



Caracterização nutricional e uso de DDGS em dietas para suínos em crescimento e terminação - Abordagem analítica

Jessika Lucia STUANI^{1*}, Anderson CORASSA¹, Iziz Paula Anhon da SILVA¹

¹ Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil

* E-mail: jessikalstuani@hotmail.com

Recebido em agosto/2015; Aceito em fevereiro/2016.

RESUMO: Alimentos alternativos como os grãos secos destilados com solúveis (dried distillers grains with solubles - DDGS) estão sendo constantemente estudados, com o objetivo de substituir milho e farelo de soja, devido à similaridade na quantidade de nutrientes e com menor custo. Foram revisados artigos entre os anos de 2002 e 2015 publicados em periódicos internacionais contidos na plataforma Science Direct e Animal Science Publications, nos quais as dietas para suínos em fase de terminação apresentaram níveis de inclusão de DDGS de milho de 0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30%. Com uma base de dados elaborada em planilha do Excel foi realizada uma análise descritiva utilizando os níveis de significância obtidos a partir dos resultados dos trabalhos referenciados. Os expressivos valores de energia, proteína bruta e fósforo digestível, o faz muito atraente para substituição parcial da alimentação animal. Observa-se que conforme aumenta a concentração de DDGS de milho na dieta, o consumo de ração e conseqüentemente o ganho de peso diminuem. Em conclusão, o DDGS pode ser incluído em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação com até 20% de inclusão sem afetar negativamente o desempenho.

Palavras-chave: composição bromatológica, aminoácidos, desempenho, coproduto, biocombustíveis.

Nutritional characterization and use of DDGS in growing and finishing pig diets - Analytical approach

ABSTRACT: Alternative ingredients such as dried distiller's grains with soluble (DDGS) are constantly being studied in order to replace corn and soybean meal, due to similarity in the amount of nutrients and less costly. Articles between the years 2002 and 2015 published in international journals were reviewed contained on the Science Direct and Animal Science Publications platforms, in which the diets for finishing pigs showed the levels of inclusion 0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30% of corn's DDGS. With a database compiled in Excel spreadsheet a descriptive analysis was performed using the significance levels obtained from the results of the referenced works. The expressive amounts of energy, crude protein and digestible phosphorus, makes it very attractive for partial replacement of animal nutrition. Was observed that with increasing concentration of corn's DDGS in the diet feed intake and consequently weight gain decreases. In conclusion, DDGS can be included in diets for pigs in the growing and finishing phases up to 20% of inclusion without negatively affecting performance.

Keywords: chemical composition, amino acids, performance, coproduct, biofuels.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor de carne suína do mundo, com uma produção em 3.344 milhões de toneladas de carne. (ABPA, 2015). Devido a essa grande produção, a busca por alimentos alternativos e de baixo valor comercial, como os resíduos, coprodutos e subprodutos, representam uma forma de minimizar os gastos com alimentação.

A viabilidade da utilização de resíduos e coprodutos agroindustriais como alimentos, requer trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, visando a sua caracterização, aplicação de métodos de tratamento, determinação de seu valor

nutritivo, além de sistemas de conservação, armazenagem e comercialização.

Segundo FASTINGER & MAHAN (2006), 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), sendo obtidos após a fermentação do amido do milho pelas leveduras e enzimas selecionadas para produzir etanol e dióxido de carbono. O uso deste ingrediente na alimentação animal vem aumentando de forma expressiva, contudo, a determinação do nível mais adequado de inclusão de DDGS nas dietas de suínos em terminação deve levar em consideração as respostas zootécnicas.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho caracterizar a composição química e avaliar os resultados zootécnicos da inclusão de DDGS de milho em dietas para suínos em crescimento e terminação através de análise de artigos científicos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão de literatura, onde foram compilados as informações de composição química e os resultados zootécnicos de artigos publicados em periódicos internacionais contidos nas plataformas Science Direct e Animal Science Publications. Foram selecionados artigos que relatavam os efeitos do DDGS de milho em suínos nas fases decrescimento e terminação (SPIEHS et al., 2002; BELYEA et al., 2004; PEDERSEN et al., 2007; LINNEN et al., 2008; YOON et al., 2010; JACELA et al., 2011; LEE et al., 2012; LEE et al., 2013; POMPEU et al., 2013; YING et al., 2013; SONG et al., 2014 e LAMMERS et al., 2015).

