

## USO DE DDGS DE MILHO PARA SUÍNOS: UMA BREVE REVISÃO

Anderson Corassa<sup>1\*</sup>, Iziz Paula Anhon da Silva Lautert<sup>1</sup>, Lariza Luana da Silva<sup>1</sup>, Caroline de Souza<sup>1</sup>

SAP 16114 Data envio: 24/01/2017 Data do aceite: 07/11/2017  
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 2, abr./jun., p. 157-164, 2018

**RESUMO** - Os coprodutos da produção de etanol a partir do milho são referenciados na literatura como grãos secos destilados com solúveis (*Dried Distillers Grains With Solubles* - DDGS). Existe considerável variação na composição nutricional do DDGS principalmente devido a variação genética do milho, à proporção de solúveis adicionados antes da secagem e ao processamento por calor. A produção de etanol de milho no Brasil iniciou-se há pouco mas apresenta-se com enorme potencial, gerando expectativas enormes de disponibilidade de DDGS. Para cada megagrama de milho é produzido em média 401 L de etanol, 323 kg de CO<sub>2</sub> e 323 kg de DDGS. Os valores de energia, proteína e de fósforo digestível do DDGS o caracterizam como um alimento alternativo com grande potencialidade para substituição parcial do milho e farelo de soja na alimentação de suínos. A maior concentração de fibra alimentar no DDGS pode ser uma das principais razões para a diminuição da digestibilidade da energia do DDGS em comparação ao milho. A inclusão de 30% de DDGS para leitões e 50% de DDGS para suínos adultos e reprodutores, garantem não afetar seu desempenho. Baixas inclusões de DDGS podem ser utilizadas sem prejuízo ao desempenho dos animais, contudo inclusões elevadas acabam por expressar resultados inferiores em comparação a ingredientes convencionais.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, biocombustíveis, coprodutos, nutrição.

### USE OF CORN DDGS FOR PIGS: A SHORT REVIEW

**ABSTRACT** - Coproducts of ethanol industry based on corn are referred to in the literature as dried grains with soluble distillates (*Dried Distillers Grains with Solubles* - DDGS). Considerable variation in the nutritional composition of DDGS is mainly due to genetic variation of corn, the ratio of added soluble prior to drying and processing heat. The production of corn ethanol in Brazil began recently but presents enormous potential, generating huge expectations of availability of DDGS. Each megagram of corn produces 401 liters of ethanol, 323 kg of CO<sub>2</sub> and 323 kg of DDGS, on average. The energy, protein and digestible phosphorus DDGS's values characterize an alternative ingredient with great potential for partial replacement of corn and soybean meal in pig diets. The highest dietary fiber concentration in DDGS can be one of the main reasons for the decrease in energy digestibility compared to corn. DDGS inclusions of 30 and 50% for piglets and adult and breeding pigs ensure no have effect on performance. Low DDGS inclusions can be used without prejudice the animal performance however; high inclusions eventually express inferior results compared to conventional ingredients.

**Keywords:** alternative food, biofuels, coproducts, nutrition.

### INTRODUÇÃO

A busca por soluções alternativas para o consumo do petróleo, desde a década de 1970 até hoje, é a preocupação com a poluição ambiental e a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera reforçam cada vez mais a importância da produção comercial dos biocombustíveis.

Neste sentido, observa-se que a produção de biocombustível a partir do milho apresenta importância mundial, mas é pouco expressiva a nível nacional. Naturalmente, em países como Estados Unidos cuja produção é ampla, grande é o volume de coprodutos produzidos, o que tem levado à realização de pesquisas no âmbito da nutrição animal para adequação de seu uso.

Os coprodutos da produção de etanol a partir do milho são referenciados na literatura (STEIN et al., 2006; STEIN et al, 2007; SONG et al., 2010), como grãos secos destilados com solúveis (*Dried Distillers Grains With Solubles* - DDGS), sendo obtidos após a fermentação do

amido do milho pelas leveduras e enzimas selecionadas para produzir o etanol e o dióxido de carbono. Estes coprodutos possuem concentração de proteína, lipídeo e fibra três a quatro vezes maiores que a do milho, e pode ser atribuído pela maior parte do amido ser convertida em etanol durante o processo de fermentação.

Um fator limitante na utilização do DDGS na alimentação de suínos é a variação na composição nutricional entre as fontes (STEIN et al., 2006; WHITNEY et al., 2006; BELYEA et al., 2010), por isto tem sido recomendado analisar a composição do DDGS antes de seu fornecimento na alimentação animal, quando adquirido de um novo fornecedor.

As composições nutricionais do DDGS de milho viabilizam sua utilização em dietas de suínos, devido a seu valor nutricional apresentar grande semelhança com os alimentos tradicionais aplicados a essas dietas, tais como, alto teor de proteína bruta (30,9%) e fibra bruta (7,2%)

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, CEP 78550-728, Sinop, Mato Grosso, Brasil.  
E-mail: [anderson\\_corassa@ufmt.br](mailto:anderson_corassa@ufmt.br). \*Autor para correspondência.

(SILVA, 2016), e concentração de fósforo que variam de 0,57 a 0,85%, na matéria seca, com disponibilidade 50 a 68% (FASTINGER; MAHAN, 2006).

