



Características nutricionais de grãos secos destilados com solúveis e seus efeitos no desempenho e viabilidade econômica para suínos

Nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles and their effects on performance and economic viability for pigs

Anderson Corassa*¹ , Tatiane Izabel Silva Santos¹ , Daniela Rocha Silva¹ , Igor Willian Wrobel Straub¹ , Ana Paula Silva Ton¹ , Maicon Sbardella¹ , Charles Kiefer² , Claudson Oliveira Brito³ , Alexandre de Oliveira Teixeira⁴ 

1 Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, Mato Grosso, Brazil

2 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil

3 Universidade Federal do Sergipe (UFS), Aracajú, Sergipe, Brazil

4 Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), São João del-Rei, Minas Gerais, Brazil

*autor correspondente: anderson_corassa@ufmt.br

Resumo: As características químicas e nutricionais de quatro grãos secos destilados com solúveis (DDGS) foram determinados quanto a matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e energia bruta analisada (EBa) dos quais os valores de energia bruta (EB), digestível (ED), metabolizável (EM) e líquida (EL) foram estimados. Houve diferenças no conteúdo de EE, FDN, EBa, EB, ED, EM e EL entre lotes. Um total de 40 machos castrados 72.69 ± 5.66 kg foram distribuídos em blocos ao caso, alimentados com dietas com 0, 100, 200 e 300 g kg^{-1} DDGS por 28 dias. A inclusão de DDGS não afetou consumo de ração diário, ganho de peso diário e conversão alimentar mas reduziu de forma linear o peso final. Baseados nos resultados de desempenho, preços de ingredientes e mercado local foram calculados os custos de ração, receita e lucro operacional bruto (LOB). Inclusões de DDGS em dietas para suínos reduziu custos e receitas mas não afetou LOB. DDGS apresentam variação química e nutricional entre lotes. Níveis de até 300 g kg^{-1} de DDGS não afetam desempenho e lucratividade com suínos em terminação.

Palavras-chave: composição química; DDGS; energia metabolizável; etanol de milho; lucro

Abstract: The chemical and nutritional characteristics of the four distillers dried grains with solubles (DDGS) were determined for dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF) and gross energy analyzed (GEa), from which the values of gross energy (GE), digestible energy (DE), metabolizable energy (ME) and net energy (NE) were estimated. There were differences in the contents of EE, NDF, GEa, GE, DE, ME and NE between the lots. A total of 40 barrows with an initial weight of 72.69 ± 5.66 kg were assigned to a randomized block design, fed diets containing 0, 100, 200 and 300 g kg^{-1} DDGS for 28 days and were subjected to performance assessment. The inclusion of DDGS in the diets did not affect daily feed intake (DFI), daily weight gain

Recebido: 26 de setembro, 2023. Aceito: 22 de dezembro, 2023. Publicado: 26 de fevereiro, 2024.

(DWG) or feed conversion (FC) but linearly reduced the final weight. Based on the results of the performance and prices of ingredients in the local market, we calculated the costs of feed, revenue and gross operating profit (GOP). Inclusions of DDGS in pig diets reduced costs and revenues but did not affect GOP. DDGS presented chemical and nutritional variation between the lots. Levels of inclusion up to 300 g kg⁻¹ DDGS do not affect finishing pig performance and profitability.

Keywords: chemical composition; corn ethanol; DDGS; metabolizable energy; profit

1. Introdução

A produção de biocombustíveis é uma realidade nos principais países de economia expressiva mundial e deve continuar crescendo. A produção mundial de etanol atingiu 28 bilhões de galões em 2022, com 55% dos EUA e 26% do Brasil gerando 36 e 3,5 milhões de toneladas de coprodutos de grãos para alimentação animal, respectivamente ^(1, 2,3).

A produção de etanol baseada em grãos gera um coproduto conhecido como grãos secos destilados com solúveis (DDGS). É estimado que, no processo de moagem a seco, a utilização de 100 kg de grãos resulta em 40,2 L de etanol, 32,3 kg de DDGS e 32,3 kg de CO₂ ⁽⁴⁾, mostrando a importância da indústria e deste coproduto como ingrediente alternativo na dieta animal à partir do surgimento das primeiras indústrias brasileiras.