Com uma base de dados elaborada em planilha do Excel, foram reunidos os resultados dos artigos. Esses dados continham os resultados obtidos após o fornecimento de dietas contendo diferentes níveis de inclusão de DDGS de milho para suínos em crescimento e terminação sobre o GPD (ganho de peso diário), CRD (consumo de ração diário), EA (eficiência alimentar), pesos inicial e final.

O valor de energia metabolizável do DDGS de milho foi estimado à partir de equações de predição elaborados por NOBLET & PEREZ (1993), PEDERSEN et al. (2007), ROSTAGNO et al. (2011) e ANDERSON et al. (2012).

Foi realizada uma análise descritiva e os níveis de significância obtidos a partir dos resultados dos trabalhos referenciados. Para melhor comparativo entre os resultados, estes foram agrupados de acordo com a análise estatística dos artigos utilizados, sendo 1) análise de regressão para os trabalhos que investigaram vários níveis de inclusão de DDGS (0, 5, 10, 15, 20, 25 ou 30%); 2) comparação simples de médias com baixa e média inclusão de DDGS (0, 10, 15 ou 20%) e 3) comparação simples de médias com alta inclusão de DDGS (0 ou 30%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando os valores da Tabela 1, pode-se considerar que o DDGS apresenta valores intermediários aos principais

Tabela 1. Composição química do milho (M), farelo de soja (FS) e dos grãos secos destilados com solúveis (DDGS) de milho.

Caracterização	M ¹	FS ¹	DDGS ²
Proteína Bruta (%)	8,26	45,32	28,05
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3350	2245	3695*
Matéria seca (%)	87,11	88,59	87,39
Matéria orgânica (%)	-	-	95,19
Extrato etéreo (%)	3,25	1,05	10,14
Fibra bruta (%)	1,73	5,41	7,70
FDA (%)	3,54	8,16	12,09
FDN (%)	11,75	13,86	31,66
Matéria mineral (%)	1,27	5,90	4,83
Cálcio (%)	0,03	0,24	0,06
Fósforo (%)	0,08	0,18	0,79

Fonte: ¹(ROSTAGNO et al., 2011), ²média dos dados de SPIEHS et al., (2002), PEDERSEN et al., (2007), LINNEN et al., (2008), JACELA et al., (2011), LEE et al., (2012) e LEE et al., (2013). * Valor obtido a partir das equações de Noblet & Perez (1993), Pedersen et al (2007), Rostagno et al (2011) e Anderson et al (2012).

ingredientes utilizados nas dietas de suínos. Destacam-se os valores de extrato etéreo, fibra bruta, FDA, FDN e fósforo que foram superiores àqueles do milho e farelo de soja. Esta caracterização implica diretamente no nível de aproveitamento do referido ingrediente, tendo em vista que animais monogástricos apresentam limitações de utilização da fração dos carboidratos insolúveis. Em outro sentido, valores elevados de gordura, principalmente insaturada, podem potencializar a depreciação do valor nutricional do alimento, uma vez que a ocorrência de rancificação pode ser maior.

Como reflexo do teor de proteína, os teores de aminoácidos totais presente no DDGS apresentam-se intermediários àqueles encontrados no milho e farelo de soja à exceção do teor de tirosina que foi maior que as demais fontes (Tabela 2). Apesar do expressivo conteúdo de proteína bruta presente no DDGS, sua composição aminoacídica apresenta, em média, digestibilidade aproximadamente de dez unidades percentuais menores que o milho (FASTINGER & MAHAN, 2006), 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 (SPIEHS et al., 2002), tornando aumentada a participação dos demais componentes no coproduto.