Leitões com peso acima de 11 kg, podem ser alimentados com dietas contendo 15 e 30% de DDGS sem prejuízos ao desempenho (GAINES et al., 2006). De acordo com Stein e Shurson (2009), podem ser adicionados até 30% de DDGS, em dietas de leitões com peso superior a 7 kg, e até 50% de inclusão na dieta para suínos em crescimento, porcas em gestação e porcas em lactação

A variação na composição do DDGS ocorre principalmente devido a variação entre lotes de fermentação, características do milho e/ou condições de processamento (BELYEA et al., 2010).

Diante do exposto, objetivou-se com esse estudo revisar aspectos produtivos, nutricionais e uso do DDGS de milho para as diferentes fases de crescimento de suínos.

## DESENVOLVIMENTO

### Produção de etanol no Brasil

Atualmente, a cana-de-açúcar é a principal matéria prima utilizada para a produção de etanol nas regiões brasileiras. Mas, nos últimos anos, têm surgido pesquisas e aplicações em campo para a produção de etanol a partir de outras fontes, caso do etanol de segunda geração. Uma das opções que começa a chamar a atenção do mercado é a produção do combustível a partir do milho.

O etanol oriundo do milho é muito difundido nos Estados Unidos e vem sendo produzido no Brasil. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016) a oferta de milho no Brasil é superior ao consumo interno, que no ano de 2015 representou 66,7% da produção. O Brasil ocupa hoje o segundo lugar na produção de etanol a partir do milho.

Segundo Bacchi et al. (2016), o milho é uma opção para produção de etanol no Brasil, pois oferece características e particularidades que ajudam a atender às demandas do mercado no período de entressafra da cana-

de-açúcar. Outra vantagem atribuída ao etanol de milho é o de que a cana-de-açúcar precisa ser processada de imediato para a produção de etanol, para não perder suas características fermentativas, contudo o milho pode permanecer por mais tempo armazenado para ser processado.

No final do ano de 2012, usinas como a Usimat, localizada em Campos de Júlio, interior de Mato Grosso e outras, vêm trabalhando com milho no processo de produção de etanol, alcançando 373.649 megagrama de grãos na safra 2015-2016 (SINDALCOOL, 2016).

### Processamento e fabricação de DDGS

A produção de etanol pode ser realizada à partir de dois processos principais, a moagem de grãos secos e de úmidos, sendo que cada processo produz coprodutos diferentes.

O processo de moagem úmida começa com a semente de milho sendo embebida por uma solução de kernel, a fim de facilitar a separação das várias partes que o compõem, antes da transformação em etanol (ERICKSON et al., 2005). Durante este processo, o grão é moído e o amido é fermentado por levedura para a produção de álcool. Em seguida, o mosto fermentado é processado por várias técnicas para remover o álcool e o grande volume de água associada com a biomassa seca residual. Depois da destilação, obtém-se uma suspensão da alimentação restante, contendo 5 a 10% de biomassa seca, conhecida por vinhaça. Todo este material é em seguida peneirado, pressionado ou centrifugado, para remover as partículas de grãos grosseiros (IELASE, 2006).

Segundo o manual de processamento de coprodutos do milho (ERICKSON et al., 2005), grãos de destilaria contém alguns solúveis, que podem sofrer variações de uma planta fabril para outra. O processo de produção de etanol com moagem à seco (Figura 1) é relativamente simples onde o milho ou outra fonte de amido, é fermentado, e o amido convertido em etanol e dióxido de carbono.

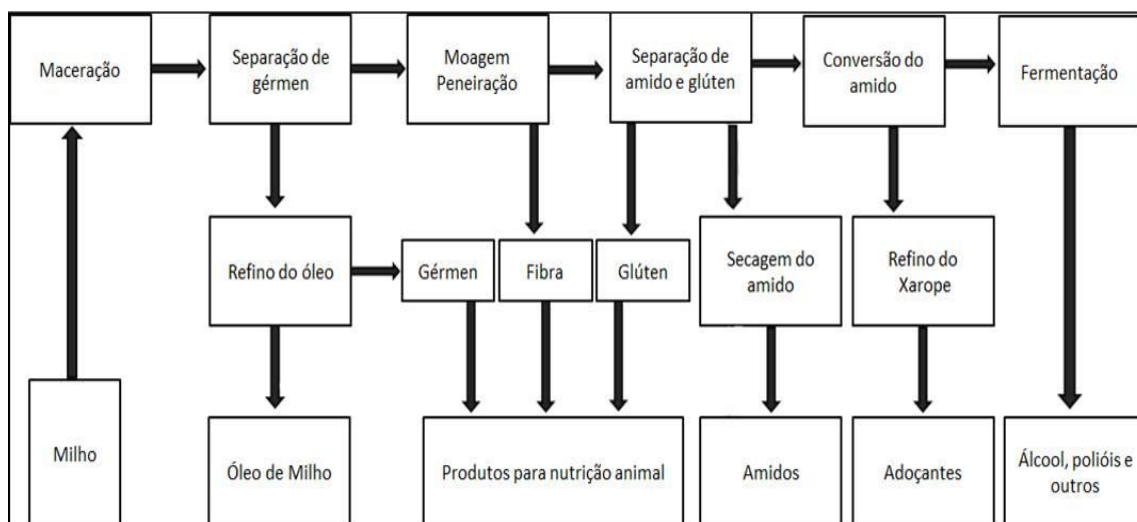


FIGURA 1 - Esquema de moagem a seco para produção de DDGS. Fonte: Erickson et al. (2005).

