

# Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte (22-42 dias)<sup>1</sup>

Distiller's dried grains with solubles (DDGS) in feed for broilers (22-42 days)

Rodrigo André Schone<sup>2</sup>, Ricardo Vianna Nunes<sup>2</sup>, Rafael Frank<sup>2</sup>, Cinthia Eyng<sup>2</sup> e Leandro Dalcin Castilha<sup>3\*</sup>

**RESUMO** - Este trabalho teve por objetivo determinar a composição bromatológica, energética e a digestibilidade ileal de aminoácidos do resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS), além de avaliar o efeito da utilização desse resíduo sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade. No primeiro experimento, foram utilizadas 48 aves Cobb, machos, com 21 dias de idade e peso médio de  $932 \text{ g} \pm 45 \text{ g}$ , distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos, seis repetições e quatro aves por unidade experimental. No segundo (digestibilidade dos aminoácidos), foram utilizados 12 galos Leghorn cecectomizados, com peso médio de  $1.912,1 \pm 133,73 \text{ g}$ , distribuídos em DIC, com um alimento teste (DDGS), seis repetições e um galo por unidade experimental. Finalmente, foi avaliado o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte da linhagem Cobb Slow, dos 22 aos 42 dias, sendo utilizados 900 frangos, com peso inicial de  $972,50 \pm 25,79 \text{ g}$ , distribuídos em DIC, em esquema fatorial  $2 \times 5$ , totalizando 10 tratamentos (macho e fêmea  $\times$  0; 5; 10; 15 e 20% de inclusão de DDGS), com cinco repetições por tratamento. Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foram de 2.461 e 2.282 kcal  $\text{kg}^{-1}$ , respectivamente. Níveis de 5 a 20% de inclusão de DDGS nas rações promovem queda no desempenho e no rendimento de carcaça de frangos de corte, machos e fêmeas, além de maior deposição de gordura abdominal nas fêmeas.

**Palavras-chave:** Alimentos alternativos. Aminoácidos digestíveis ileais. Composição bromatológica. Energia metabolizável. Resíduo industrial.

**ABSTRACT** - The aim of this study was to determine nutritional composition and energy, and ileal digestibility of amino acids, in distiller's dried grains with solubles (DDGS), in addition to evaluating the effect of the use of this residue on the performance and carcass yield of broilers from 22 to 42 days of age. In the first experiment, 48 male Cobb birds, 21 days old, with an average weight of  $932 \text{ g} \pm 45 \text{ g}$ , were distributed in a completely randomized experimental design (CRD), with two treatments, six replicates and four birds per experimental unit. In the second experiment (amino acid digestibility), 12 cecectomized Leghorn roosters, with an average weight of  $1,912.1 \pm 133.73 \text{ g}$ , were distributed in a CRD, with one type of test food (DDGS), six replications and one rooster per experimental unit. Finally, performance and carcass yield were evaluated in Cobb Slow broilers from 22 to 42 days, using 900 chickens with an initial weight of  $972.50 \pm 25.79 \text{ g}$ , distributed in a CRD, in a  $2 \times 5$  factorial scheme, giving a total of 10 treatments (male and female  $\times$  0, 5, 10, 15 and 20% addition of DDGS), with five replicates per treatment. The values for apparent metabolizable energy (AME) and nitrogen-corrected AME (AMEn) were 2,461 and 2,282 kcal  $\text{kg}^{-1}$  respectively. Adding levels of 5% to 20% DDGS to the feed promotes reductions in performance and carcass yield in male and female broilers, as well as a higher deposition of abdominal fat in females.

**Key words:** Alternative foods. Ileal digestible amino acids. Nutritional composition. Metabolizable energy. Industrial residue.

DOI: 10.5935/1806-6690.20170064

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 02/09/2015; aprovado em 29/08/2016

<sup>1</sup>Parte da Dissertação de Mestrado em Zootecnia do primeiro autor, apresentada na Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE

<sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE, Rua, Pernambuco 1777, Marechal Cândido Rondon-PR, Brasil, 85.960-000, rodrigoshone87@gmail.com, nunesrv@hotmail.com, frank\_zoo@hotmail.com, cinthiaeyng@hotmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá/UEM, Av. Colombo, 5790, Jardim Universitário, Maringá-PR, Brasil, 87.020-900, leandrocastilha@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

A produção de biocombustíveis, particularmente o etanol, está aumentando rapidamente em todo o mundo, a fim de diminuir a dependência do petróleo e melhorar o meio ambiente. Em grande parte das indústrias produtoras de álcool, são utilizados cereais como milho, trigo e cevada e quando estes cereais são empregados na produção de etanol, o principal resíduo do processo fermentativo são os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS).

O DDGS é uma considerável fonte de proteína, aminoácidos, energia, fósforo e outros nutrientes, entretanto, o principal problema de seu uso é a grande variabilidade na composição nutricional e na qualidade deste ingrediente. (LUMPKINS; BATAL; DALE, 2004). Esse resíduo apresenta um valor médio de energia e proteína bruta similar ao do farelo de soja, tendo como limitantes apenas os aminoácidos triptofano, arginina e lisina (PENZ JÚNIOR; GIANFELICE, 2008).

O descarte deste resíduo de forma incorreta pode causar transtornos ambientais, sanitários e econômicos (WU; MUNKVOLD, 2008) e, desta forma, a utilização do DDGS como alimento alternativo na produção animal colabora para a diminuição da deposição de materiais no meio ambiente.