Para o DDGS de milho nos experimentos de SPIEHS et al. (2002), PEDERSEN et al. (2007), LINNEN et al. (2008), JACELA et al. (2011), LEE et al. (2012) e LEE et al. (2013), observou-se expressiva variação entre os valores na composição química (Tabela 3). As variações encontradas entre os diversos trabalhos de pesquisa podem ser justificadas em função da fonte utilizada para produção do biocombustível, do calor empregado no processo, tempo e eficiência de fermentação (COZANNET et al., 2010), sendo que tal variação poderá implicar no seu valor comercial (BELYEA et al., 2004).

A inconstância da caracterização química dos alimentos pode ser considerada como limitação, tendo em vista a imprecisão que esta pode causar na formulação das dietas e nas respostas zootécnicas como consequência do desequilíbrio nutricional.

Ao avaliar os parâmetros de desempenho dos animais nas fases decrescimento e terminação, não foi encontrada significância nas variáveis GPD e EA no primeiro experimento de LINNEN et al. (2008). Porém, a inclusão de mais de 10% de DDGS nas dietas levou a um menor CRD e GPD no segundo experimento de LINNEN et al. (2008). Este fenômeno pode ser explicado pelo valor elevado de fibra do ingrediente DDGS (Tabela 4).

Tabela 2. Teor de aminoácidos essenciais totais (%) do milho (M), farelo de soja (FS) e dos grãos secos destilados com solúveis (DDGS) de milho.

Caracterização (%)	M ¹	FS ¹	DDGS ²
Arginina	0,39	3,33	1,05
Histidina	0,26	1,17	0,70
Isoleucina	0,29	2,10	1,52
Leucina	1,02	3,52	2,43
Lisina	0,24	2,77	0,77
Metionina	0,17	0,64	0,54
Fenilalanina	0,41	2,30	1,64
Treonina	0,32	1,78	1,01
Triptofano	0,07	0,62	0,19
Tirosina	0,29	0,46	0,76
Valina	0,40	2,16	1,63

Fonte: Adaptado ¹(ROSTAGNO et al., 2011) e ²(BELYEA et al., 2004).

Tabela 3. Composição química de grãos secos destilados com solúveis de milho a partir de dados da literatura.

Caracterização (%)	Referências						Média	DP ⁷
	1	2	3	4	5	6		
Matéria seca	88,9	87,6	88,4	87,3	87,3	84,9	87,4	1,4
Matéria orgânica	94,2	96,2	-	-	-	-	95,2	1,4
Proteína bruta	30,3	28,3	25,8	31,2	26,5	26,3	28	2,3
Extrato etéreo	10,9	10,2	9,9	-	11,1	8,6	10,1	1,0
Fibra bruta	8,8	-	10,3	4	-	-	7,7	3,3
FDA	16,2	10,1	-	16,1	7,7	10,3	12,1	3,8
FDN	42,1	21,5	-	34,6	27,6	32,5	31,7	7,7
Matéria mineral	5,8	3,8	-	4,6	5,6	4,3	4,8	0,8
Cálcio	0,06	0,07	-	0,05	0,06	-	0,06	0,01
Fósforo	0,9	0,6	-	0,76	0,91	-	0,79	0,14

¹ SPIEHS et al. (2002). ² PEDERSEN et al. (2007). ³ LINNEN et al. (2008). ⁴ JACELA et al. (2011). ⁵ LEE et al. (2012). ⁶ LEE et al. (2013). ⁷DP: desvio padrão.

Tabela 4. Desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com níveis crescentes de DDGS.