Aproximadamente um terço da matéria-prima permanece como o produto para alimentação animal. Para cada megagrama de milho é produzido em média 401 L de etanol, 323 kg de CO<sub>2</sub> e 323 kg de DDGS. Como resultado, todos os nutrientes são concentrados três vezes porque a maioria dos grãos contém cerca de dois terços de amido.

#### Valor nutricional do DDGS

Os valores de energia, proteína e de fósforo digestível do DDGS o caracterizam como um alimento alternativo com grande potencialidade para substituição parcial do milho e farelo de soja na alimentação animal, por se tratar de um alimento com caracterização proteica e

energética. Segundo Erickson et al. (2005), quando o DDGS é adicionado às dietas, resulta em excelente saúde animal, desempenho e qualidade do produto alimentar. Esses atributos entre outros, faz do DDGS um dos ingredientes mais populares para uso em rações animais em todo o mundo.

Ao comparar a composição química e bromatológica do DDGS aos ingredientes tradicionais como milho e farelo de soja (Tabela 1), é possível observar sua superioridade quanto a energia metabolizável, extrato etéreo, fibra bruta e fósforo total em relação ao milho e, inferioridade nos teores de proteína bruta e cálcio em relação ao farelo de soja.

**TABELA 1** - Composição química do milho, farelo de soja e dos grãos secos destilados com solúveis de milho e sorgo.

Caracterização	Milho <sup>1</sup>	Farelo de soja <sup>1</sup>	DDGS milho <sup>2</sup>
Proteína bruta (%)	7,86	45,40	28,05
Energia metabolizável (kcal kg <sup>-1</sup> )	3360	3179	3749
Matéria seca (%)	88,90	88,60	87,39
Extrato etéreo (%)	3,81	1,95	10,14
Fibra bruta (%)	1,73	4,86	7,70
FDA (%)	68,20	77,70	12,09
FDN (%)	66,40	82,60	31,66
Matéria mineral (%)	1,11	5,66	4,83
Cálcio (%)	0,02	0,34	0,06
Fósforo (%)	0,06	0,19	0,79

Fonte: FDA = fibra em detergente ácido, FDN = fibra em detergente neutro, 1 = Rostagno et al. (2017), 2 = média dos dados de Pedersen et al. (2007), Linnen et al. (2008), Jacela et al. (2011), Lee et al. (2012) e Lee et al. (2013).

Pesquisas foram conduzidas durante os últimos anos para avaliar a concentração nutricional, digestibilidade, e propriedades associadas aos DDGS, entretanto, segundo Stein e Shurson (2009), o etanol produzido na América do Norte é produzido a partir do milho, sorgo e trigo, caracterizando variabilidade ainda maior na composição química do resíduo. Estes autores revisaram vários trabalhos e apontaram que a concentração de energia bruta do DDGS de milho é de 5.434 kcal kg<sup>-1</sup> de matéria seca (MS). No entanto, o coeficiente de digestibilidade para suínos é menor que do milho,

apresentando valores de 4.140 e 3.897 kcal kg<sup>-1</sup> de MS para energia digestível e metabolizável, respectivamente. As concentrações de fósforo total variam de 0,60 a 0,70%, disponibilidade de 0,50 a 0,68%.

Um dos fatores limitantes ao uso de DDGS em dietas para suínos é sua enorme variação na composição nutricional, tanto entre diferentes amostras de DDGS de milho, quanto de amostras proveniente de outras matérias primas como o sorgo o que pode ser evidenciado na comparação entre os trabalhos publicados que avaliaram amostras oriundas de várias usinas produtoras (Tabela 2).

**TABELA 2** - Comparação da composição nutricional de fontes de DDGS segundo os autores.

	Pedersen et al. (2007)	Anderson et al. (2012)	Kerr et al. (2013)	Li et al. (2015)	Wu et al. (2016b)	Médias
Fontes	10	7	15	25	4	
Matéria seca (%)	87,62	88,88	87,58	88,58	88,55	88,24
Proteína bruta (%)	28,26	31,75	30,38	32,17	26,97	29,91
FDN (%)	24,19	41,89	35,30	37,17	12,85	30,28
FDA (%)	10,15	12,64	11,71	11,59	25,03	14,22
Gordura (%)	10,21	10,21	9,72	8,63	11,62	10,08
Cinzas (%)	3,83	4,60	5,13	5,43	4,53	4,70
Energia bruta (kcal kg <sup>-1</sup> )	4761	5371	4997	5109	4652	4978
Energia digestível (kcal kg <sup>-1</sup> )	4140	4006	3650	3664	3461	3784
Energia metabolizável (kcal kg <sup>-1</sup> )	3897	3770	3435	3475	3194	3554

Li et al. (2015) ao analisar amostras de 17 usinas de etanol verificaram que a composição química variou expressivamente, com valores de extrato etéreo, FDN, ED,

e EM variando de 2,8 a 14,2%; 31,0 a 46,6%; 3255 a 4103 kcal kg<sup>-1</sup> e 2955 a 3899 kcal kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Cozannet et al. (2010) utilizaram setenta amostras de sete

plantas fabris na Europa com resultados pouco estáveis para proteína (32,6 a 38,9%) e lisina (0,82 a 3,00%), além de valores médios de 5,2; 4,6; 8,3; 29,2 e 4,1% para cinza, gordura, fibra, FDN e amido, respectivamente.