No caso de frangos de corte, o sistema digestório não está totalmente desenvolvido até cerca de 14 dias de idade, resultando em alta sensibilidade à qualidade do ingrediente alimentar rico em fibras. Dessa forma, para substituição de ingredientes que compõem as rações por DDGS, sem prejuízos à produtividade dos animais, é necessário o conhecimento dos valores energéticos (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016) e, sobretudo, dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos.

Desta forma, o presente trabalho objetivou a determinação da composição bromatológica, do valor energético e da digestibilidade de aminoácidos do DDGS, além do efeito da utilização desse resíduo sobre o desempenho e rendimento de carcaças de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos na Fazenda Experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, situada no *Campus* de Marechal Cândido Rondon-PR. Todos os procedimentos experimentais foram previamente submetidos à apreciação do Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação da UNIOESTE, tendo sido aprovados para execução (Parecer CEUA/UNIOESTE nº 038/2013).

No primeiro experimento, foi determinada a composição bromatológica e os valores energéticos do DDGS para frangos de corte. Foram utilizados 48 pintos machos da linhagem Cobb Slow, com 21 dias de idade e peso médio de  $932 \pm 4,55$  g, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos, seis repetições e quatro aves por unidade experimental.

As aves foram criadas em galpão de alvenaria até os 21 dias de idade e então transferidas às gaiolas metabólicas com dimensões de 50 x 50 cm, providas de bebedouros tipo nipple e comedouros individuais por gaiola. As dietas experimentais foram constituídas de uma ração-referência (RR) à base de milho e farelo de soja, formulada para atender as exigências nutricionais dos animais de 21 a 35 dias de idade, de acordo com as recomendações de Rostagno *et al.* (2011) e uma ração-teste, obtida pela substituição ( $\text{kg kg}^{-1}$ ) em 20% do DDGS na RR.

O período experimental teve duração de 10 dias, sendo 5 dias utilizados para adaptação das aves às gaiolas e às dietas, e os 5 dias restantes utilizados para coleta total de excretas. Durante todo o período experimental, as aves receberam ração e água à vontade.

Foram utilizadas bandejas metálicas sob as gaiolas, revestidas com plástico, coletando-se as excretas duas vezes ao dia, para evitar fermentações. A cada coleta, tomou-se o cuidado para evitar possíveis contaminações com ração, penas e escamas. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados por unidade experimental e armazenados em freezer à temperatura de  $-18$  °C até o momento das análises.

Ao término da última coleta, determinou-se o consumo de ração, descontando-se as sobras, e após descongelamento das excretas estas foram quantificadas, homogêneas e amostras retiradas para realização da pré-secagem ( $55$  °C por 72 h, em estufa de ventilação forçada), moagem e posterior determinação da matéria seca, nitrogênio total e energia bruta.

As análises químicas do DDGS, das rações experimentais e excretas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, de acordo com as técnicas descritas pela AOAC (2005), sendo elas: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e energia bruta (EB). Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do DDGS foram calculados por meio das equações propostas por Matterson *et al.* (1965), bem como os coeficientes de metabolizabilidade da EMA (CEMA) e da EMAn (CEMan).

No segundo experimento, foram determinados os coeficientes de digestibilidade ileal dos aminoácidos essenciais do DDGS, por meio da técnica da alimentação forçada, descrita por Sibbald (1976). Foram utilizados 12 galos Leghorn adultos, com peso médio de  $1.912 \pm 133,73$  g. Os galos foram cecectomizados, após anestesia local e laparotomia abdominal.

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por um alimento teste (DDGS), seis repetições e um galo por unidade experimental. Concomitantemente, seis aves foram mantidas em jejum, para determinação das perdas endógenas e metabólicas dos aminoácidos (AA).

Os galos foram alojados individualmente em gaiolas metálicas de recria, adaptadas para ensaios de metabolismo (50 x 50 cm), sendo submetidos a um período de adaptação de cinco dias, em que receberam ração formulada à base de milho e farelo de soja, para atender às exigências de frangos de corte em crescimento (ROSTAGNO *et al.*, 2011) em dois turnos de uma hora cada, sendo uma hora pela manhã e outra à tarde, a fim de promover dilatação do papo. A introdução do alimento ocorreu por intermédio de um funil-sonda, via esôfago até o inglúvio.

A coleta total de excretas foi realizada durante 56 h após a primeira alimentação, realizada em dois horários: às 8 h e 17 h, a fim de evitar fermentação das mesmas. As excretas foram depositadas em bandejas revestidas com plásticos e colocadas sob o piso das gaiolas. Ao final do período de coleta, estas foram quantificadas, homogeneizadas, secas em estufa de ventilação forçada a 50 °C, moídas e encaminhadas para análises de MS e AA.

Os aminogramas do alimento e das excretas foram realizados no Laboratório da Evonik Industries AG, na Alemanha, por meio de cromatografia líquida de alta performance (HPLC), segundo metodologia descrita pela AOAC (2005). Com base nos aminogramas, no consumo de alimentos e na produção de excretas, foi calculada a quantidade de aminoácidos ingeridos e excretados, bem como a fração metabólica e endógena obtida com galos em jejum.