Parâmetros ¹	Inclusão de DDGS (%)							Sign. ²	Referência
	0	5	10	15	20	25	30		
Peso inicial (kg)	46,30	-	46,30	-	46,30	-	46,30	ND	LINNEN et al. (2008)
Peso final (kg)	93,84	-	94,35	-	93,00	-	93,06	ND	
CRD (kg/d)	1,95	-	1,98	-	1,91	-	1,90	Linear	
GPD (kg/d)	0,85	-	0,86	-	0,83	-	0,83	NS	
EA (kg/kg)	0,44	-	0,44	-	0,44	-	0,44	NS	
Peso inicial (kg)	49,70	49,70	49,70	49,70	49,70	-	-	ND	LINNEN et al. (2008)
Peso final (kg)	121,54	121,07	121,07	119,59	118,57	-	-	ND	
CRD (kg/d)	2,39	2,32	2,37	2,31	2,29	-	-	Linear	
GPD (kg/d)	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	-	-	Linear	
EA (kg/kg)	0,39	0,40	0,39	0,39	0,39	-	-	NS	
Peso inicial (kg)	29,60	29,60	29,60	-	29,60	-	29,60	NS	JACELA et al. (2011)
Peso final (kg)	121,4	119,30	118,80	-	118,20	-	116,20	Linear	
CRD (kg/d)	2,16	2,17	2,11	-	2,11	-	2,04	Linear	
GPD (kg/d)	0,91	0,89	0,89	-	0,89	-	0,87	Linear	
EA (kg/kg)	0,42	0,41	0,42	-	0,42	-	0,43	NS	
Peso inicial (kg)	39,50	-	-	39,5	-	39,50	-	ND	LAMMERS et al. (2015)
Peso final (kg)	124,70	-	-	124,7	-	124,70	-	ND	
CRD (kg/d)	2,89	-	-	2,8	-	2,87	-	NS	
GPD (kg/d)	1,03	-	-	0,99	-	1,01	-	NS	
EA (kg/kg)	0,36	-	-	0,35	-	0,35	-	NS	

¹CRD (consumo de ração diário), GPD (ganho de peso diário) e EA (eficiência alimentar). ² Sign.: significância; ND: não determinado; Linear: efeito linear; NS: não significativo.

Segundo ALBUQUERQUE et al. (2011) os alimentos alternativos, geralmente contém elevado teor de fibra bruta, podendo interferir negativamente no desempenho de animais monogástricos, que possuem pouca habilidade no aproveitamento deste nutriente. A fibra dietética quando fornecida para suínos em grandes quantidades implica em uma menor digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta, fibra bruta e do nitrogênio.

O menor CRD também foi significativo nos trabalhos de JACELA et al. (2011), onde foi observado GPD e peso final menores com o aumento dos níveis de inclusão de DDGS. GRAHAM et al. (2014), em seus trabalhos também encontraram resultado similar, onde o aumento da inclusão de DDGS na dieta de suínos em terminação diminuiu o ganho de peso diário, eficiência alimentar, peso final, além de reduzir a gordura e rendimento da carcaça. Ao contrário a esses autores, LAMMERS et al. (2015) não observou diferença estatística nestes parâmetros de desempenho.

Nenhum trabalho avaliado utilizando inclusões baixas ou médias de DDGS evidenciaram diferença de desempenho (Tabela 5), sugerindo que inclusões de até 20% podem ser utilizadas sem prejuízos aos animais. WHITNEY et al. (2006), confirmam que a inclusão de 10% de DDGS em dietas para

suínos em crescimento e terminação não afeta o desempenho e parâmetros de carcaça, além de contribuir para o melhor custo de formulação, uma vez que este ingrediente possui custos menores que os alimentos tradicionais. Os trabalhos de YOON et al. (2010), LINNEN et al. (2008) e POMPEU et al. (2013), não apresentaram diferenças significativas em variáveis de desempenho como CRD, GPD e EA em nenhum dos níveis de inclusão do ingrediente DDGS.