As variações encontradas entre os diversos trabalhos de pesquisa podem ser consideradas a partir da fonte utilizada para produção do biocombustível, do calor empregado no processo, tempo e eficiência de fermentação

(COZANNET et al., 2010) e tal variação poderá implicar no seu valor comercial.

Na tentativa de estimar o valor de energia do DDGS, pesquisadores (ANDERSON et al., 2012; KERR et al., 2013 e PEDERSEN et al., 2007) têm apresentado equações para determinação dos valores de energia bruta, digestível e metabolizável, obtidas a partir da composição físico-química do produto (Tabela 3).

**TABELA 3** - Equações de energia bruta (EB), digestível (ED), metabolizável (EM) e líquida (EL) de DDGS para suínos.

Autores	Equações para predição	R <sup>2</sup>
Anderson et al. (2012)	$EB = 4195 + (21,26 \times PB) + (48,27 \times EE)$	0,81
Kerr et al. (2013)	$EB = 4553 + (45,63 \times EE)$	0,87
Pedersen et al. (2007)	$ED = -9929 - (180,38 \times MM) - (106,82 \times EE) - (120,44 \times FDA) + (3,202 \times EB)$	0,96
Anderson et al. (2007)	$ED = -2161 + (1,39 \times EB) - (20,70 \times FDN) - (49,30 \times EE)$	0,77
Pedersen et al. (2007)	$EM = -4212 - (266,38 \times MM) - (108,35 \times FDA) + (1,911 \times EB)$	0,94
Anderson et al. (2012)	$EM = -261 + (1,05 \times ED) - (7,89 \times PB) + (2,47 \times FDN) - (4,99 \times EE)$	0,99
Graham et al. (2014)	$EL = (115011 \times EE) + 150101$	---

\*PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral, FDA = fibra em detergente ácido e FDN = fibra em detergente neutro.

Em relação aos teores aminoacídicos do milho, farelo de soja e DDGS (Tabela 4), estudos mostram que, a maioria dos aminoácidos do DDGS analisados apresentou digestibilidade para suínos aproximadamente de dez unidades percentuais menores que o milho, o que pode ser resultado da maior concentração de fibra. Isso porque a maior parte do amido no grão é convertido em etanol durante o processo de fermentação e apenas uma pequena quantidade está presente no DDGS.

O primeiro trabalho brasileiro (CORASSA et al., 2017), de nosso conhecimento, a avaliar DDGS de milho produzido no país apresentou valores de 91; 86,3; 28,6; 6,69; 4,68 e 50,0 % para matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e FDN, além de 4780, 3739 e 3691 kcal kg<sup>-1</sup> para energia bruta, digestível e metabolizável, respectivamente.

#### Inclusão de DDGS em dietas para leitões

Ao avaliar leitões submetidos ao desmame precoce e a inclusão de DDGS de milho em um programa nutricional de três fases na creche, Whitney e Shurson (2004) observaram que a inclusão deste coproduto pode ser de até 25% na segunda fase, quando os animais estão

com aproximadamente sete quilos, e na terceira fase, após um período de adaptação de duas semanas, sem que ocorram efeitos negativos no desempenho dos animais. A inclusão de níveis mais elevados logo após o desmame, contudo, pode influenciar negativamente o consumo de ração, resultando em baixo crescimento inicial.

Para Stein (2007), leitões com 2 a 3 semanas pós-desmame, podem ser alimentados com dietas contendo até 30% de DDGS, sem qualquer impacto negativo sobre o desempenho do crescimento. Stuaní et al. (2016) relatam que os valores de fibra bruta encontrados no DDGS de milho são maiores do que no farelo de soja e no milho, por conseguinte afetando diretamente na digestibilidade desse coproduto, tendo em vista que os animais não ruminantes têm utilização moderada de carboidratos insolúveis.

Segundo Linneen et al. (2008), a inclusão de 10% de DDGS em dietas fornecidas a leitões desmamados, iniciando 10 dias após o desmame, também não influenciou no desempenho dos animais. Por outro lado, Tran et al. (2012), relatam que a introdução precoce de DDGS de milho em concentrações elevadas (30%) para leitões recém-desmamados pode diminuir o ganho de peso diário e o consumo de ração.

**TABELA 4** - Teor de aminoácidos totais essenciais (%) de milho, farelo de soja e DDGS de milho.

Aminoácidos	Milho <sup>1</sup>	Farelo de soja <sup>1</sup>	DDGS milho <sup>2</sup>
Arginina	0,37	3,35	1,22
Histidina	0,24	1,20	0,74
Isoleucina	0,26	2,13	1,07
Lisina	0,23	2,80	0,90
Metionina	0,16	0,61	0,52
Fenilalanina	0,37	2,34	1,29
Treonina	0,31	1,78	1,03
Triptofano	0,06	0,64	0,22
Tirosina	0,28	1,66	1,01
Valina	0,36	2,22	1,42
Leucina	0,95	3,51	3,21

Fonte: 1 = adaptado de Rostagno et al. (2017) e 2 = Olukosi e Adebisi (2013), compilando 18 publicações.