Em seguida, procedeu-se à determinação dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos (CDvAA) e o conteúdo digestível verdadeiro de cada aminoácido presente no alimento (DDGS), de acordo com a metodologia proposta por Sakomura e Rostagno (2016):

$$CDvAA = \frac{mg \cdot AA / g \cdot dieta - (mg \cdot AA / g \cdot excreta - mg \cdot AA / g \cdot endógeno) \times 100}{mg \cdot AA / g \cdot dieta}$$

No terceiro experimento, foi avaliado o desempenho e rendimento de carcaça, cortes e gordura

abdominal de frangos de corte, machos e fêmeas, dos 22 aos 42 dias de idade, recebendo rações contendo diferentes níveis de inclusão de DDGS. As aves foram recriadas em aviário comercial até os 21 dias, recebendo rações comerciais (pré-inicial, inicial e de crescimento) e, ao atingirem a idade, foram pesadas para utilização no presente estudo.

Foram utilizados 900 frangos de corte Cobb Slow, com peso médio inicial de  $972,50 \pm 25,79$  g, sendo 18 aves por unidade experimental (UE), distribuídas em 50 UE (cinco repetições por tratamento), em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, cujos fatores foram o sexo (macho e fêmea) e os níveis de inclusão de DDGS (0; 5; 10; 15; e 20%).

Todas as aves foram pesadas individualmente e distribuídas uniformemente por faixa de peso e sexo, de acordo com a metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2016). Foi utilizada maravalha de pinus nova como material de cama nos boxes experimentais, distribuída em camada de aproximadamente 10 cm.

As exigências nutricionais utilizadas para a formulação das rações experimentais foram baseadas nas recomendações de Rostagno *et al.* (2011), conforme dados expressos na Tabela 1. A composição bromatológica do DDGS avaliado, bem como seus valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis previamente determinados foram empregados nos cálculos das rações experimentais.

Ração e água foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental, sempre regulando vazão e altura dos bebedouros e comedouros de acordo com a idade das aves. O fornecimento de ração foi realizado em comedouros tubulares e a água foi fornecida em bebedouros tipo nipple.

Aos 22 e 42 dias de idade, as aves e as sobras de ração foram pesadas, para avaliação do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. O ganho de peso foi calculado pela diferença entre o peso final e o peso inicial de cada unidade experimental, durante o período avaliado. A conversão alimentar foi calculada considerando o consumo de ração por ave e o ganho de peso de cada ave, durante o período avaliado.

Ao final dos 42 dias de idade, duas aves por unidade experimental, com variação em até 5% do peso médio da unidade experimental, foram selecionadas para avaliação do rendimento de carcaça. Após jejum de 8 h, as aves foram sacrificadas por deslocamento cervical, e posteriormente foi realizada sangria, depena e evisceração. As carcaças evisceradas foram lavadas, gotejadas, e espotejadas. A carcaça inteira, os cortes (peito, coxa, sobrecoxa e asas) e a gordura abdominal foram pesados.

**Tabela 1** - Composição centesimal e química das rações experimentais para frangos de corte (22 a 42 dias) alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS

Ingredientes (%)	Níveis de inclusão de DDGS (%)				
	0	5	10	15	20
Milho grão	63,36	60,51	57,63	52,37	46,63
Farelo de soja 46%	22,19	19,98	17,76	17,34	17,28
DDGS	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00
Farinha de vísceras integral	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Farinha de pena	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Óleo soja degomado	4,56	4,59	4,62	5,08	5,64
Calcário calcítico 38%	0,78	0,81	0,84	0,91	0,99
Fosfato bicálcico	1,15	1,10	1,07	1,16	1,26
Sal comum	0,32	0,29	0,27	0,25	0,24
Bicarbonato de sódio	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DL-Metionina 98%	0,272	0,307	0,341	0,377	0,413
L-Lisina.HCl 78%	0,289	0,331	0,373	0,399	0,422
L-Treonina 98%	0,054	0,050	0,046	0,038	0,029
Cloreto de colina 60%	0,053	0,067	0,082	0,102	0,124
Vegpro1	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Promotor de crescimento natural <sup>2</sup>	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Premix vitamínico e mineral <sup>3</sup>	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição					
Proteína Bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
EM (kcal/kg)	3.250	3.250	3.250	3.250	3.250
Cálcio (%)	0,842	0,838	0,838	0,841	0,839
Fósforo disponível (%)	0,422	0,419	0,419	0,421	0,419
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloro (%)	0,332	0,336	0,339	0,339	0,338
Potássio (%)	0,678	0,687	0,696	0,732	0,773
M+C digestível (%)	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
Lisina digestível (%)	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Treonina digestível (%)	0,691	0,691	0,691	0,691	0,691

<sup>1</sup>Complexo enzimático (amilase, protease e celulase); <sup>2</sup> Actigen®: Mananoligossacarídeos derivados de *Sacharomices cerevisiae*; <sup>3</sup>Composição: ácido fólico (mín) 816,67 mg; ácido pantotênico (mín) 8041,07 mg; biotina (mín) 133,33 mg; cobre (mín) 6666,67 mg; ferro (mín) 40,00 g; hidróxido de tolueno butilado 150,00 mg; iodo (mín) 2000,00 mg; manganês (mín) 66,67 g; niacina (mín) 27,58 g; selênio (mín) 200,00 mg; vitamina a (mín) 6666666,60 ui; vitamina b1 (mín) 1304,40 mg; vitamina b12 (mín) 20000,00 mcg; vitamina b2 (mín) 4000,00 mg; vitamina b6 (mín) 2621,11 mg; vitamina d3 (mín) 2000000,00 ui; vitamina e (mín) 26666,67 ui; vitamina k3 (mín) 2032,63 mg e zinco (mín) 66,67 g