No mesmo sentido, em uma revisão de mais de 20 trabalhos, STEIN & SHURSON (2009) concluíram que até 30% de DDGS poderia ser adicionado à dieta sem afetar negativamente o desempenho do crescimento, no entanto, na maioria dos estudos os suínos alimentados com níveis crescentes de DDGS, tiveram seu peso final, rendimento de carcaça, toucinho, e profundidade de lombo diminuídos. Estes resultados corroboram com os de WHITNEY et al. (2006) e LINNEN et al. (2008).

Ao avaliar o desempenho de suínos em crescimento e terminação com a inclusão de 30% de DDGS de milho (Tabela 6) observa-se variação nas respostas, em que alguns trabalhos apontaram pior desempenho nos animais alimentados com DDGS, enquanto outros não observaram efeito significativo. LEE et al., (2012) não observaram diferença significativa nas variáveis.

Tabela 5. Desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com diferentes níveis de DDGS.

Parâmetros ¹	Sem DDGS	Com DDGS	Sign ²	Inclusão (%)	Ref. ³
Peso inicial (kg)	60,5	60,5	ND		
Peso final (kg)	82,45	82,11	ND		
CRD (kg/d)	2,85	2,83	NS	10	(1)
GPD (kg/d)	0,954	0,94	NS		
EA (kg/kg)	0,33	0,33	NS		
Peso inicial (kg)	86,5	86,5	ND		
Peso final (kg)	109,44	108,87	ND		
CRD (kg/d)	2,93	2,94	NS	15	(2)
GPD (kg/d)	0,791	0,771	NS		
EA (kg/kg)	0,27	0,26	NS		
Peso inicial (kg)	47,6	47,6	ND		
Peso final (kg)	73,99	73,99	ND		
CRD (kg/d)	2,14	2,15	NS	15	(3)
GPD (kg/d)	0,942	0,94	NS		
EA (kg/kg)	0,44	0,44	NS		
Peso inicial (kg)	100,5	100,3	NS		
Peso final (kg)	126	125,5	NS		
CRD (kg/d)	2,74	2,66	NS	20	(4)
GPD (kg/d)	0,94	0,93	NS		
EA (kg/kg)	0,35	0,35	NS		

¹CRD (consumo de ração diário), GPD (ganho de peso diário) e EA (eficiência alimentar).² Sign.: significância; ND: não determinado; Linear: efeito linear; NS: não significativo. ³YOON et al. (2010) (valores médios), 2- YOON et al. (2010) (valores médios), 3- LINNEN et al. (2008), 4- POMPEU et al. (2013).

Porém, nos experimentos de LEE et al., (2013), em quatro de seus experimentos, encontrou-se diferença significativa ($P < 0,001$) para as variáveis de peso final, GPD e CRD onde o uso de 30% de DDGS resultou em valores menores que a dieta controle.

No trabalho de SONG et al. (2013), não se encontrou diferença ($P > 0,001$) nas variáveis peso inicial e CRD, porém em variáveis como a EA, PF e GPD foram significativos ($P < 0,001$), o que corrobora com WHITNEY et al., (2001). SONG et al., (2013) avaliaram o desempenho de animais em crescimento e terminação com dietas a base de 0, 10, 20 e 30% de DDGS de milho. Os animais alimentados com dietas contendo 0 e 10% de DDGS tiveram desempenho equivalente, contudo, animais que receberam dietas com 20 e 30% de DDGS apresentaram GPD inferior aos demais tratamentos. A eficiência alimentar foi semelhante para suínos alimentados com 0, 10 e 20% de DDGS, e maior com a inclusão de 30% de DDGS. Em contraste, YING et al., (2013), não encontrou diferença significativa nas variáveis observadas.

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. Este problema pode ser amenizado com a formulação de dietas a base de aminoácidos digestíveis ou com o uso de outras fontes com valor de treonina mais elevado.