### Inclusão de DDGS em dietas para suínos em crescimento e terminação

A maior concentração de fibra alimentar no DDGS, em comparação com milho e farelo de soja, pode ser uma das principais razões para a diminuição da digestibilidade da energia deste coproduto em comparação ao milho (URRIOLA et al., 2010). A eficiência da utilização de energia em ingredientes para rações fibrosas como DDGS em suínos é afetada pela digestibilidade de fibra dietética e a produção de ácidos graxos voláteis. Esta razão justifica porque até certo nível de inclusão do DDGS não há prejuízo ao desempenho dos animais, contudo níveis elevados acabam por expressar resultados inferiores aos animais alimentados com ingredientes convencionais.

Urriola et al. (2010) avaliaram diferentes fontes de DDGS para suínos em crescimento e constataram que a digestibilidade aparente no ileo e a digestibilidade aparente total de fibras pode contribuir para as diferenças na digestibilidade da energia do coproduto. O uso de DDGS para suínos em crescimento também foi evidenciado por Linnen et al. (2008), sendo que a inclusão de 15% não afetou o ganho de peso e o consumo, porém, níveis mais elevados, como a utilização de 30% levou a uma diminuição de ganho de peso.

Whitney et al. (2006) avaliaram o desempenho de suínos em crescimento e terminação e registraram que níveis de 0 e 10% de DDGS de milho tiveram desempenho equivalente, contudo, animais que receberam dietas com 20 e 30% de DDGS apresentaram ganho de peso diário inferior aos demais tratamentos, enquanto a conversão alimentar foi piorada com a inclusão de 30%. Todavia, os autores explicam que a redução da taxa de crescimento e baixo desempenho dos animais alimentados com 20 e 30% de DDGS estão ligados ao uso inadequado de treonina nas dietas e que pode ser amenizado com a formulação de dietas a base de aminoácidos digestíveis e com o uso de outras fontes com valor de treonina mais elevado.

Por outro lado, Lee et al. (2012) concluíram que a adição de até 30% de DDGS não prejudicou o desempenho dos suínos, composição da carcaça ou qualidade da carne. Avaliando inclusões de 20 e 30% de DDGS. Ying et al. (2013) observaram que estas inclusões não afetaram o crescimento dos suínos, contudo apresentaram maior insaturação da gordura na carcaça.

Em trabalho pioneiro no Brasil, Lautert (2016) avaliou DDGS milho produzido no país e não registrou diferença de desempenho e características de carne com inclusões de até 30% em dietas de suínos em terminação (Tabela 5).

### Inclusão de DDGS em dietas para porcas em gestação e lactação

Evidencia-se um aumento no tamanho da leitegada de fêmeas suínas alimentadas com dietas de gestação contendo maior concentração de fibra, em comparação com dietas a base de farelo de milho e soja (HILL et al., 2008). Dessa forma, possibilita-se a utilização de DDGS nas dietas de porcas em gestação, sendo fonte fibra que pode ser utilizado para gerar uma melhor saciedade, diminuição do estresse e melhor motilidade intestinal (CASTRO JUNIOR et al., 2005).

Porcas em gestação e em lactação podem ser alimentadas com dietas contendo até 30 e 50% de DDGS, respectivamente, sem afetar negativamente o desempenho (STEIN; SHURSON, 2008). Valores de 50% de DDGS são recomendados as fêmeas suínas em gestação, pois garantem aumento da sensação de saciedade devido conter elevado teor de fibra.

Hill et al. (2008) realizaram estudos comparando a inclusão de 15% de DDGS com outra dieta de 5% de polpa de beterraba ou dieta de milho e farelo de soja e seus efeitos no desempenho de fêmeas em lactação alimentadas, sendo que os autores não observaram diferença entre os tratamentos.

**TABELA 5** - Desempenho e características de carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de DDGS produzido no Brasil.

Variáveis	Níveis de DDGS <sup>1</sup> (%)				Significância			CV <sup>2</sup>
	0	10	20	30	Linear	Quadrática	Cúbica	
CRD (kg/dia)	2,13	2,29	2,23	2,22	0,5982	0,3300	0,6041	6,16
GPD (kg/dia)	0,89	0,85	0,84	0,72	0,2260	0,2817	0,7363	14,95
CA (kg kg <sup>-1</sup> )	2,76	2,90	2,77	3,53	0,2235	0,4359	0,5062	7,62
PCQ (%)	67,74	67,45	68,07	64,94	0,4005	0,4903	0,6109	6,69
RC (%)	77,22	75,13	76,36	76,93	0,9631	0,3989	0,5511	4,32
ET (%)	10,79	10,69	10,81	9,45	0,248	0,3641	0,5682	13,8
AOL (cm <sup>2</sup> )	49,06	49,07	50,35	49,65	0,7414	0,8641	0,7392	9,24

<sup>1</sup> = DDGS (*Dried Distillers Grains With Solubles*), <sup>2</sup> = CV (coeficiente de variação), CRD = consumo de ração diário, GPD = ganho de peso diário, CA = conversão alimentar, PCQ = peso da carcaça quente, RC = rendimento de carcaça, ET = espessura de toucinho, AOL = área de olho de lombo. Fonte: adaptado de Lautert (2016).