Características nutricionais como altos teores de proteína, óleo, energia e fósforo disponível têm promovido o DDGS como um ingrediente com grande potencial para substituir ingredientes tradicionais e caros, como milho, farelo de soja e fosfato bicálcico. Entretanto, a composição química, a digestibilidade e o potencial de utilização em dietas para suínos têm mostrado grande variabilidade entre os estudos ^(5,6), havendo escassez de informações no Brasil. Assim, foi gerada a hipótese de que o DDGS produzido no Brasil tem uma caracterização diferente de outros países, mas também apresenta uma diferença entre seus lotes de produção, com diferentes valores energéticos e efeitos sobre o desempenho e viabilidade econômica.

Portanto, este estudo teve como objetivo estimar os valores nutricionais de diferentes DDGS de milho produzidos no Brasil, bem como os efeitos sobre o desempenho zootécnico e a viabilidade econômica em dietas de suínos em terminação.

2. Material e métodos

O estudo foi realizado no Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) (Sinop, Mato Grosso, Brasil, latitude -11° 86' 26" e longitude -55° 48' 49"). Todas as práticas envolvendo o uso dos animais estavam de acordo com os princípios éticos em experimentação animal aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UFMT (23108.017482/2022-58).

Para a caracterização química e nutricional dos diferentes coprodutos, amostras de quatro DDGS de milho foram coletadas de diferentes destilarias do Brasil e enviadas ao laboratório. Do volume inicial, uma subamostra de cada fonte de DDGS foi coletada e triturada em moinho de facas com peneiras de 1,0 mm.

Cada amostra foi analisada em quadruplicata e quantificada quanto à matéria seca (MS, método 934.01) ⁽⁷⁾, proteína bruta (PB, método 2001.11) ⁽⁷⁾, extrato etéreo (EE, método 945.38) ⁽⁷⁾, matéria mineral (MM, método 923.03) ⁽⁷⁾ e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN; método INCT-CA F-001/1) ⁽⁸⁾. A análise da FDN foi realizada com filtros de mangas e extratores de fibras (Ankom®), corrigidos para MM e PB, nos quais o resíduo da digestão em detergente neutro foi incinerado em forno mufla a 600°C por três horas, e a correção para proteína foi realizada utilizando-se proteína bruta insolúvel em detergente neutro (PIDN) ⁽⁸⁾. A energia bruta analisada (GEa) foi determinada por meio de combustão completa em bomba calorimétrica (PARR 6400), e o tamanho das partículas (PS) foi determinado de acordo com Zanotto e Bellaver ⁽⁹⁾.

Foram calculadas as energias bruta (EB), digestível (ED), metabolizável (EM) e líquida (EL): $EB = 4.583 + (50,6 * EE) - (0,1 * PS)$ ⁽¹⁰⁾; $ED = -2.161 + (1,39 * EB) - (20,7 * FDN) - (49,3 * EE)$ ⁽⁵⁾; $EM = -261 + (1,05 * ED) - (7,89 * CP) + (2,47 * FDN) - (4,99 * EE)$ ⁽⁵⁾; e $EL = (115,01 * EE) + 1.501,01$ ⁽¹¹⁾.

A avaliação de desempenho foi realizada utilizando-se 40 suínos machos castrados de $72,69 \pm 5,66$ kg para dietas à base de milho e farelo de soja ⁽¹²⁾, com 0, 100, 200 ou 300 g kg⁻¹ de DDGS de grande escala comercial (Tabela 1). Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos, cinco repetições (blocos) e dois animais por unidade experimental. Os pesos iniciais dos suínos foram utilizados como critério para os blocos. O desempenho dos animais foi avaliado em relação ao consumo diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) no período 1 (0-14 dias), período 2 (15-28 dias) e no período total (0-28 dias).

Com base nos resultados de desempenho, foi realizada uma análise de viabilidade econômica do uso do DDGS utilizando o custo com ração (Custo), receita bruta (Receita) e lucro operacional bruto (LOB) com as seguintes equações: $\text{Custo (U\$/animal)} = \text{CDI (kg/dia)} \times \text{preço da ração (U\$/kg)} \times 28 \text{ dias}$; $\text{Receita (U\$/animal)} = \text{peso final (kg)} \times \text{preço do suíno (U\$/kg)}$; e $\text{LOB (U\$/animal)} = \text{Receita} - \text{Custo}$.