A treonina é um aminoácido de destaque na nutrição animal, pois em caso de limitação de seu fornecimento nas dietas, os suínos não utilizam eficientemente a lisina para a deposição de proteína muscular. Assim, a melhor maneira de se atender as exigências de treonina é formular de acordo com o conceito de proteína ideal, no qual a exigência deste aminoácido é expressa como uma proporção da exigência da lisina. Na tabela 6 pode-se observar as diferenças estatísticas em variáveis citadas, com o nível de inclusão de DDGS nas dietas de 0% (tratamento controle) e 30%.

Tabela 6. Desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com inclusão de 30% de DDGS.

Parâmetros ¹	Sem DDGS	DDGS 30%	Sign ²	Ref. ³
Peso inicial (kg)	43,5	43,3	NS	
Peso final (kg)	130,6	127	NS	
CRD (kg/d)	2,85	2,67	NS	(1)
GPD (kg/d)	0,99	0,95	NS	
EA (kg/kg)	0,35	0,36	NS	
Peso inicial (kg)	40,97	41,42	NS	
Peso final (kg)	68,26	66,94	<0,001	
CRD (kg/d)	2,07	1,87	<0,001	(2)
GPD (kg/d)	0,97	0,91	<0,001	
EA (kg/kg)	0,48	0,51	NS	
Peso inicial (kg)	68,26	66,94	<0,001	
Peso final (kg)	97,06	93,7	<0,001	
CRD (kg/d)	2,65	2,56	NS	(3)
GPD (kg/d)	1,03	0,96	<0,001	
EA (kg/kg)	0,39	0,38	NS	
Peso inicial (kg)	97,06	93,7	<0,001	
Peso final (kg)	126,43	119,74	<0,001	
CRD (kg/d)	3,39	3,09	<0,001	(4)
GPD (kg/d)	1,09	0,96	<0,001	
EA (kg/kg)	0,32	0,31	NS	
Peso inicial (kg)	40,97	41,42	NS	
Peso final (kg)	126,43	119,74	<0,001	
CRD (kg/d)	2,82	2,62	<0,001	(5)
GPD (kg/d)	1,03	0,94	<0,001	
EA (kg/kg)	0,36	0,36	NS	
Peso inicial (kg)	6,60	6,6	NS	
Peso final (kg)	110,23	106,53	<0,001	
CRD (kg/d)	1,93	1,95	NS	(6)
GPD (kg/d)	0,76	0,74	<0,001	
EA (kg/kg)	0,40	0,38	<0,001	
Peso inicial (kg)	36,1	36,1	NS	
Peso final (kg)	124,17	124,6	NS	
CRD (kg/d)	2,43	2,47	NS	(7)
GPD (kg/d)	0,83	0,84	NS	
EA (kg/kg)	0,34	0,34	NS	

¹CRD (consumo de ração diário), GPD (ganho de peso diário) e EA (eficiência alimentar).²Sign: significância; NS: não significativo. ³-1- LEE et al., (2012), 2 a 5- LEE et al., (2013), 6- SONG et al., (2014) (valores médios), 7-YING et al., (2013)

A série de trabalhos sobre DDGS para suínos revisados por STEIN & SHURSON (2009), permitiu observar redução do CRD na maioria dos experimentos com consequente redução do GPD, o que segundo os autores, está ligado à redução na palatabilidade nestas dietas.

4. CONCLUSÃO

Os grãos secos destilados com solúveis (DDGS) apresentam composição química intermediária ao milho e farelo de soja, mas com teores de fibra bruta, FDA, FDN, extrato etéreo, fósforo, energia metabolizável e tirosina maiores que estes.

Devido à grande variação na composição nutricional do DDGS é de suma importância a análise química do ingrediente antes de seu fornecimento na alimentação de suínos.

Inclusões acima de 20% de DDGS de milho em dietas de suínos em crescimento e terminação podem causar efeito negativo no desempenho.

5. REFERÊNCIAS

ABPA. Mercado mundial de carne suína. São Paulo: Associação Brasileira de Proteína Animal. Disponível em: <http://bit.ly/1Tm2ILg>. Acesso em: 18 abr. 2015.

