

**GRÃOS SECOS DE DESTILARIA DE MILHO DE ALTA PROTEÍNA E ADITIVOS MELHORADORES DE DIGESTIBILIDADE EM DIETAS DE SUÍNOS**VINICIUS R.C. PAULA<sup>1</sup>, NATALIA C. MILANI<sup>1</sup>, JOSÉ M.M. ANDRADE<sup>1</sup>, HÉLIO MOREIRA JÚNIOR<sup>1</sup>, RAQUEL S. FERNANDES<sup>2</sup>, CÂNDIDA P.F. AZEVEDO<sup>1</sup>, URBANO S. RUIZ<sup>1</sup><sup>1</sup> Departamento de Zootecnia, ESALQ - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil. <sup>2</sup> Departamento de Agronomia – Fundação de Ensino Superior de Bragança Paulista, Bragança Paulista, SP, Brasil.

Contato: viniciusrcp@usp.br / Apresentador: VINICIUS R.C. PAULA

**Resumo:** Objetivando avaliar o desempenho e a digestibilidade de dietas para suínos contendo grãos secos de destilaria de milho de alta proteína (HP-DDG), associadas ou não com complexo de alga e argila ou xilanase, 128 suínos (35,7 kg de peso vivo – PV) foram alojados em grupos de 4 por baias em um delineamento de blocos ao acaso, e receberam ou uma dieta controle (CON) a base de milho e farelo de soja, ou as dietas DDG-PC – dieta contendo HP-DDG; DDG-ACC – dieta DDG-PC com aditivo de algas e argila; e DDG-XYL - dieta DDG-PC com xilanase. O ganho de peso diário, consumo de ração diário e PV final dos animais consumindo a dieta CON foram maiores ( $P<0,05$ ) do que os dos animais consumindo as dietas com HP-DDG na fase de crescimento e período total. Os animais do DDG-XYL apresentaram maior ( $P<0,01$ ) ganho de peso diário e PV final comparados aos alimentados com a dieta CON. A digestibilidade da matéria seca e proteína bruta foram maiores ( $P<0,01$ ) para os animais do CON na fase de crescimento e terminação, e a digestibilidade da fibra em detergente ácido e neutro foram maiores ( $P<0,05$ ) nos tratamentos HP-DDG. O HP-DDG pode ser um ingrediente alternativo em dietas de suínos, mas novos estudos são necessários. A xilanase é um aditivo que melhora o valor nutricional de dietas.

**PalavrasChaves:** Coprodutos; destilaria de milho; digestibilidade; grãos secos de destilaria de milho

**HIGH PROTEIN CORN DRIED DISTILLERS GRAINS AND ADDITIVES ON PERFORMANCE AND DIGESTIBILITY IN SWINE DIETS**

**Abstract:** Aiming to evaluate the performance and digestibility of diets for pigs based on high protein corn dried distillers grains (HP-DDG), associated or not with algae and clay complex or xylanase, 128 pigs (35.7 kg body weight - BW) were housed in groups of 4 per pen in a randomized block design, and received either a control diet (CON) based on corn and soybean meal, or the DDG-PC diets – diet with HP-DDG; DDG-ACC – DDG-PC diet with algae and clay complex additive; or DDG-XYL - DDG-PC diet with xylanase. The average daily gain, average daily feed intake and final BW of animals from the CON treatment were higher ( $P<0.05$ ) than those consuming the diets with HP-DDG in the growing phase and total period. The DDG-XYL animals had greater ( $P<0.01$ ) average daily gain and final BW compared to the CON treatment. The digestibility of dry matter and crude protein were higher ( $P<0.01$ ) for the CON animals in the growing and finishing phase, and the digestibility of acid and neutral detergent fiber were higher ( $P<0.05$ ) in the treatments with HP-DDG. HP-DDG may be an alternative ingredient in pig diets, but further studies are needed. Xylanase is an additive that improves the nutritional value of diets.

**Keywords:** Co-products; corn distillery; corn dried distillers; digestibility

**Introdução:** A produção de etanol de milho está crescendo no Brasil e seus coprodutos, como os grãos secos de destilaria de alta proteína (HP-DDG), estão disponíveis para o mercado de rações. Nos EUA, esses ingredientes são bem caracterizados e bastante utilizados em dietas de suínos. No entanto, existem diferenças no material de origem e no processo de obtenção desses coprodutos dependendo do local de produção, gerando diferenças na composição química e nutricional dos alimentos (Stein e Shurson, 2009), principalmente nos teores e tipos de fibras. Alguns aditivos, como a enzima xilanase ou compostos a base de algas, são alternativas para melhorar o aproveitamento de ingredientes com elevados teores de fibra na alimentação de suínos. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho e a digestibilidade de dietas em suínos alimentados com rações contendo HP-DDG de milho em alta inclusão, associadas ou não a aditivo a base de alga ou xilanase.