Os resultados obtidos para desempenho e rendimento de carcaça, cortes e gordura abdominal foram submetidos à análise de variância e posterior análise de regressão polinomial. Os graus de liberdade referentes aos níveis de inclusão do DDGS foram desdobrados em polinômios ortogonais, para obtenção das equações de regressão. Para a comparação dos

resultados da ração testemunha (sem inclusão de DDGS) com cada um dos níveis de inclusão, foi aplicado o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química e os valores energéticos do DDGS estão apresentados na Tabela 2. O valor de proteína bruta do DDGS expresso neste trabalho (25,65%) é superior ao do milho (7,88%), similar ao valor do farelo de glúten de milho (21,10%) e inferior ao valor do farelo de soja (44,28%), todos propostos por Rostagno *et al.* (2011).

Quando se compara o valor de EMA do DDGS (2.461 kcal kg<sup>-1</sup>) com outros alimentos é possível verificar que o valor é semelhante ao do farelo de soja (2.254 kcal kg<sup>-1</sup>) e abaixo do valor de EMA do milho (3.165 kcal kg<sup>-1</sup>), propostos por Rostagno *et al.* (2011). Ao avaliar a composição do DDGS para frangos de corte, Foltyn *et al.* (2013) obtiveram valores de proteína bruta e cinzas (26,80% e 4,56%, respectivamente) semelhantes aos obtidos no presente estudo, porém o valor de EMA (1.457 kcal kg<sup>-1</sup>) obtido pelos autores esteve inferior ao valor obtido nesse estudo. Esta diferença de valores pode estar relacionada tanto com a variedade do milho utilizada para obtenção do etanol, e posteriormente o DDGS, como também com a forma de fabricação do etanol. O DDGS oriundo de fábricas com menor nível tecnológico apresentam valores de energia menores que resíduos provenientes das fábricas modernas.

Guney *et al.* (2013) avaliaram a EMA de cinco amostras diferentes de DDGS para frangos de corte e obtiveram os valores de 2.944; 2.559; 2.409; 2.319 e 2.255 kcal kg<sup>-1</sup>. Três dos valores apresentados pelos autores supracitados estiveram próximos aos valores obtidos neste trabalho. A variação percentual da EMA

está intimamente ligada aos valores de EE das amostras, ou seja, quando o valor de EE é alto, o valor de EMA tende a ser alto também e vice-versa (FOLTYN *et al.*, 2013).

Na Tabela 3 estão apresentados os valores aminoácídicos do DDGS, determinados no presente trabalho. Os valores de aminoácidos totais, quando comparados aos resultados encontrados por Cortes Cuevas *et al.* (2012), apresentaram valores inferiores para lisina, arginina, histidina, valina e triptofano (0,81; 1,26; 0,72; 1,30 e 0,21%), respectivamente. Comparando ainda com o mesmo autor, os valores de cistina e isoleucina (0,51% e 0,98%) apresentaram semelhança; já os demais aminoácidos apresentaram valores superiores, com destaque para leucina, cuja variação foi de 15%. Esta variação pode estar relacionada às diferenças na matéria-prima e particularidades no processo de fabricação, tais como métodos de fermentação, secagem e moagem.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos presentes no DDGS de milho apresentaram valores elevados, muito embora este tipo de alimento apresente elevada quantidade de fibra em sua composição e esta, por sua vez, dificulta a digestão. O aminoácido que apresentou menor coeficiente de digestibilidade foi a lisina (89,17%); já o aminoácido que apresentou o maior coeficiente foi a leucina (97,01 %).

Quando comparado com o farelo de soja, principal alimento substituído com a inclusão do DDGS, esse resíduo apresentou valores inferiores, tanto de percentagem de aminoácidos totais, como dos coeficientes de digestibilidade.

**Tabela 2** - Composição química e valores energéticos do DDGS determinados com frangos de corte de 21 dias de idade, expressos na matéria seca

Energia Bruta (kcal kg <sup>-1</sup> )	DDGS	Desvio Padrão
		4.791
Proteína Bruta (%)	25,65	-
Matéria seca (%)	90,62	-
Extrato Etéreo (%)	2,33	-
Matéria Mineral (%)	4,68	-
Fibra em Detergente Neutro (%)	72,95	-
Fibra em Detergente Ácido (%)	18,77	-
EMA (kcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	2.461	114,98
EMAn (kcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	2.282	124,56
CMA (%) <sup>3</sup>	51,37	2,19
CMAAn (%) <sup>4</sup>	47,63	2,37

<sup>1</sup>EMA = Energia metabolizável aparente; <sup>2</sup>EMAn = EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio; <sup>3</sup>CMA = Coeficiente de metabolizabilidade aparente; <sup>4</sup>CMAAn = CMA corrigido pelo balanço de nitrogênio

**Tabela 3** - Aminoácidos totais na matéria natural (AAT), coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDV) e seus respectivos desvios padrão, aminoácidos digestíveis na matéria seca (AADMS) e na matéria natural (AADMN) do DDGS

