ^{abc}	1,7 ^c	1,6 ^c	2,1 ^a	1,7 ^c	1,8 ^c	0,06	<0,0001
ED (Mcal/kg MS)	2,2 ^b	2,6 ^a	2,7 ^a	2,5 ^a	2,7 ^a	2,3 ^{ab}	2,0 ^b	2,0 ^b	2,6 ^a	2,1 ^b	2,2 ^b	0,07	<0,0001

EPM: erro padrão da média. ^{a-c}: médias seguidas por letras sobrescritas distintas (linhas) diferem significativamente (p≤0.05) pelo teste de Tukey. Amostra 0: DDGS de milho Abr/ 2015 (Destilaria X); Amostra 1: DDGS milho Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 2: DDGS milho e sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 3: DDGS sorgo Set/2015 (Destilaria Y); Amostra 4: DDGS milho Jun/ 2015 (Destilaria X); Amostra 5: DDGS de milho Out/ 2015 (Destilaria X); Amostra 6: DDGS milho Ago/ 2015 (Destilaria X); Amostra 7: DDGS milho Mar/ 2016 (Destilaria X); Amostra 8: DDGS milho Mar/2016(Destilaria Y); Amostra 9: DDGS de milho Abr/ 2016 (Destilaria X); Amostra 10: DDGS de milho Mai/2016(Destilaria Y).

CONCLUSÃO

Diante dos resultados das análises, pode-se constatar que a utilização de DDGS na alimentação de bovinos é uma alternativa para incremento proteico e calórico da dieta. Em função das variações nos níveis nutricionais entre as amostras, sugere-se cuidados nas formulações de dietas com o produto e a necessidade de análises bromatológicas entre diferentes partidas.

REFERÊNCIAS

COOPER, G.; WEBER, J. A. An outlook on world biofuel production and its implications for the animal feed industry. In: Makkar, F.P.S. (eds.) **Biofuel Co-products as Livestock Feed - Opportunities and Challenges**. Rome, IT: FAO, p.1-12, 2012.

KLOPFENSTEIN, T. J.; ERICKSON, G. E.; BREMER, V. R. Use of distillers co-products in diets fed to beef cattle. In: Babcock, B.A.; Hayes, D.J.; Lawrence, J.D. Using distillers grains in the U.S. and international livestock and poultry industries. **Iowa State University**, Ames, Iowa; p.5-55, 2008.

LONGO, C.; BUENO, I. C. S.; NOZELLA, E. F.; GODDOY, P. B.; CABRAL FILHO, S. L. S.; ABDALLA, A. L. The influence of head-space and inoculum dilution on *in vitro* ruminal methane measurements. **International Congress Series**, Amsterdam, v.1293, p.65-65, 2006.

MAURICIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, N. M.; MARTINS, R. G.

R.; RODRIGUES, J. A. S. Potencial da Técnica *in vitro* Semi-Automática de Produção de Gases para Avaliação de Silagens de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1013-1020, 2003.

PELL, A. N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.9, p.1063-1073, 1993.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1979. 40p.

SCHINGOETHE, D. J.; KALSCHUR, K. F.; HIPPEN, A. R.; GARCIA, A. D. Invited review: The use of distillers products in dairy cattle diets. **Journal of Dairy Science**. v. 92, p. 5802–5813. 2009. doi: 10.3168/jds.2009-2549.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 3. ed. Viçosa, MG:UFV, 2006. 235p.

STOCK, R. A.; LEWIS, J. M.; KLOPFENSTEIN, T. J.; MILTON, C. T. Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. **American Society of Animal Science**, University of Nebraska, Lincoln, 2000.

TJARDES, K.; WRIGHT, C. Feeding Corn Distiller's Co-Products to Beef Cattle. **Animal & Range Sciences**, n.2036, p.1-5, 2002.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; MCALLAN, A. B. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. **Animal Feed Science and echnology**, Amsterdam, v.48, n.1, p.185197, 1994.

WANG, L. A.; GOONEWARDENE, Z. The use of MIXED models in the analysis of animal experiments with repeated measures data. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 84, n. 1, p. 1-11, 2004.