

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

JESSICA LIMA DAMASCENO

**GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) NA ALIMENTAÇÃO
DE FRANGOS DE CORTE**

Marechal Cândido Rondon

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JESSICA LIMA DAMASCENO

**GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) NA ALIMENTAÇÃO
DE FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada a Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a. Cinthia Eyng

Marechal Cândido Rondon

2018

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Damasceno, Jessica Lima

Grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte / Jessica Lima Damasceno; orientador(a), Ricardo Vianna Nunes; coorientador(a), Cinthia Eyng, 2018.

74 f.

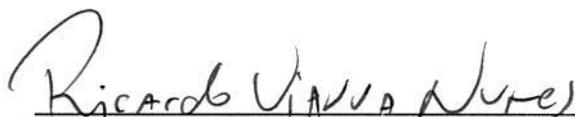
Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2018.

1. Nutrição Animal. 2. Frangos de Corte. 3. Alimentos Alternativos . 4. Grãos destilados . I. Nunes, Ricardo Vianna . II. Eyng, Cinthia . III. Título.

JESSICA LIMA DAMASCENO

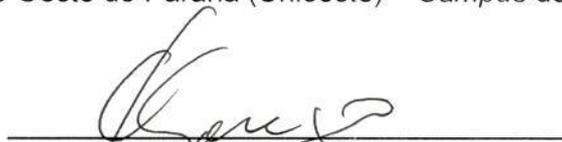
Grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de *Mestra em Zootecnia*, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, Linha de Pesquisa “Produção e Nutrição de Não-Ruminantes”, APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:



Orientador / Presidente – Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Dr. Cleverton de Souza

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – *Campus* de Mal. Cândido Rondon
PNPD/PPZ



Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Marechal Cândido Rondon, 06 de abril de 2018.

Aos meus pais, Maria e Gerson, dedico esse trabalho com todo meu amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Jeová Deus, por permitir que eu estivesse em pé todos os dias. Ao Senhor que ouve as minhas orações, meus pedidos de ajuda e que nunca me desampara.

Aos meus pais, Gerson Cardoso Damasceno e Maria Inês Lima Damasceno e aos meus irmãos, Heverton Lima Damasceno, Jackson Lima Damasceno e Maria Vitória Dias da Paz, por todo amor, apoio e paciência, pelo orgulho que tens de mim e por terem sido as pessoas mais divertidas e agradáveis nos momentos difíceis.

Ao meu namorado Ewerton de Souza Tanaka, pelo amor, apoio, compreensão e ajuda.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela estrutura e ensino.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento dessa pesquisa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes, pela oportunidade, pelos conhecimentos compartilhados e por contribuir com o meu crescimento pessoal e profissional.

A Prof.^a Dr.^a Cinthia Eyng, pelo apoio e contribuições com a minha pesquisa.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Paulo Morsch, por toda dedicação, paciência e auxílio.

A minha grande amiga Vaneila Savaris, pelo carinho, apoio, ensinamentos, pelas palavras certas naqueles momentos difíceis, por todos os puxões de orelha que me fizeram crescer e amadurecer como pessoa.

Ao meu amigo Cleison de Souza, por ser aquele braço direito de todas as horas, obrigado por toda ajuda e incentivos.

Ao grupo de pesquisa GEMADA, pela incrível estrutura de pesquisa. Em especial aos meus colegas de trabalho, Lucas, Jomara, Idiana, Gabriela, Patrícia, Emanuelle, Tânia, Loane, Frantielo, Edinan, Guilherme, Felipe, Cleverson e Emerson. Sou muito grata por sempre estarem dispostos a me ajudar.

Aos amigos que conquistei durante essa jornada, Cibele Schneider, Douglas Galhardo, Matheus Damasceno, Mariana Barbizan e Dieisson Grunevald.

A todos, meus sinceros e eternos agradecimentos.