- ANDERSON, P. V.; KERR, B. J.; WEBER, T. E.; ZIEMER, C. J.; SHURSON, G. C. Determination and prediction of energy from chemical analysis of corn co-products fed to finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 1242-1254, 2012. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2010-3605>
- ALBUQUERQUE, D. M. N. et al. Resíduo desidratado de cervejaria para suínos em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 2, p. 465-472, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352011000200026>
- BARBOSA, F. A., **Alimentos na nutrição de bovinos**, 2004. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_nutricao_bovinos.htm>. Acesso em: 20 de junho de 2015.
- BELYEA, R. L.; RAUSCH, K. D.; TUMBLESÓN, M. E. Composition of corn and distillers dried grains with solubles from dry grind ethanol processing. **Bioresource Technology**, v. 94, n. 3, p. 293-298, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2004.01.001>
- CÂNDIDO, M. J. D. et al. Utilização de coprodutos da mamona na alimentação animal. **III Congresso Brasileiro de Mamona**, 2008.
- COZANNET, P.; PRIMOT, Y.; GADY, C.; MÉTAYER, J. P.; CALLU, P.; LESSIRE, M.; SKIBA, F.; NOBLET, J. Composition and amino acids ileal digestibility of wheat distillers dried grains and solubles in pigs: Sources of variability. **Livestock Science**, v. 134, n. 1-3, p. 176-179, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.130>
- FASTINGER, N. D.; MAHAN, D. C. Determination of the ileal amino acid and energy digestibilities of corn distillers dried grains with solubles using grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 7, p. 1722-1728, 2006. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2005-308>
- GRAHAM A. B. et al. The effects of medium-oil dried distillers grains with solubles on growth performance, carcass traits, and nutrient digestibility in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, p.604-611, 2014. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2013-6798>
- JACELA, J. Y.; DeROUCHEY, J. M.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, 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. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2010-3097>
- LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; HONEYMAN, M. S. Biofuel co-products as swine feed ingredients: Combining corn distillers dried grains with solubles (DDGS) and crude glycerin. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 201, p. 110-114, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.12.013>
- 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. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-5328>
- 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. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-5129>
- LINNEEN, S. K. et al. 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. 1579-1587, 2008. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2007-0486>
- NOBLET, J., AND J. M. PEREZ. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3389-3398, 1993.
- PEDERSEN, C.; BOERSMA, M. G.; STEIN, H. H. Digestibility of energy and phosphorus in ten samples of distillers dried grains with solubles fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 5, p. 1168-1176, 2007. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2006-252>
- ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C. **Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3ª Edição, Editor : Horacio Santiago Rostagno, Viçosa:UFV/Departamento de Zootecnia. 2011.
- SONG, R.; CHEN, C.; WANG, L.; JOHNSTON, L. J.; KERR, B. J.; WEBER, T. E.; SHURSON, G. C. High sulfur content in corn dried distillers grains with solubles protects against oxidized lipids by increasing sulfur-containing antioxidants in nursery pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, p. 2715-2728, 2013. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-5350>
- SPIEHS, M. J.; WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C. Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 2639-2645, 2002.
- STEIN, H. H.; SHURSON, G. C. Board-Invited Review: The use and application of distillers dried grains with soluble (DDGS) in swine diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 1292- 1303, 2009. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2008-1290>
- 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 intracellularis* challenge. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 1870-1879, 2006. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2004-575>
- YING, W.; TOKACH, M. D.; DeROUCHEY, 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. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-5606>
- YOON, S. Y.; YANG, Y. X.; SHINDE, P. L.; CHOI, J. Y.; KIM, J. S.; KIM, Y. W.; YUN, K.; JO, J. K.; LEE, J. H.; OHH, S. J.; KNOW, I. K.; CHAE, B. J. Effects of mannanase and distillers dried grain with solubles on growth performance, nutrient digestibility, and carcass characteristics of grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 1, p. 181-191, 2010. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2008-1741>