**Material e Métodos:** Cento e vinte e oito suínos machos castrados e fêmeas, com 73 dias de idade e  $35,71 \pm 4,28$  kg de peso vivo (PV) foram alojados em grupo de 4 animais por baia em um delineamento de blocos ao acaso, para receberem ou uma dieta controle (CON), a base de milho e farelo de soja, ou as dietas: DDG-PC – dieta contendo 25, 33 ou 40% de HP-DDG nas fases de crescimento 1, 2 e terminação, respectivamente; DDG-ACC – dieta DDG-PC e aditivo melhorador de digestibilidade a base de algas e argila em 0,1%; ou DDG-XYL - dieta DDG-PC e enzima xilanase (endo- $\beta$ -1,4-xilanase, > 10.000 U/g), em 0,01%, totalizando oito repetições. Todas as dietas continham 0,8% de sílica como marcador indigestível. Os animais receberam ração e água a vontade durante os 70 dias experimentais. O PV, consumo de ração diário (CRD), PV final e conversão alimentar (CA) dos animais foram mensurados semanalmente e calculados por fase. As fezes dos animais foram coletadas parcialmente durante 2 dias no meio de cada fase para realização das análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibras em detergente ácido e neutro (FDA e FDN), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e cinza insolúvel em ácido (AOAC, 2006; Van Keulen e Young, 1977), e seus respectivos valores digestíveis foram calculados (Adeola, 2001). Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%), com uso do programa SAS 9.0. Contrastes ortogonais foram aplicados para comparar as médias dos tratamentos DDG-PC vs. DDG-ACC, DDG-PC vs. DDG-XYL e DDG-ACC vs. DDG-XYL.

**Resultado e Discussão:** Na fase de crescimento 1, o GPD, CRD e o PV final dos animais do tratamento CON foram maiores e a CA melhor ( $P>0,01$ ) do que os animais tratados com HP-DDG. Os animais do DDG-XYL apresentaram maior ( $P>0,001$ )

GPD e PV final do que os animais do DDG-PC. Na fase de crescimento 2 e período total, os animais do tratamento CON apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) GPD, CRD e PV final do que os animais tratados com HP-DDG (Tabela 1). O HP-DDG contém teores de FDA e FDN elevados, o que pode ter prejudicado a digestibilidade dos nutrientes, e por consequência o desempenho dos animais (Asiedu et al., 2006). Além disso, o HP-DDG possui alto teor de leucina, o que pode ter causado desequilíbrio dos aminoácidos plasmáticos, reduzindo o aminoácido limitante, e consequentemente o desempenho (Bertechini, 2006). Os resultados de desempenho corroboram os resultados de digestibilidade encontrados no presente estudo (Tabela 2), em que na fase de crescimento 1, os animais do tratamento CON apresentaram maiores ( $P < 0,01$ ) digestibilidades da MS e PB do que os animais tratados com HP-DDG, e os animais do DDG-XYL apresentaram maior ( $P < 0,01$ ) digestibilidade da FDN do que os animais do CON, DDG-PC e DDG-ACC, e maior ( $P < 0,01$ ) digestibilidade da FDA do que os animais do CON e DDG-ACC. Na digestão da fibra decorrente da xilanase, pode ocorrer a liberação de arabinosilanos-oligosacarídeos simbióticos, que podem promover regulação positiva da microbiota intestinal capaz de degradar fibra e liberar de compostos para serem aproveitados para geração de energia (Sheridan et al., 2016; Bedford, 2018; Zhang et al., 2018).

Tabela 1. Desempenho de suínos em fase de crescimento e terminação alimentados com dietas contendo grãos secos de destilaria de milho de alta proteína, complexo de alga e argila e enzima xilanase