Na avaliação do desempenho de porcas multiparas com 50% de DDGS na gestação e 20% de DDGS na lactação, Wilson et al. (2003) não encontraram diferença no ganho de peso das matrizes em gestação e número de leitões nascidos vivos por leitegada, mas

registraram menor peso ao nascer em fêmeas alimentadas com 50% de DDGS na dieta durante a gestação. Além disso, a utilização de 20% de DDGS na lactação reduziu a ingestão de alimento durante a primeira semana pós-parto. A mortalidade pré-desmame foi maior para fêmeas

alimentadas com dieta com inclusão de 50% de DDGS na gestação e 20% na lactação de primíparas.

Por outro lado, as dietas de lactação com 20% de DDGS promoveram redução da ingestão de alimento na primeira semana pós-parto, para as porcas que não foram adaptadas com a inclusão do coproduto na gestação

No mesmo sentido, Song et al. (2010) conduziram um estudo para avaliar os efeitos de diversos níveis de inclusão (0, 10, 20, e 30%) de DDGS em dietas de porcas em lactação e não houve efeito sobre o consumo de ração e espessura de toucinho das porcas, mortalidade e ganho de peso dos leitões.

### Efeitos de DDGS sobre as características de carcaça e carne

Avaliações de parâmetros quantitativos vem demonstrando o impacto do uso de DDGS na qualidade de carcaça de suínos. Wu et al., (2016a) avaliaram a inclusão de 40% de DDGS com baixo, médio e alto teor de óleo em dietas de suínos em crescimento e terminação e observaram que o ganho de peso diário, peso de carcaça, rendimento de carcaça e área de músculo *longissimus* foram menores para estas dietas em comparação à dieta contendo apenas milho e farelo de soja, sem diferença entre os DDGS's, contudo sem diferença entre todos os tratamentos para gordura e percentagem de carne na carcaça dos suínos. Overholt et al. (2016) não registraram diferença no desempenho de suínos dos 25 aos 115 kg entre dietas contendo 0 ou 30% de DDGS, entretanto a inclusão deste coproduto aumentou peso do intestino grosso e de todo trato gastrointestinal, reduziu peso de carcaça quente, rendimento de carcaça e área de lombo.

No DDGS estão presentes teores consideráveis de ácidos graxos insaturados (BENZ et al., 2010). Portanto, uma possível redução no teor de gordura do DDGS reduziria a quantidade total de ácidos graxos insaturados. Por sua vez, o ácido linoleico (C 18:2) é um ácido graxo insaturado, portanto, quanto maior for a porcentagem deste ácido maior será o grau de insaturação na gordura, o que pode levar a diminuir o tempo de prateleira da carne suína.

Jacela et al. (2011) ao avaliarem a qualidade de carcaça de suínos em crescimento, alimentados com níveis de 0 a 25% de inclusão de DDGS de milho, constataram que com o aumento dos níveis de DDGS, reduziu linearmente o peso, rendimento de carcaça e a profundidade de lombo. Com o aumento nos níveis de DDGS foi observado aumento nos valores de iodo na gordura e na carcaça, devido ao maior teor de ácidos graxos insaturados presente no DDGS em comparação ao milho, contudo não houve diferença na espessura de toucinho e percentagem de carne magra. Esta redução no rendimento de carcaça pode estar relacionada com o alto teor de fibra do DDGS, sendo que este alto teor de fibra tem sido usado para aumentar a taxa metabólica basal, o que pode explicar a porcentagem do rendimento de carcaça ter diminuído em suínos alimentados com dietas contendo DDGS.

Em outros trabalhos realizados por Whitney et al. (2006) e Widmer et al. (2008), não mostraram efeitos

negativos sobre a qualidade da gordura quando foram alimentados com dietas contendo até 10% de DDGS. Whitney et al. (2006) afirmaram que em dietas formuladas para suínos em crescimento-terminação com níveis superiores a 20% de DDGS, deve ser utilizado aminoácidos sintéticos para melhor desempenho e a qualidade de carcaça. Todavia, estes pesquisadores, não verificaram quaisquer efeitos negativos sobre a qualidade do músculo ao alimentar suínos em terminação com dietas contendo até 30% de DDGS.

Não foi registrada alteração na cor da carne com a adição de 30% de DDGS nas dietas de suínos em terminação (MCCLELLAND et al., 2012). Da mesma forma, Whitney et al. (2006) e Widmer et al. (2008) relataram que a coloração da carne não foi diferente entre os suínos alimentados com dietas contendo 0 a 30% de DDGS.

Por outro lado, Xu et al. (2010) observaram que para cada 10% de DDGS incluído na dieta, até 30%, houve um aumento na espessura de toucinho, gordura maxilar, e gordura na barriga de 2,3; 1,6 e 2,2 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente.

### CONCLUSÕES

É possível utilizar o DDGS de milho em dietas para todas as categorias de suínos. Este coproduto possui características favoráveis como altos teores proteicos e energéticos, contudo a alta concentração de fibra limita seu uso em inclusões maiores.