Aminoácido	AAT (%)	CDV (%)	AADMS (%)	AADMN (%)
Lisina	0,660	89,17 ± 2,08	0,652	0,589
Treonina	0,980	93,51 ± 1,37	1,016	0,916
Metionina	0,570	96,18 ± 0,55	0,608	0,548
Cistina	0,520	91,78 ± 1,29	0,529	0,477
Metionina + cistina	1,100	94,29 ± 0,83	1,150	1,037
Arginina	0,960	95,50 ± 1,33	1,016	0,917
Histidina	0,700	93,11 ± 2,42	0,722	0,652
Isoleucina	0,970	93,92 ± 0,84	1,010	0,911
Leucina	3,370	97,01 ± 0,39	3,624	3,269
Fenilalanina	1,390	92,48 ± 0,89	1,425	1,285
Valina	1,230	93,32 ± 0,92	1,272	1,148
Triptofano	0,180	90,66 ± 1,95	0,181	0,163

Houve interação entre os fatores estudados apenas para conversão alimentar e rendimento de peito. Excetuando-se o rendimento de peito, as demais variáveis foram afetadas de modo significativo pelos níveis de DDGS. O efeito do sexo só não foi significativo para o rendimento de peito e de asas (Tabela 4).

Entre as variáveis de desempenho estudadas dos 22 aos 42 dias (Tabela 5), o consumo de ração foi influenciado negativamente pelos níveis crescentes de inclusão do DDGS, cujos valores médios obtidos nos níveis de 5 a 20% diferiram do tratamento-controle, pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Entre sexos, houve diferença ( $P < 0,05$ ) para essa mesma variável, cujos valores para machos e fêmeas foram, respectivamente, de 3246,26 e 2906,16 g, o que permite inferir que o consumo de ração de machos foi 11,70% superior ao de fêmeas. Resultados semelhantes foram reportados por Klingenberger e

Ferrufino (2006), que avaliaram a inclusão de DDGS em rações de frangos de corte e também não observaram diferenças no consumo de ração a partir dos 21 dias de idade, onde machos ingeriram mais ração do que fêmeas.

Ainda assim, Wang *et al.* (2007) avaliaram níveis de até 25% de inclusão de DDGS na alimentação de frangos de corte, machos e fêmeas, e não obtiveram efeito sobre o peso corporal. Além disso, os autores relataram que aves alimentadas com dietas contendo 25% de DDGS consumiram significativamente mais ração e apresentaram pior conversão alimentar em relação à dieta controle, sem diferenças entre os sexos.

O ganho de peso apresentou efeito linear decrescente ( $P < 0,01$ ) em função dos níveis de inclusão do DDGS. O teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ) corroborou esse

**Tabela 4** - Resumo da análise de variância das variáveis de desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte, machos e fêmeas, alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS, de 22 a 42 dias de idade

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO							
		CR	GP	CA	CAR	PEI	PER	ASA	GA
DDGS	4	27.990*	33.806*	0,02*	7,08*	1,06 <sup>ns</sup>	8,15*	0,87*	0,56*
SEXO	1	1.445.797*	688.921*	0,04*	4,94*	0,03 <sup>ns</sup>	4,78*	0,31 <sup>ns</sup>	11,41*
DDGS*SEXO	4	14.737 <sup>ns</sup>	2.583 <sup>ns</sup>	0,01*	0,53 <sup>ns</sup>	6,75*	1,46 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
Resíduo	40	7.023	2.306	0,01	1,02	0,99	0,76	0,15	0,08
CV (%)		2,72	2,90	1,61	1,38	2,62	3,12	3,85	11,23

FV - Fontes de variação; DDGS - Níveis de DDGS; CR - Consumo de ração (g); GP - Ganho de peso (g); CA - Conversão alimentar; CAR - Rendimento de carcaça (%); PEI - Rendimento de peito (%); PER - Rendimento de perna (%); ASA - Rendimento de asa (%); GA - Rendimento de gordura abdominal (%); <sup>ns</sup> - não significativo, \* - significativo a 5% pelo teste F

**Tabela 5** - Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS, de 22 a 42 dias de idade

Níveis de DDGS (%)	Consumo ração (g) <sup>1</sup>	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar
0 (controle)	3169,68 ± 70,21 <sup>3</sup>	1742,89 ± 52,52	1,823 ± 0,017
5	3063,84 ± 50,94*	1677,55 ± 39,63*	1,829 ± 0,014
10	3045,06 ± 48,77*	1651,77 ± 35,89*	1,846 ± 0,014
15	3044,60 ± 64,24*	1615,16 ± 39,14*	1,887 ± 0,013*
20	3057,87 ± 76,23*	1594,17 ± 40,50*	1,919 ± 0,012*
Macho <sup>2</sup>	3246,26 ± 19,27 <sup>a</sup>	1773,69 ± 14,77 <sup>a</sup>	1,832 ± 0,012
Fêmea	2906,16 ± 18,75 <sup>b</sup>	1538,93 ± 12,75 <sup>b</sup>	1,889 ± 0,006
Sexo x DDGS	0,10	0,36	0,05
Sexo	<0,01	<0,01	<0,01
DDGS	<0,01	<0,01	<0,01
Desdobramento em polinômios ortogonais (regressão polinomial)			
DDGS	0,93	<0,01	<0,01
Linear	0,87	<0,01	<0,01
Quadrática	0,43	0,85	0,40
Sexo	0,06	0,80	0,04
Macho			<0,01 (Linear)
Fêmea			<0,01 (Linear)
Equações de regressão polinomial			
Ganho de peso	GP = 1706,35 - 5,73518 * DDGS (R <sup>2</sup> = 0,45)		
CA (macho)	CA (macho) = 1,73749 0,0085315 * DDGS (R <sup>2</sup> = 0,72)		
CA (fêmea)	CA (fêmea) = 1,84797 0,0038457 * DDGS (R <sup>2</sup> = 0,46)		