O custo de cada ingrediente (R\$ kg⁻¹) utilizado nas formulações das dietas foi DDGS 0,45, farelo de soja 0,822, milho 0,508, fosfato bicálcico 2,28, calcário calcítico 0,13, sal comum 0,13, L-lisina HCL 4,75, DL-metionina 22,97 e premix mineral-vitamínico 3,40. O preço dos suínos foi de R\$ 2,81/kg. Os preços do milho, farelo de soja e suínos foram obtidos a partir da cotação para a região norte do estado de Mato Grosso realizada pelo Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária, e os resultados foram convertidos em dólares.

Os dados sobre as composições química e energética foram testados por análise de variâncias e comparados pelo teste de Duncan pelo procedimento GLM, enquanto os dados de desempenho e econômicos foram obtidos particionando-se a soma dos quadrados dos tratamentos em contrastes ortogonais para avaliar os efeitos lineares e quadráticos pelo procedimento MIXED usando SAS (SAS Institute, Inc., Cary, NC, EUA) ao nível de probabilidade de 0,05.

Tabela 1 Composição centesimal e calculada das dietas

Ingrediente (g kg ⁻¹)	DDGS (g kg ⁻¹) ¹			
	0	100	200	300
Milho	778,7	715,8	623,6	534,0
Farelo de soja-45%	199,0	154,0	140,0	127,0
DDGS		100,0	200,0	300,0
Fosfato bicálcico	11,9	11,0	10,5	9,9
Sal comum	3,6	3,6	3,6	3,6
Calcário calcítico	3,0	10,0	17,0	20,0
L-Lisina	1,6	2,9	3,3	3,5
Premix mineral-vitaminico 2	2,0	2,0	2,0	2,0
DL-Metionina	0,3			
<i>Composição calculada por kg de mistura</i>				
Energia metabolizável suínos (kcal)	3.240	3.245	3.250	3.270
Proteína bruta (g)	153,0	157,7	172,8	188,6
Calcio (g)	4,7	7,2	9,7	10,7
Fósforo disponível (g)	2,6	2,6	2,7	2,8
Sódio (g)	1,6	1,6	1,6	1,6
Lisina Digestível (g)	7,6	7,6	7,6	7,6
Metionina Digestível (g)	2,4	2,4	2,8	3,1
Met + Cis Digestível cys (g)	4,8	4,8	5,1	5,5
Treonina Digestível (g)	5,1	5,6	6,5	7,4
Triptofano Digestível (g)	1,5	1,4	1,4	1,4
Gordura (g)	31,8	35,2	38,1	41,0
Fibra bruta (g)	24,0	29,6	36,2	43,0
FDN (g)	120,4	156,8	193,7	231,3

¹ Composição do suplemento de minerais e vitaminas por kg de dieta: vitamina A (5.5 UI), vitamina B1 (0.0008mg kg⁻¹), vitamina B2 (0.0005mg kg⁻¹), vitamina B6 (0.0016mg kg⁻¹), vitamina B12 (0.0018 mcg kg⁻¹), vitamina D3 (1.2 UI), vitamina E (0.03 UI), vitamina K3 (0.0025mg kg⁻¹), ácido nicotínico (0.02mg kg⁻¹), ácido pantotênico (0.012mg kg⁻¹), ácido fólico (0.00025mg kg⁻¹), cobalto (0.0005mg kg⁻¹), cobre (0.01), ferro (0.06mg kg⁻¹), zinco (0.08mg kg⁻¹), manganês (0.03), selênio (0.00028mg kg⁻¹), iodo (0.008mg kg⁻¹), colina (0.1mg kg⁻¹), biotina (0.01mcg kg⁻¹), etoxiquim (0.01mg kg⁻¹), BHT (0.02mg kg⁻¹), bacitracina de zinco (0.03mg).

3. Resultados e discussão

Não houve diferença entre DDGS em relação a MS, MM e PB (P > 0,05) (Tabela 2). DDGS 3 e 4 apresentaram os maiores valores de EE, maiores que DDGS 2, que por sua vez foi maior que DDGS 1 (Tabela 2). Para FDN, DDGS 2 apresentou o menor valor, DDGS 1 apresentou o maior valor e DDGS 3 e 4 não diferiram entre si (Tabela 2). O DDGS com menor EBa foi a fonte 1, com diferença de 204 kcal kg⁻¹ em relação ao DDGS 4, que apresentou o maior valor de concentração. DDGS 3 foi igual à fonte 4, que, por sua vez, foi igual a DDGS 2 (P < 0,05). Os DDGSs apresentaram média de PB (320,0 g kg⁻¹) próxima às relatadas em outros estudos que encontraram valores variando de 258,2 a 341,2 g kg⁻¹ (5, 11, 13). Grande variação na composição química foi registrado por Zeng et al. (6) com coeficientes de variação

de 25, 8, 36 e 13% para MM, PB, EE e FDN com médias de 41, 271, 88 e 340 g kg⁻¹, respectivamente, quando analisadas DDGS de milho.