Enorme é o potencial para uso do DDGS de milho no Brasil, o que amplia os ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, P.V.; KERR, B.J.; WEBER, T.E.; ZIEMER, C.J.; SHURSON, G.C. Determination and prediction of digestible and metabolizable energy from chemical analysis of corn coproducts fed to finishing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.90, n.4, p.1242-1254, 2012.
- BACCHI, M.R.P.; MEIRELIS, J.L.; SILVA, H.S. **Consumo e tributação podem sustentar recuperação do setor de etanol.** 2016. Disponível em: <<http://www.novacana.com/n/etanol/mercado/consumo-tributacao-sustentar-recuperacao-setor-etanol-2016-070116/>>. Acesso em: 29 mai. 2018.
- BELYEA, R.L.; RAUSCH, K.D.; CLEVENGER, T.E.; SINGH, V.; JOHNSTON, D.B.; TUMBLESÓN, M. E. Sources of variation in composition of DDGS. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.159, n.3-4, p.122-130, 2010.
- BENZ, J. M.; XU, J.; BELYEA, R.L. Effects of dried distiller's grains with solubles on carcass fat quality of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.88, n.11, p.3666-3682, 2010.
- CASTRO JUNIOR, F.G.; CAMARGO, J.C.M.; CASTRO, A.M.M.G.; BUDIÑO, F.E.L. Fibra na alimentação de suínos. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v.62, n.3, p.265-280, 2005.

- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 2 jun. 2018.
- CORASSA, A.; LAUTERT, I.P.A.S.; PINA, D.S.; KIEFER, C.; TON, A.P.S.; KOMIYAMA, C.M.; AMORIM, A.B.; TEIXEIRA, A.O. Nutritional value of Brazilian distillers dried grains with solubles for pigs as determined by different methods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.46, n.9, p.740-746, 2017.
- COZANNET, P.; PRIMOT, Y.; GADY, C.; MÉTAYER, J.P.; CALLUB, P.; LESSIRE, M.; SKIBA, F.; NOBLET, J. Composition and amino acids ideal digestibility of wheat distillers dried grains and soluble in pigs: Sources of variability. **Livestock Science**, Atlanta, v.134, n.3-4, p.176-179, 2010.
- ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T. J.; ADAMS, D.C.; RASBY, R.J. In: Corn Processing Co-products Manual: A Review of Current Research on Distillers Grains and Corn Gluten. Nebraska Corn Board and the University of Nebraska-Lincoln, Institute of Agriculture and Natural Resources, Agricultural Research Division, Cooperative Extension Division, 2005.
- GRAHAM, A.B.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; DRITZ, S.S.; DEROCHEY, J.M.; NITIKANCHANA, S.; UPDIKE, J.J. The effects of low-, medium-, and high-oil distillers dried grains with soluble on growth performance, nutrient digestibility, and fat quality in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.92, n.8, p.3610-3623, 2014.
- HILL, G.M.J.E.; LINK, D.O.; LIPTRAP, M.A.; GIESEMANN, M.J.; DAWES, J.A.; SNEDEGAR, N.M.; BELLO, R.J.T. Withdrawal of distillers dried grains with solubles (DDGS) prior to slaughter in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.86, n.2, p.52, 2008.
- IELASE F.G.; ADAMS, D.C.; RASBY, R.J. In: Corn Processing Co-products Manual: A Review of Current Research on Distillers Grains and Corn Gluten. Nebraska Corn Board and the University of Nebraska-Lincoln, Institute of Agriculture and Natural Resources, Agricultural Research Division, Cooperative Extension Division, 2006.
- JACELA, J.Y.; DEROCHEY, J.M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSSSEN, J.L.; SULABO, R.C.; THALER, R.C.; BRANDTS, L.; LITTLE, D.E.; PRUSA, K.J. Amino acid digestibility and energy content of deoiled (solvent-extracted) corn distillers dried grains with solubles for swine and effects on growth performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.89, n.6, p.1817-1829, 2011.
- KERR, B.J.; DOZIER III, W.A.; SHURSON, G.C. Effects of reduced-oil corn distillers dried grains with solubles composition on digestible and metabolizable energy value and prediction in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.91, n.6, p.3231-3243, 2013.
- LAUTERT, I.P.A.S. **Valor nutricional de coprodutos da produção de etanol de milho para suínos**. 2016. 89p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Brasil. 2016.
- LEE, J.W.; MCKEITH, F.K.; STEIN, H.H. Up to 30% corn germ may be included in diets fed to growing-finishing pigs without affecting pig growth performance, carcass composition, or pork fat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.90, n.13, p.4933-4942, 2012.
- LEE, J.W.; KIL, D.Y.; KEEVER, B.D.; KILLEFER, J.; MCKEITH, F.K.; SULABO, R.C.; STEIN, H.H. Carcass fat quality of pigs is not improved by adding corn germ, beef tallow, palm kernel oil, or glycerol to finishing diets containing distillers dried grains with solubles. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.91, n.5, p.2426-2437, 2013.
- LI, P.; LI, D.F.; ZHANG, H.Y.; LI, Z.C.; ZHAO, P.F.; ZENG, Z.K.; XU, X.; PIAO, X.S. Determination and prediction of energy values in corn distillers dried grains with solubles sources with varying oil content for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.93, n.5, p.3458-3470, 2015.
- LINNEEN, S.K.; De ROUCHEY, J.M.; DRITZ, S.S.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; NELSSSEN, J.L. Effects of dried distillers grains with solubles on growing and finishing pig performance in a commercial environment. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.86, n.7, p.579-1587, 2008.
- MCCLELLAND, K.M.; RENTFROW, G.L.; CROMWELL, M.D.; LINDEMANN, M.D.; AZAIN, M.J. Effects of corn distillers dried grains with solubles on quality traits of pork. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.90, n.11, p.4148-4156, 2012.
- OLUKOSI, O.A.; ADEBIYI, A.O. Chemical composition and prediction of amino acid content of maize and wheat Distillers Dried Grains with Soluble. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.185, n.3-4, p.182-189, 2013.
- OVERHOLT, M.F.; LOWELL, J.E.; ARKFELD, E.K.; GROSSMAN, I.M.; STEIN, H.H., DILGER, A.C., BOLER, D.D. Effects of pelleting diets without or with distillers dried grains with solubles on growth performance, carcass characteristics, and gastrointestinal weights of growing-finishing barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.94, n.5, p.2172-2183, 2016.
- PEDERSEN, C.; BOERSMA, M.G.; STEIN, H.H. Digestibility of energy and phosphorus in 10 samples of distillers dried grains with solubles fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.85, n.5, p.1168-1176, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; ABREU, M.L.T.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa: UFV, 488p, 2017.