<sup>1</sup>Médias com asterisco diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de significância; <sup>2</sup>Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si a 5% de significância pelo teste F; <sup>3</sup>Erro padrão da média

resultado, uma vez que os valores médios de ganho de peso obtidos em todos os níveis de inclusão de DDGS (5 a 20%) nas rações diferiram do tratamento-controle. Este efeito provavelmente pode estar relacionado com a digestibilidade dos nutrientes. Segundo Klingenberger e Ferrufino (2006), a ingestão de fibra pode aumentar o número de células calciformes intestinais, diminuindo o pH intestinal e conseqüentemente o tamanho dos vilos, o que ocasiona redução no desempenho das aves.

Resultados divergentes foram observados por Klingenberger e Ferrufino (2006), os quais alimentaram frangos de corte com ração contendo DDGS e farinha de carne, tendo obtido valores de ganho de peso superior aos animais alimentados com rações convencionais, à base de milho e farelo de soja. Em contrapartida, Cortes Cuevas *et al.* (2012) avaliaram níveis de inclusão de DDGS para frangos de corte de 22 a 42 dias e observaram diminuição do ganho de peso e aumento da conversão alimentar quando a inclusão foi superior a 7%.

Também houve diferenças entre sexos (P<0,05) para o ganho de peso, em que os machos (1773,69 g) apresentaram uma média 15,25% superior às fêmeas (1538,93 g). De certo modo, esse resultado já era previsto, uma vez que o consumo de ração também foi superior para os machos, o que conseqüentemente resultou em maior acréscimo de peso corporal. Ainda assim, Bolu, Alli e Esuola (2012) verificaram que a inclusão de 10% de DDGS em dietas para frangos de corte não afetou o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes, podendo diminuir custos na produção de aves. Já Jung, Mitchell e Batal (2012) verificaram que a inclusão de até 12% de DDGS na dieta não afetou o ganho de peso ou o consumo de ração, mas houve impacto negativo sobre a eficiência alimentar.

Em estudo realizado por Lumpkins, Batal e Dale (2004), o ganho de peso de frangos de 1 a 42 dias reduziu com inclusão de 18% de DDGS. Assim, os autores concluíram que a inclusão recomendada foi de até 12% de DDGS em dietas de crescimento e 15% em dietas finais,

salientando que inclusões maiores de 10% exigem que se faça um ajuste para lisina, metionina, treonina, triptofano e EM.

No presente estudo, uma explicação possível para a queda no ganho de peso das aves, em função da inclusão de níveis crescentes de DDGS nas rações, é que a substituição do farelo de soja pelo resíduo tenha afetado a qualidade aminoacídica da proteína presente na dieta. Além disso, como o DDGS substituiu em até 22% o farelo de soja, pode ter ocorrido um desbalanço de aminoácidos essenciais na formulação, e mesmo as rações tendo sido corrigidas pela inclusão de aminoácidos sintéticos, o efeito tamponante do alto conteúdo de fibra presente no resíduo (72,95% de FDN) pode ter contribuído para a elevação do pH gástrico e, conseqüentemente, a baixa ativação das enzimas proteolíticas, comprometendo a hidrólise e absorção dos aminoácidos essenciais presentes na dieta, conforme já relatado em outros trabalhos (CORTES CUEVAS *et al.*, 2012; LUMPKINS, BATAL; DALE, 2004). Em função disso, o ganho de massa muscular pode ter sido prejudicado, sobretudo na fase inicial, quando as aves apresentam baixa capacidade de digestão da fração fibrosa.

Houve interação ( $P=0,05$ ) entre sexo e níveis de inclusão do DDGS apenas para a conversão alimentar. Ao desdobrar a interação, observou-se efeito linear crescente ( $P<0,01$ ) para sexo, de modo que os níveis de inclusão do DDGS elevaram a conversão alimentar de machos e fêmeas. Embora a queda na conversão alimentar tenha sido mais acentuada para machos em função dos níveis crescentes de inclusão do DDGS, de modo geral, já a partir do primeiro nível de inclusão do alimento-teste (5%) ocorreu piora na conversão alimentar para ambos os sexos. Ainda assim, pelo teste de Dunnett ( $P<0,05$ ), houve piora na conversão alimentar apenas para os níveis de 15 e 20% de inclusão do DDGS em relação ao tratamento-controle, um provável efeito da ação causada pela fração solúvel da fibra presente no DDGS.

Essa fração fibrosa pode formar um gel que funciona como uma barreira à ação das enzimas hidrolíticas, o que causaria uma indisponibilidade dos nutrientes e reduziria a digestibilidade da dieta, conseqüentemente refletindo na taxa de conversão de alimento em ganho de peso (BASTOS *et al.*, 2007).

De modo geral, todas as variáveis de desempenho avaliadas para frangos de corte machos e fêmeas, de 22 a 42 dias de idade, foram prejudicadas pela inclusão de diferentes níveis de DDGS nas rações, não sendo indicado seu uso para essa categoria animal.