Tabela 2 Características química e nutricional de diferentes DDGS

Parâmetro	DDGS				Valor P*	CV (%)
	1	2	3	4		
MS (g kg ⁻¹)	909,4	907,3	918,8	923,8	0,6009	2,12
MM (g kg ⁻¹)	25,0	33,9	35,0	24,2	0,4098	7,97
PB (g kg ⁻¹)	325,1	316,5	322,9	315,3	0,7018	4,31
EE (g kg ⁻¹)	64,6 ^c	67,6 ^b	86,3 ^a	84,8 ^a	<0,001	2,37
FDN (g kg ⁻¹)	500,4 ^a	454,0 ^c	475,0 ^b	468,4 ^b	<0,001	1,56
EBa (kcal kg ⁻¹) **	4.665 ^c	4.825 ^b	4.835 ^{ab}	4.869 ^a	<0,001	0,56
TP (µm)	772 ^a	667 ^a	553 ^c	628 ^{ab}	<0,001	13,93
EB (kcal kg ⁻¹)	4.833 ^d	4.859 ^c	4.965 ^a	4.949 ^b	<0,001	0,19
ED (kcal kg ⁻¹)	3.202 ^b	3.319 ^a	3.330 ^a	3.331 ^a	<0,001	0,48
EM (kcal kg ⁻¹)	2.936 ^b	3.053 ^a	3.056 ^a	3.061 ^a	<0,001	0,59
EL (kcal kg ⁻¹)	2.245 ^c	2.279 ^b	2.494 ^a	2.476 ^a	<0,001	0,87

Matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), energia bruta analisada (EBa), tamanho de partícula (TP), valores estimados de energia bruta (GE), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (NE).

*Nível de significância <0,05 (médias seguidas de letras diferentes na linha mostram diferenças pelo teste de Duncan);

**Energia obtida por calorimetria; CV: coeficiente de variação.

Todos os valores de EE dos diferentes coprodutos observados neste estudo podem caracterizar os DDGS com teor lipídico médio de acordo com a classificação do NRC ⁽¹⁴⁾, que considera baixo (<40,0 g kg⁻¹), médio (> 60,0 g kg⁻¹ e <90,0 g kg⁻¹) e alto (> 10,0 g kg⁻¹) de EE. Nesse sentido, Wu et al. ⁽¹⁵⁾ registraram uma variação no conteúdo lipídico de 58,7 a 142,3 g kg⁻¹ entre DDGS. Essa variação pode estar relacionada à matéria-prima ou à extração parcial de óleo de milho de diversas indústrias produtoras de etanol ⁽¹⁰⁾.

Os teores de FDN diferiram entre os de DDGS, sendo os valores médios (474,5 g kg⁻¹) superiores aos relatados em outros estudos ^(5, 11, 13); além disso, foram superiores aos teores de FDN de milho e farelo de soja ⁽¹²⁾. Em contraste com os resultados deste estudo, Wu et al. ⁽¹⁵⁾ avaliaram DDGS com baixas e médias concentrações de EE e observaram que DDGS com maiores teores de EE continham mais FDN do que DDGS com baixos teores de EE. Diferenças nos teores de PB e FDN podem estar relacionadas às matérias-primas e aos processos de fabricação. Assim, considerando que o DDGS possui grande quantidade de fibra e sua digestibilidade é inferior à dos grãos de milho ⁽¹⁶⁾, altos níveis de inclusão podem comprometer a digestibilidade da energia.

Os valores estimados de EB, ED, EM e EL variaram entre DDGS ($P < 0,05$) (Tabela 2). O DDGS 3 apresentou valor de EB superior ao DDGS 4, que foi maior que o DDGS 2, que por sua vez foi maior que o DDGS 1. Os valores de ED e EM do DDGS 1 foram inferiores aos dos demais lotes, que não diferiram entre si. DDGS 3 e 4 apresentaram valores de EL superiores ao DDGS 2, que, por sua vez, foi maior que DDGS 1.