Item	Tratamentos <sup>1</sup>				CV	EPM <sup>2</sup>	Valor de P
	CON	DDG-PC	DDG-ACC	DDG-XYL			
PV inicial, kg	35,71	35,73	35,70	35,72	11,36	1,510	0,708
Crescimento 1 <sup>3</sup>							
GPD, kg <sup>4,5</sup>	1,015 <sup>a</sup>	0,464 <sup>c</sup>	0,502 <sup>bc</sup>	0,526 <sup>b</sup>	38,50	0,029	<0,001
CRD, kg <sup>4,5</sup>	2,255 <sup>a</sup>	1,356 <sup>b</sup>	1,414 <sup>b</sup>	1,454 <sup>b</sup>	26,13	0,074	<0,001
CA <sup>5</sup>	2,245 <sup>a</sup>	3,244 <sup>b</sup>	2,980 <sup>b</sup>	2,914 <sup>b</sup>	17,77	0,128	<0,001
PV final, kg <sup>5</sup>	57,03 <sup>a</sup>	45,44 <sup>c</sup>	46,22 <sup>bc</sup>	46,76 <sup>b</sup>	14,48	1,930	<0,001
Crescimento 2 <sup>3</sup>							
GPD, kg	0,847 <sup>a</sup>	0,716 <sup>b</sup>	0,704 <sup>b</sup>	0,692 <sup>b</sup>	17,67	0,025	0,005
CRD, kg	2,474 <sup>a</sup>	2,061 <sup>b</sup>	2,169 <sup>ab</sup>	1,997 <sup>b</sup>	19,91	0,083	0,009
CA	3,024	2,927	3,218	2,907	12,68	0,156	0,310
PV final, kg	66,64 <sup>a</sup>	63,94 <sup>b</sup>	63,66 <sup>b</sup>	63,37 <sup>b</sup>	14,69	0,516	0,003
Terminação 1 <sup>3</sup>							
GPD, kg	0,815	0,758	0,759	0,771	11,44	0,031	0,713
CRD, kg	2,367	2,359	2,373	2,393	12,85	0,115	0,986
CA	2,959	3,200	3,224	3,207	10,14	0,130	0,655
PV final, kg	86,31	86,05	86,08	86,42	13,36	1,528	0,999
Total							
GPD, kg	0,925 <sup>a</sup>	0,640 <sup>b</sup>	0,652 <sup>b</sup>	0,662 <sup>b</sup>	18,74	0,023	<0,001
CRD, kg	2,546 <sup>a</sup>	1,897 <sup>b</sup>	1,966 <sup>b</sup>	1,943 <sup>b</sup>	16,40	0,079	<0,001
CA	2,853	3,141	3,120	3,004	8,71	0,089	0,085
PV final, kg	100,61 <sup>a</sup>	80,62 <sup>b</sup>	81,43 <sup>b</sup>	82,20 <sup>b</sup>	13,36	2,907	<0,001
PV inicial, kg	35,71	35,73	35,70	35,72	11,36	1,510	0,708

<sup>1</sup>CON = dieta controle a base de milho e farelo de soja; DDG-PC = dieta controle positivo com grãos secos de destilaria de milho de alta proteína; DDG-ACC = DDG-PC e complexo de alga e argila a 0,1%; DDG-XYL = DDG-PC e xilanase a 0,01%.

<sup>2</sup>Erro padrão da média.

<sup>3</sup>Dietas formuladas para atender as exigências nutricionais de suínos machos castrados de desempenho regular-médio (Rostagno et al., 2017).

<sup>4</sup>GPD = ganho de peso diário; CRD = consumo de ração diário; CA = conversão alimentar.

<sup>5</sup>DDG-PC vs. DDG-XYL ( $P < 0,05$ ).

<sup>abc</sup>Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ( $P < 0,05$ ).

Tabela 2. Digestibilidade aparente total das dietas (matéria seca) para suínos em fase de crescimento e terminação alimentados com dietas contendo grãos secos de destilaria de milho de alta proteína, complexo de alga e argila e enzima xilanase

Item, % <sup>3</sup>	Tratamentos <sup>1</sup>				CV	EPM <sup>2</sup>	Valor de P
	CON	DDG-PC	DDG-ACC	DDG-XYL			
Crescimento 1 <sup>4</sup>							
MS <sup>6,7</sup>	81,39 <sup>a</sup>	71,34 <sup>b</sup>	71,37 <sup>b</sup>	74,27 <sup>b</sup>	6,41	1,074	<0,001
PB <sup>6</sup>	74,27 <sup>a</sup>	63,28 <sup>b</sup>	64,95 <sup>b</sup>	68,00 <sup>b</sup>	6,75	1,689	<0,001
FDN <sup>6,7</sup>	48,97 <sup>b</sup>	51,04 <sup>b</sup>	50,31 <sup>b</sup>	57,73 <sup>a</sup>	8,69	1,446	0,001
FDA <sup>5,7</sup>	48,71 <sup>c</sup>	56,50 <sup>ab</sup>	52,02 <sup>bc</sup>	59,24 <sup>a</sup>	11,22	1,428	0,002
MM	47,48 <sup>a</sup>	40,72 <sup>ab</sup>	37,32 <sup>b</sup>	39,46 <sup>ab</sup>	14,98	2,902	0,013
Crescimento 2 <sup>4</sup>							
MS	84,85 <sup>a</sup>	76,57 <sup>b</sup>	76,89 <sup>b</sup>	77,55 <sup>b</sup>	6,09	0,853	<0,001
PB	77,11 <sup>a</sup>	68,25 <sup>b</sup>	68,06 <sup>b</sup>	68,82 <sup>b</sup>	7,14	1,322	0,002
FDN	50,87	57,62	55,13	56,06	8,87	1,933	0,228
FDA <sup>5</sup>	44,92 <sup>b</sup>	55,26 <sup>a</sup>	60,82 <sup>a</sup>	59,35 <sup>a</sup>	9,99	1,805	0,001
MM	49,11 <sup>a</sup>	37,76 <sup>b</sup>	37,60 <sup>b</sup>	37,62 <sup>b</sup>	18,91	2,713	0,003
Terminação 1 <sup>4</sup>							
MS	85,08 <sup>a</sup>	80,62 <sup>b</sup>	81,61 <sup>b</sup>	80,62 <sup>b</sup>	3,46	0,675	0,004
PB	77,47 <sup>a</sup>	70,57 <sup>b</sup>	72,29 <sup>ab</sup>	69,99 <sup>b</sup>	6,82	1,175	0,007
FDN	44,92 <sup>b</sup>	58,24 <sup>a</sup>	58,75 <sup>a</sup>	54,82 <sup>b</sup>	10,01	1,574	0,001
FDA <sup>7</sup>	48,37 <sup>b</sup>	57,64 <sup>a</sup>	58,77 <sup>a</sup>	53,00 <sup>ab</sup>	9,98	1,920	0,012
MM <sup>5,7</sup>	43,33 <sup>b</sup>	43,69 <sup>b</sup>	63,09 <sup>a</sup>	44,49 <sup>b</sup>	17,94	2,665	<0,001