O rendimento de carcaça, peito, perna, asa e gordura abdominal (GA) de frangos de corte, machos e fêmeas, abatidos aos 42 dias (Tabela 6) foram influenciados negativamente pelos níveis de inclusão do DDGS, cujos

valores médios obtidos nos níveis de 5 a 20% diferiram do tratamento-controle, pelo teste de Dunnett ( $P<0,05$ ), sendo todos inferiores.

Lumpkins, Batal e Dale (2004) avaliaram DDGS de milho para frangos de corte e observaram valores de 70% de rendimento de carcaça nas aves alimentadas com 0 a 18% do DDGS, tendo constatado que frangos de corte podem ser alimentados com até 15% de DDGS de milho sem afetar o rendimento de carcaça ou cortes. De modo semelhante, Wang *et al.* (2007) verificaram que o rendimento de carcaça reduziu linearmente em função do aumento do conteúdo de DDGS, sendo que o rendimento de carcaça de frangos de corte foi menor quando foram alimentados com dietas contendo 15% e 25% de DDGS, mas não em dietas contendo 5; 10 e 20% de DDGS.

Ainda assim, Foltyn *et al.* (2013) não observaram diferença no rendimento de carcaça com o fornecimento de 6; 12 ou 18% de DDGS de milho em dietas para frangos de corte machos. Já Abdel-Raheem, Leitgeb and Iben (2011) observaram uma redução significativa no rendimento de carcaça quente e fria para 12% de inclusão de DDGS de milho e trigo. Wang *et al.* (2007) observaram que quando alimentados com 30% de DDGS, frangos apresentaram menor rendimento de carne de peito, atribuível a uma deficiência de arginina (CORZO, 2012).

Houve interação significativa ( $P<0,01$ ) entre o sexo e os níveis de inclusão de DDGS para o rendimento de peito, em que as fêmeas apresentaram comportamento linear decrescente em função dos níveis crescentes de inclusão de DDGS nas rações.

Foi observado efeito quadrático ( $P<0,01$ ) dos níveis de inclusão de DDGS sobre o rendimento de perna, em que o maior valor (28,46%) foi estimado ao nível de 14,47% de inclusão DDGS na ração. Ainda assim, pelo teste de Dunnett ( $P<0,05$ ), o nível considerado inferior ao tratamento-controle para rendimento de perna foi apenas o de 15%. Essa variável sofreu ainda efeito ( $P<0,05$ ) de sexo, cujos valores para machos e fêmeas foram, respectivamente, de 28,12 e 27,68%, o que permite denotar que o rendimento de perna dos machos foi 1,59% superior ao das fêmeas.

Cortes Cuevas *et al.* (2012), avaliando inclusão de DDGS na ração de frangos de corte machos e fêmeas, não encontraram efeito da inclusão do resíduo sobre o rendimento de carcaça, rendimento de peito e rendimento de perna, obtendo valores inferiores aos deste trabalho para essas variáveis, sem distinção entre os sexos.

Houve comportamento quadrático ( $P<0,01$ ) do rendimento de asa em função dos níveis de inclusão de DDGS, cujo maior valor (28,46%) foi estimado ao nível de 13,48% de inclusão DDGS na ração. Entretanto, pelo teste

**Tabela 6** - Rendimento de carcaça, peito, perna, asa e gordura abdominal (GA) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS, de 22 a 42 dias de idade, e abatidos aos 42 dias

Níveis de DDGS (%)	Carcaça (%) <sup>1</sup>	Peito (%)	Perna (%)	Asa (%)	GA (%)
0 (controle)	74,28 ± 0,223	37,78 ± 0,26	27,42 ± 0,20	9,81 ± 0,08	2,60 ± 0,09
5	73,32 ± 0,21*	38,16 ± 0,20	27,52 ± 0,19	9,88 ± 0,10	2,59 ± 0,11
10	73,01 ± 0,16*	38,37 ± 0,23	27,66 ± 0,21	10,22 ± 0,10*	2,43 ± 0,11
15	72,93 ± 0,24*	37,92 ± 0,25	29,00 ± 0,20*	10,29 ± 0,08*	2,38 ± 0,10*
20	72,80 ± 0,18*	37,68 ± 0,21	27,90 ± 0,19	10,04 ± 0,07	2,19 ± 0,07*
Macho <sup>2</sup>	73,49 ± 0,15	38,06 ± 0,14	28,12 ± 0,16 <sup>a</sup>	10,10 ± 0,06	2,10 ± 0,04 <sup>b</sup>
Fêmea	73,05 ± 0,16	38,02 ± 0,17	27,68 ± 0,14 <sup>b</sup>	9,99 ± 0,06	2,78 ± 0,05 <sup>a</sup>
Sexo x DDGS	0,73	<0,01	0,11	0,16	0,11
Sexo	0,03	0,86	0,01	0,15	<0,01
DDGS	<0,01	0,38	<0,01	<0,01	<0,01
Desdobramento em polinômios ortogonais (regressão polinomial)					
DDGS	0,42	0,46	<0,01	<0,01	<0,01
Linear	0,11	0,29	<0,01	0,14	<0,01
Quadrática	0,69	0,70	<0,01	<0,01	0,82
Sexo x DDGS	0,59	<0,01	0,08	0,14	0,06
Macho		>0,05			
Fêmea		0,02 (Lin)			
Equações de regressão polinomial					
Perna = 25,8563 + 0,35995 * DDGS - 0,01244 * DDGS <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> = 0,15) (X = 14,47% DDGS)					
Asa = 9,22756 + 0,158712 * DDGS - 0,005888 * DDGS <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> = 0,14) (X = 13,48% DDGS)					
GA = 2,71452 - 0,025138 * DDGS (R <sup>2</sup> = 0,09)					
Peito (fêmea) = 39,1314 - 0,0701 * DDGS (R <sup>2</sup> = 0,13)					

<sup>1</sup>Médias com asterisco diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de significância; <sup>2</sup>Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si a 5% de significância pelo teste F; <sup>3</sup>Erro padrão da média

de Dunnett (P<0,05), os níveis considerados inferiores ao tratamento-controle para rendimento de asa foram apenas os de 10 e 15%.