O menor teor de ED do DDGS 1 em relação ao DDGS 4 pode estar associado ao menor teor de EE e maior conteúdo de FDN da primeira fonte. Os valores de EM seguiram as mesmas tendências da ED, onde DDGS 4 apresentou diferença de 12 kcal kg^{-1} em relação à DDGS 1. Assim, os resultados da ED e EM dos DDGS estão de acordo com os revisados em outras literaturas que apresentam valores variando de 3.417 a $4.332 \text{ kcal kg}^{-1}$ e 3.216 e $4.141 \text{ kcal kg}^{-1}$, respectivamente, enquanto o NRC ⁽¹⁴⁾ estabelece valores de 3.582 e $3.396 \text{ kcal kg}^{-1}$, respectivamente. A EM do DDGS de origem brasileira avaliada por Corassa et al. ⁽¹⁷⁾ foi de 3.668 e $3.213 \text{ kcal kg}^{-1}$ pelo método de coleta total e pela técnica do marcador, respectivamente. Por outro lado, Stuani et al. ⁽¹⁸⁾, em uma abordagem analítica, compilaram resultados de diversos estudos e obtiveram valor médio de $3.695 \text{ kcal kg}^{-1}$ para EM.

Nos resultados estimados para EL, houve uma diferença de 249 kcal kg^{-1} entre DDGS 3 com maior teor de EL e DDGS 1 com menor teor de EL. A diferença de EE entre DDGS 3 e 1 foi de aproximadamente $22,0 \text{ g kg}^{-1}$, o que resultou nessa diferença nos valores de NE. Esses resultados estão de acordo com Graham et al. ⁽¹¹⁾, que justificaram a diferença de 115 kcal kg^{-1} para cada $10,0 \text{ g kg}^{-1}$ de EE entre amostras de DDGS. Entretanto, de acordo com Kerr et al. ⁽¹⁰⁾, nem sempre o baixo teor de EE reduz a EM, mas sim os outros fatores associados à DDGS, como o teor de fibra alimentar presente nos produtos.

Os valores estimados de NE do DDGS deste estudo foram próximos aos estabelecidos pelo NRC ⁽¹⁴⁾, que indicam valores de $2.343 \text{ kcal kg}^{-1}$. Predições de baixa, média-baixa, média-alta e alta concentração de EL para suínos em terminação alimentados com inclusão de 400 g kg^{-1} indicaram que animais que receberam dietas DDGS com menores teores de EL são suscetíveis a maiores CDR, menor GPD e, conseqüentemente, menor eficiência alimentar ⁽¹³⁾.

A inclusão de DDGS até 300 g kg^{-1} não afetou o CDR, GPD e CA em nenhum dos períodos avaliados ($P > 0,05$) (Tabela 3); entretanto, o peso aos 28 dias reduziu linearmente de acordo com o aumento da inclusão de DDGS nas dietas ($P < 0,05$) (Tabela 3).

Os resultados assemelham-se aos da metanálise que avaliou 106 datas de crescimento ⁽¹⁹⁾, cuja maioria ($>65\%$) não apresentou alterações no GPD, CRD e CA, e 27% dos resultados mostraram redução no desempenho quando o DDGS foi utilizado. Diferente dos resultados deste estudo, Schwarz et al. ⁽²⁰⁾ registraram uma redução no CRD e CA quando os suínos foram alimentados com até 15% de DDGS, mas sem afetar o peso e o GPD.

Maiores níveis de fibra em dietas com maior inclusão de DDGS podem limitar o desempenho com base na menor digestibilidade dessas frações ⁽¹⁶⁾ e diminuir a absorção de nitrogênio e aminoácidos pelo organismo, resultando em maior excreção de nitrogênio ⁽²¹⁾, além do excesso de nitrogênio nas dietas.

A inclusão do DDGS nas dietas reduziu linearmente os custos e a receita da alimentação ($P < 0,05$), mas não afetou o lucro operacional bruto ($P > 0,05$) (Figura 1), sendo diretamente influenciada pelo preço da ração contendo 0, 100, 200 e 300 g kg⁻¹ de DDGS (U\$/kg 0,1991; 0,1905; 0,1863; 0,1824). A melhora na viabilidade econômica pelo uso da DDGS também foi registrada por Schwarz et al. ⁽²⁰⁾, com redução do custo da alimentação em 5 e 8% nas dietas de crescimento e terminação, implicando em redução de 7 e 8% no custo de cada 1 kg de peso corporal, respectivamente.