- SINDALCOOLMT. SINDICATO DAS INDÚSTRIAS SUCROALCOOLEIRAS DO ESTADO DE MATO GROSSO. **Resumo das safras 2000 a 2015**. 2016. Disponível em: <[http://www.sindalcooltmt.com.br/mostra\\_arquivo.php?arquivo=11](http://www.sindalcooltmt.com.br/mostra_arquivo.php?arquivo=11)>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- SONG, M.; BAIDOO, S.K.; SHURSON, G.C.; WHITNEY, M.H.; JOHNSTON, L.J.; GALLAHER, D.D. Dietary effects of distillers dried grains with soluble (DDGS) on performance and milk composition of lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.88, n.7, p.3313-3319, 2010.
- STEIN, H.H.; PEDERSEN, C.; GIBSON, M.L.; BOERSMA, M. G. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles by growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, n.4, p.853-860, 2006.
- STEIN, H.H. **Distillers dried grains with solubles (DDGS) in diets fed to swine**. Swine Focus n. 001. Universidade de Illinois, Urbana - Champaign. 2007. Disponível em: <[http://www.distillersgrains.org/files/feedsources/swine\\_brochure.pdf](http://www.distillersgrains.org/files/feedsources/swine_brochure.pdf)>. Acesso em: 08 mai. 2018.
- STEIN, H.H.; SHURSON, G.C. Board-Invited Review: The use and application of distillers dried grains with solubles (DDGS) in swine diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, n.8, p.1292-1303, 2009.
- STUANI, J.L.; CORASSA, A.; SILVA, I.P.A. Caracterização nutricional e uso de DDGS em dietas para suínos em crescimento e terminação - abordagem analítica. **Nativa**, Sinop, v.4, n.2, p.116-120, 2016.
- TRAN, H.; MORENO, R.; HINKLE, E.E.; BUNDY, J.W.; WALTER, J. BURLEY, T.E.; MILLER, P.S. Effect of corn distillers dried grains with solubles growth performance and health status indicators in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.90, n.3, p.790-801, 2012.
- URRIOLA, P.E.; HOEHLER, D.; PEDERSEN, C.; JOHNSTON, L.J.; SHURSON, G.C. Prediction of in vivo amino acid digestibility of dried distillers grains with solubles (DDGS) from selected physical and chemical characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.91, n.9, p.4389-4396, 2010.
- WHITNEY, M.H.; SHURSON, G.C. Growth performance of nursery pigs fed diets containing increasing levels of corn distillers dried grains with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.82, n.8, p.122-128, 2004.
- WHITNEY, M.H.; SHURSON, G.C.; GUEDES, R.C. Effect of including distillers dried grains with solubles in the diet, with or without antimicrobial regimen, on the ability of growing pigs to resist a Lawsonia intracellular challenge. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, n.8, p.1860-1869, 2006.
- WIDMER, M.R.; MCGINNIS, L.M.; WULF, D.M.; STEIN, H.H. Effects of feeding distillers dried grains with solubles, high-protein distillers dried grains, and corn germ to growing-finishing pigs on pig performance, carcass quality, and the palatability of pork. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.86, n.8, p.1819-1831, 2008.
- WILSON, J.A.; WHITNEY, M.H.; SHURSON, G.C.; BAIDOO, S.K. Effects of adding distillers dried grains with solubles (DDGS) to gestation and lactation diets on reproductive performance and nutrient balance in sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81, n.2, p.47-48, 2003.
- WU, F.; JOHNSTON, L.J.; URRIOLA, P.E.; HILBRANDS, A.M.; SHURSON, G.C. 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. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.213, p.128-141, 2016a.
- WU, F.; JOHNSTON, L.J.; URRIOLA, P.E.; HILBRANDS, A.M.; SHURSON, G.C. 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. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.215, p.105-116, 2016b.
- XU, G.; BAIDOO, S.K.; JOHNSTON, L.J.; BIBUS, D.; CANNON, J.E.; SHURSON, G.C. Effects of feeding diets containing increasing content of corn dried distillers grains with solubles to growing-finishing pigs on growth performance, carcass composition, and pork fat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.88, n.4, p.1398-1410, 2010.
- YING, W.; TOKACH, M.D.; DEROUCHÉY, J.M.; HOUSER, T.E.; DRITZ, S.S.; GOODBAND, R.D.; NELSEM, J.L. Effects of dietary L-carnitine and dried distillers grains with solubles on growth, carcass characteristics, and loin and fat quality of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.91, n.7, p.3211-3219, 2013.