Foi obtida resposta linear decrescente (P<0,01) para rendimento de gordura abdominal (GA) de frangos de corte, machos e fêmeas, em função dos níveis crescentes de DDGS adicionados às rações. Ainda assim, os níveis de inclusão de DDGS que geraram valores de GA inferiores aos do tratamento-controle, pelo teste de Dunnett (P<0,05), foram de 15 e 20% apenas. Para essa mesma variável, houve ainda efeito (P<0,05) de sexo, em que as fêmeas apresentaram um rendimento de GA 32,38% superior ao dos machos. Essas apresentaram 2,78% enquanto aqueles 2,10%. Esse resultado pode ser explicado devido à tendência das fêmeas terem um acúmulo maior de gordura, em virtude dos hormônios envolvidos nos processos fisiológicos (CORTES CUEVAS *et al.*, 2012).

No entanto, Foltyn *et al.* (2013) avaliaram níveis de inclusão de DDGS em rações para frangos de corte de 1 a 35 dias de idade, porém não observaram diferença na deposição de gordura abdominal, avaliando aos 35 dias de idade para o abate. O nível máximo de rendimento de GA obtido pelos autores supracitados foi 2%, enquanto no presente estudo foram obtidos valores de até 2,5% para rendimento de GA. Esta diferença pode ser explicada devido à idade dos animais ao abate, cerca de 10 dias mais jovens do que no presente estudo.

## CONCLUSÕES

- Os valores de EMA e EMAN do DDGS para frangos de corte foram de 2.461 e 2.282 kcal kg<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto os valores de aminoácidos digestíveis variaram de 0,163% (triptofano) a 3,269% (leucina);

2. Níveis de 5 a 20% de inclusão de DDGS em rações para frangos de corte, machos e fêmeas, de 22 a 42 dias de idade, promoveram queda no desempenho, além de queda no rendimento de carcaça e cortes e maior deposição de gordura abdominal nas fêmeas.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-RAHEEM, S. M.; LEITGEB, R.; IBEN, C. Effects of dietary inclusion level of distillers' dried grains with solubles (DDGS) from wheat and corn on amino acid digestibilities in broilers. **International Journal of Poultry Science**, v. 10, p. 952-958, 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 18. ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.
- BASTOS, S. C. *et al.* Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para frangos de corte. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, n. 3, p. 297-303, 2007.
- BOLU, S. A.; ALLI, O. I.; ESUOLA, P. O. Response of broilers to graded levels of distillers dried grain. **Sustainable Agriculture Research**, v. 1, n. 1, p. 147-150, 2012.
- CORTES CUEVAS, A. *et al.* El uso de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en dietas sorgo-soya para pollos de engorda y gallinas de postura. **Revista Mexicana de Ciências Pecuárias**, v. 3, n. 3, p. 331-341, 2012.
- CORZO, A. Determination of the arginine, tryptophan, and glycine ideal-protein ratios in high-yield broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, p. 79-87, 2012.
- FOLTYN, M. *et al.* Effect of corn DDGS on broilers performance and meat quality. **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, v. 61, p. 59-64, 2013.
- GUNEY, A. C. *et al.* Effect of feeding low-oil distillers dried grains with solubles on the performance of broilers. **Poultry Science**, v. 92, p. 2070-2076, 2013.
- JUNG, B.; MITCHELL, R. D.; BATAL, A. B. Evaluation of the use of feeding distillers dried grains with solubles in combination with canola meal on broiler performance and carcass characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 2, n. 4, p. 776-787, 2012.
- KLINGENBERGER, J. M. R.; FERRUFINO, M. J. O. **Determinación de la dieta base para pollos de engorde en Zamorano**. 2006. 13 f. Monografía (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidad de Zamorano, Honduras, 2006.
- LUMPKINS, B. S.; BATAL, A. B.; DALE, N. M. Evaluation of distillers dried grains with solubles as a feed ingredient for broilers. **Poultry Science**, v. 83, p. 1891-1896, 2004.
- MATTERSON, L. D. *et al.* The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v. 7, n. 1, p. 11-14, 1965.
- PENZ JÚNIOR, A. M.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de bio-combustível. **Acta Scientiae Veterinariae**, n. 36, p. 107-117, 2008. Suplemento 1.
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016, 262 p.
- SIBBALD, I. R. A bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. **Poultry Science**, v. 55, p. 303-308, 1976.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG - Sistema para análise estatística e genética**. Viçosa, MG, 1999, 59 p.
- WANG, Z. *et al.* Utilization of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets using a standardized nutrient matrix. **International Journal Poultry Science**, v. 6, n. 7, p. 470-477, 2007.
- WU, F.; MUNKVOLD, G. Mycotoxins in ethanol co-products: modeling economic impacts on the livestock industry and management strategies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 3900-3911, 2008.