O objetivo do uso desse coproduto é justamente se provar como um ingrediente alternativo como substituto de insumos básicos como o milho, que tem oscilações constantes de preço, e o farelo de soja e fosfato bicálcico, que têm preços elevados. A relação envolvendo menores custos com menores receitas culminou na ausência de efeito do DDGS nas dietas sobre o lucro operacional bruto. Este resultado sugere que não há danos ao produtor utilizando níveis de até 300 g kg⁻¹ de DDGS em dietas para suínos em terminação. O valor do DDGS utilizado neste estudo mostrou que é possível produzir ração com menor custo a partir de sua inclusão.

Tabela 3 Ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), e conversão alimentar (CA) e pesos de suínos em terminação com diferentes níveis de DDGS.

	DDGS (g kg ⁻¹)				Significância *		CV (%)
	0	100	200	300	Linear	Quadr.	
Período 1 (0-14 dias)							
CRD (g/dia)	3.413	3.430	3.394	3.373	0,8536	0,8891	8,85
GPD (g/dia)	1.028	1.027	924	844	0,0731	0,5000	13,19
CA (kg:kg)	3.32	3.35	3.69	4.03	0,0947	0,5105	13,86
Período 2 (15-28 dias)							
CRD (g/dia)	3.477	3.491	3.459	3.378	0,8299	0,7838	10,97
GPD (g/dia)	952	920	886	859	0,3738	0,9639	15,50
CA (kg:kg)	3,66	3,80	3,91	3,95	0,5051	0,8575	16,97
Período Total (0-28 dias)							
CRD (g/dia)	3.445	3.436	3.427	3.376	0,8392	0,8693	8,05
GPD (g/dia)	990	973	905	852	0,0572	0,6596	9,64
CA (kg:kg)	3,50	3,57	3,79	3,97	0,1412	0,7711	10,81
Peso (kg)							
Inicial	71,45	71,49	71,41	71,59	0,9958	0,9323	2,39
Dia 14	85,84	85,87	84,34	83,40	0,2422	0,7081	3,32
Dia 28	99,17	98,74	96,75	95,43	0,0493	0,6882	2,48

*Nível de significância $< 0,05$; CV: coeficiente de variação.