<sup>1</sup>CON = dieta controle a base de milho e farelo de soja; DDG-PC = dieta controle positivo com grãos secos de destilaria de milho de alta proteína; DDG-ACC = DDG-PC e complexo de alga e argila a 0,1%; DDG-XYL = DDG-PC e xilanase a 0,01%.

<sup>2</sup>Erro padrão da média.

<sup>3</sup>MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; MM = matéria mineral.

<sup>4</sup>Dietas formuladas para atender as exigências nutricionais de suínos machos castrados de desempenho regular-médio (Rostagno et al., 2017).

<sup>5</sup>DDG-PC vs. DDG-ACC ( $P < 0,05$ ).

<sup>6</sup>DDG-PC vs. DDG-XYL ( $P < 0,05$ ).

<sup>7</sup>DDG-ACC vs. DDG-XYL ( $P < 0,05$ ).

<sup>abc</sup>Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ( $P < 0,05$ ).

**Conclusão:** O HP-DDG em alta inclusão diminuiu o desempenho dos suínos e diminuiu a digestibilidade das dietas. A adição da xilanase em dietas contendo HP-DDG melhorou o desempenho e a digestibilidade dos suínos na fase de crescimento 1, enquanto a adição de aditivo melhorador de digestibilidade a base de alga e argila não proporcionou melhorias para os parâmetros avaliados.

**Agradecimentos:** A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa ao primeiro autor.

**Referências Bibliográficas:** ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: A. J. Lewis; L. L. Southern. Swine Nutrition. (2ed) CRC Press, NY, p.903-906, 2001. AOAC. International. Official methods of analysis. (18ed) AOAC Int., DC, 2006. ASIEDU, A.O.; PATIENCE, J.F.; LAARYELD, B.; VAN KESSEL, A.G.; SIMMINS, P.H.; ZIJLSTRA, R.T. Effects of guar gum and cellulose on digesta passage rate, ileal microbial populations, energy and protein digestibility, and performance of grower pigs. Journal of Animal Science, v.84, p.843–852, 2006. BEDFORD, M. R. The evolution and application of enzymes in the animal feed industry: the role of data interpretation. British Poultry Science, v.59, p.486–493, 2018. BERTECHINI, A. G. Nutrição de monogástricos. (1ed) UFLA, Lavras, MG, 2006. SHERIDAN, P.O.; MARTIN, J.C.; LAWLEY, T.D.; BROWNE, H.P.; HARRIS, H.M.B.; A. BERNALIER-DONADILLE, A. et al. Polysaccharide utilization loci and nutritional specialization in a dominant group of butyrate-producing human colonic Firmicutes. Microbial Genome, 2:e000043, 2016. STEIN, H. H.; SHURSON, G.C. The use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. Journal of Animal Science, v.87, p.1292-1303, 2009. VAN KEULEN, J.; YOUNG, B.A. Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, v.44, p.282–287, 1997. ZHANG, Z.; TUN, H.M.; LI, R.; GONZALEZ, B.J.M.; KEENES, H.C.; NYACHOTI, C.M.; KIARIE, E.; KHAFIPOUR, E. Impact of xylanases on gut microbiota of growing pigs fed corn- or wheat-based diets. Animal Nutrition, v.4, p.339–350, 2018.