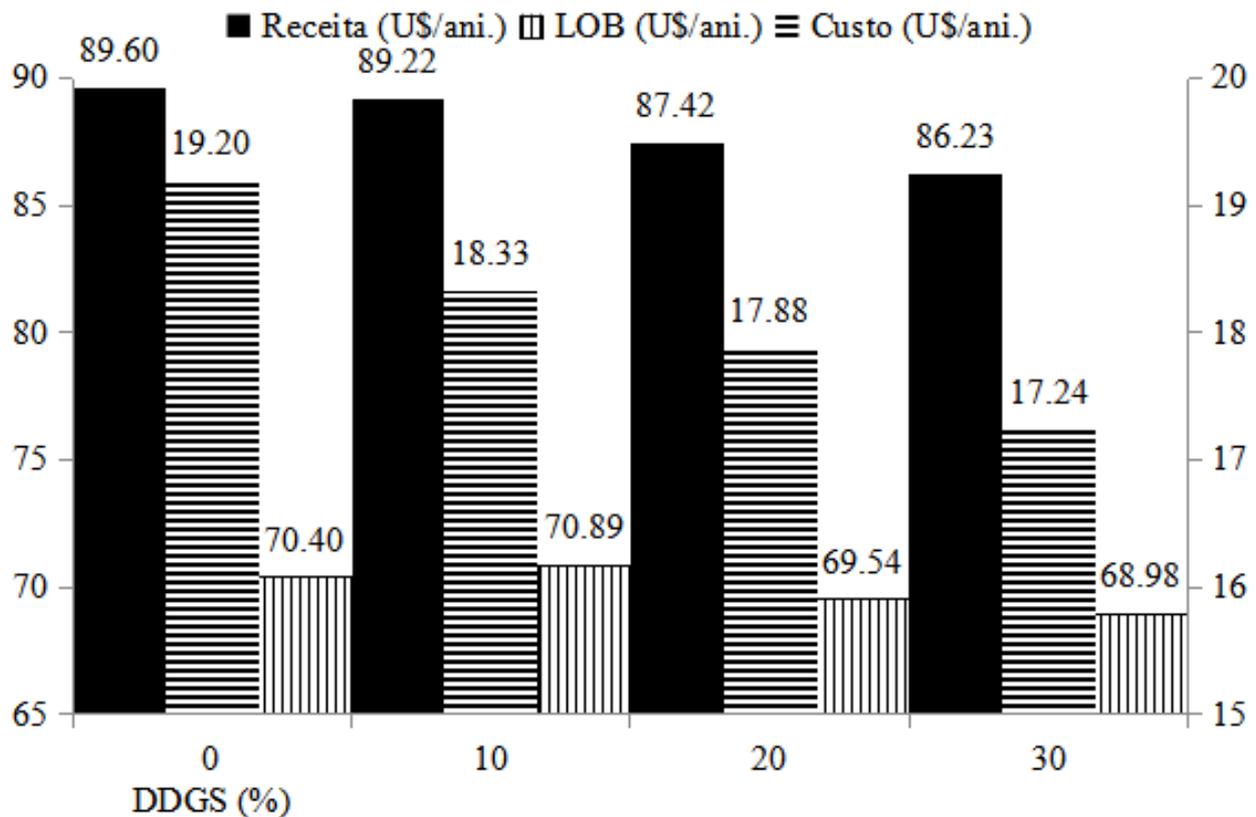


Figura 1. Custo da ração (CUSTO, U\$/animal), receita (RECEITA, U\$/animal) e lucro operacional bruto (LOB, U\$/animal) de suínos alimentados com diferentes níveis de DDGS. Efeito linear para CUSTO ($P=0,0096$) e RECEITA ($P=0,0493$).

4. Conclusão

Os grãos secos destilados com solúveis variam em composição química e teor energético para suínos. Níveis de até 300 g kg^{-1} de DDGS em dietas para suínos em terminação não afetam o desempenho, mas diminuem linearmente o peso final. As inclusões de DDGS em dietas de suínos em terminação reduzem custos e receitas, mas não alteram o lucro operacional bruto.

Declaração de conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Contribuição dos autores

Conceituação: A. Corassa. *Curadoria dos dados:* T. I. S. Santos, D. R. Silva e I.W.W. Straub. *Análise formal:* A. Corassa, T. I. S. Santos, A. P. S. Ton, C. Kiefer, C.O. Brito e A.O. Teixeira. *Captação de recursos:* A. Corassa. *Investigação:* A. Corassa e T. I. S. Santos. *Metodologia:* A. Corassa. *Administração do projeto:* A. Corassa. *Orientação:* A. Corassa. *Redação-original:* T. I. S. Santos. *Redação-revisão&edição:* A. Corassa, A. P. S. Ton, M. Sbardella, C. Kiefer, C.O. Brito e A.O. Teixeira.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela concessão da bolsa ao segundo autor e pelo financiamento deste projeto de pesquisa.

Referências

1. RFA. Renewable Fuels Association. Ethanol Industry Outlook 2023. 40p. [Internet]. Washington: Renewable Fuels Association. 2023 Aug [cited 2023 Aug 19]. Available from: <https://ethanolrfa.org/media-and-news/category/news-releases/article/2023/02/rfa-releases-2023-ethanol-industry-outlook-and-pocket-guide-ready-set-go>
2. EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Cenários de oferta de etanol e demanda de ciclo Otto 2023-2032. Nota técnica EPE/DPG/SDB/2022/06. [Internet]. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética; 2022 Dez [cited 2023 Aug 19]. Available from: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-255/topico-653/NT-EPE-DPG-SDB-2022-06_Cenarios_de_oferta_de_etanol_2032.pdf
3. UNEM. União Nacional do Etanol de Milho. Setor do etanol de milho prospecta exportação de farelos de DDGS. [Internet]. Cuiabá: União Nacional do Etanol de Milho, 2022 Aug [cited 2023 Aug 18]. Available from: <https://etanoldemilho.com.br/2022/12/01/setor-do-etanol-de-milho-prospecta-exportacao-de-farelos-de-milho/>
4. Chatzifragkou A, Kosik, O, Prabhakumari PC, Lovegrove A, Frazier RA, Shewry PR, Charalampopoulos D. Biorefinery strategies for upgrading Distillers' Dried Grains with Solubles (DDGS). *Proc Bioc*, 2015; 50, 2194-2207, <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2015.09.005>
5. Anderson PV, Kerr BJ, Weber TE, Ziemer CJ, Shurson GC. Determination and prediction of digestible and metabolizable energy from chemical analysis of corn coproducts fed to finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 2012; 90:1242-1254. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3605>
6. Zeng ZK, Shurson GC, Urriola PE. Prediction of the concentration of standardized ileal digestible amino acids and safety margins among sources of distillers dried grains with solubles for growing pigs: a meta-analysis approach. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2017. 231, 150-159. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.07.010>
7. AOAC. Official methods of analysis, association of official analytical chemists. 18th ed. Gaithersburgs (MD, USA): Association of Official Analytical Chemists. 2006.
8. Detmann E, Souza MA, Valadares Filho SC. Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal. 1th ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p.
9. Zanotto DL, Bellaver C. Método de determinação da granulometria para uso em rações de suínos e aves. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, Concórdia, SC, 1996. 5p. Available from: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58546/1/CUsersPiazzonDocuments215.pdf>.
10. Kerr BJ, Dozier WA, Shurson GC. Effects of reduced-oil corn distillers dried grains with solubles composition on digestible and metabolizable energy value and prediction in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 2013. 91: 3231-3243. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6252>
11. Graham AB, Goodband RD, Tokach MD, Dritz SS, DeRouchey JM, Nitikanchana S, Updike JJ. The effects of low-, medium-, and high-oil distillers dried grains with solubles on growth performance, nutrient digestibility, and fat quality in finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 2014. v.92, p.3610-3623. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7678>.
12. Rostagno HS, Albino LFT, Hannas MI, Donzele JL, Sakomura NK, Perazzo FG, Saraiva A, Abreu MLT, Rodrigues PB, Oliveira RF, Barreto SLT, Brito CO. Brazilian tables for poultry and swine: composition of feedstuffs and nutritional requirements. Ed. 4, Editora UFV, Viçosa, MG, Brasil. 2017. 488p.
13. Wu F, Johnston LJ, Urriola, PE, Hilbrands, AM, Shurson, GC. Evaluation of NE predictions and the impact of feeding maize distillers dried grains with solubles (DDGS) with variable NE content on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2016b. 215, 105-116, <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.023>
14. NRC - National Research Council. Nutrient Requirements of Swine. Publishing company: National Academy Press, Washington, D. C., 11th ed., 2012. 400p.
15. Wu F, Johnston LJ, Urriola PE, Hilbrands AM, Shurson GC. Evaluation of ME predictions and the impact of feeding maize distillers dried grains with solubles with variable oil content on growth performance, carcass composition, and pork fat quality of growing-finishing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* v.213, p.128-141, 2016a. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.01.013>. Accessed: doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.01.013.
16. Stein HH, Lagos LV, Casas GA. Nutritional value of feed ingredients of plant origin fed to pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2016. 218:33-69. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.05.003>

17. Corassa A, Lautert, IPA, Pina DS, Kiefer C, Ton APS, Komiyama CM, Amorim AB, Teixeira AO. Nutritional value of Brazilian distillers dried grains with solubles for pigs as determined by different methods. R. Bras. Zootec. 2017. 46, 740-746, <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000900005>.
18. Stuani JL, Corassa A, Silva IPA. Caracterização nutricional e uso de DDGS em dietas para suínos em crescimento e terminação - Abordagem analítica. Nativa, 2016. 4:116-120.
19. Jang J, Zeng Z, Urriola PE, Shurson GC. Effects of feeding corn distillers dried grains with solubles diets without or with supplemental enzymes on growth performance of pigs: a meta-analysis Transl. Anim. Sci. 2021.5:1-15. <https://doi: 10.1093/tas/txab029>
20. Schwarz T, Przybulo M, Zapletal P, Turek A, Pabianczyk M, Bartlewski PM. Effects of Using Corn Dried Distillers' Grains with Solubles (cDDGS) as a Partial Replacement for Soybean Meal on the Outcomes of Pig Fattening, Pork Slaughter Value and Quality. Animals 2021, 11, 2956. <https://doi.org/10.3390/ani11102956>
21. Jaworski NW, Laerke HN, Bach Knudsen KE, Stein HH. Carbohydrate composition and in vitro digestibility of dry matter and nonstarch polysaccharides in corn, sorghum, and wheat and coproducts from these grains. J. Anim. Sci. 2015. 93: 1103-1113. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8147>