*“Viva como se fosse morrer amanhã.
Aprenda como se fosse viver para sempre”.*

Mahatma Gandhi

GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Resumo – Com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão dos grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho na alimentação de aves de corte de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade foram realizados dois experimentos. No experimento I, 980 pintos de corte machos com um dia de idade e peso médio inicial de $36,43 \pm 0,18$ g, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com sete níveis de inclusão do DDGS (0, 1, 4, 7, 10, 13 e 16%) e sete repetições de 20 aves por unidade experimental (UE). O DDGS foi empregado nas rações experimentais dos pintainhos de 1 a 21 dias de idade e no período de 22 a 42 dias foi fornecida uma única ração basal, sem a inclusão do coproduto. Foram avaliados aos 21 e 42 dias o ganho de peso, consumo médio de ração e conversão alimentar. Aos 21 dias foram realizadas colheitas de sangue para determinação dos parâmetros sanguíneos e aos 21 e 42 dias foram abatidas duas aves por UE para se aferir o peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal, comprimento dos intestinos, morfometria do jejuno, rendimento de carcaça, cortes e qualidade da carne. No experimento II, 980 frangos de corte machos com 22 dias de idade e peso médio inicial de $922,86 \pm 4,45$ g, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com sete níveis de inclusão do DDGS (0; 1; 4; 7; 10; 13 e 16%) e sete repetições de 20 aves por unidade experimental (UE). Foram avaliados como desempenho o ganho de peso, consumo médio de ração e conversão alimentar. Aos 42 dias foram realizadas colheitas de sangue para determinação dos parâmetros sanguíneos e abatidas duas aves por UE para avaliar o peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal, comprimento dos intestinos, rendimento de carcaça, cortes e a qualidade da carne. Ao término do período experimental também foi mensurada a qualidade da cama. Os dados coletados em ambos os experimentos foram submetidos a análise de variância ($P < 0,05$) e posterior regressão polinomial a 5% de probabilidade, excluindo a ração controle. Adicionalmente, utilizou-se o teste de Dunnett ($P < 0,05$). No experimento I, os níveis de inclusão do DDGS não afetaram o ganho de peso, consumo médio de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes. A concentração de albumina aumentou de acordo com os níveis de inclusão do DDGS na dieta, mas, houve decréscimo das concentrações de gama glutamiltransferase. O uso de 13% de DDGS aumentou a concentração de albumina em relação a dieta controle, enquanto os níveis de 10, 13 e 16% do coproduto reduziram a concentração da alanina aminotransferase. Observou-se aumento do peso relativo do intestino grosso aos 21 dias de idade ao incluir 10, 13 e 16% de DDGS em comparação com a ração sem o coproduto. A

altura de vilo foi menor quando a inclusão de DDGS atingiu 9,47%, porém, com o aumento dos níveis do coproduto na dieta, houve redução na profundidade de cripta e maior relação vilo:cripta. A inclusão de 13% de DDGS reduziu a altura do vilo e a profundidade da cripta quando comparado com a ração controle, entretanto, o uso de 16% do coproduto proporcionou maior relação vilo:cripta. O pH 15 minutos *post mortem* foi menor quando a inclusão do DDGS atingiu 8,30%. A utilização de 10% de DDGS em comparação a não utilização deste coproduto nas rações resultou em diminuição do pH quando aferido 15 minutos após o abate. Maior teor de amarelo foi observado com o uso de 1, 4 e 10% de DDGS em relação a ração controle. Assim, a inclusão de até 16% de DDGS na alimentação de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade não prejudica o desempenho, rendimento de carcaça e cortes até os 42 dias. No experimento II, os níveis de inclusão do DDGS não afetaram o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça, rendimento de cortes, qualidade de carne e cama de 22 a 42 dias de idade. A concentração de colesterol foi menor quando a inclusão do DDGS atingiu 6,30%. A inclusão de 16% de DDGS bem como o uso de 13 e 16% do coproduto aumentou respectivamente as concentrações de colesterol e triglicérides quando comparadas com a ração controle. A utilização do DDGS influencia a concentração de glicose, sendo que a ração controle apresentou a menor quantidade deste metabólito no soro. A albumina e o aspartato aminotransferase apresentaram maior concentração a 16% de inclusão do DDGS quando comparado com a ração sem o coproduto. A utilização de 1% de DDGS proporcionou uma hipotrofia do fígado, entretanto, os demais níveis não afetaram significativamente este órgão relação com a dieta controle. A coloração vermelha da carne 24 horas *post mortem* atingiu o ponto de máxima com a utilização de 8,37% de DDGS. Portanto, conclui-se que a inclusão de 16% de DDGS pode ser realizada sem afetar o desempenho, rendimento de carcaça, cortes e qualidade da cama de 22 a 42 dias de idade das aves.

Palavras-chave: biocombustíveis, composição nutricional, etanol, grãos destilados

DISTILLERS DRIED GRAINS WITH SOLUBLES (DDGS) IN BROILER FEEDING

Abstract - Aiming to evaluate the inclusion effect of corn distillers dried grain with solubles (DDGS) in the poultry feeding from 1 to 21 and from 22 to 42 days of old, two experiments were carried out. In experiment I, 980 one-day-old male broiler chickens with a mean initial weight of 36.43 ± 0.18 g were distributed in a completely randomized design with seven DDGS inclusion levels (0.1, 4.7, 10, 13 and 16%) and seven replications with 20 birds per experimental unit (EU). DDGS was used in the experimental feed of birds from 1 to 21 days of old, and in the period from 22 to 42 days, and a single basal diet was provided, without co-product inclusion. Weight gain, mean feed intake and feed conversion were evaluated at 21 and 42 days. At 21 days blood samples were taken to determine the blood parameters and at 21 and 42 days two birds from each EU were slaughtered to determine the relative organs weight the gastrointestinal tract, intestinal length, jejunum morphometry, carcass yield, cuts and meat quality. In experiment II, 980 broilers with 22 days with old and initial mean weight of 922.86 ± 4.45 g were distributed in a completely randomized design with seven DDGS inclusion levels (0; 1; 4; 7; 10; 13 and 16%) and seven replications with 20 birds per experimental unit (EU), being evaluated weight gain, mean feed intake and feed conversion. At 42 days, blood samples were collected to determine the blood parameters and two birds per EU were slaughtered to evaluate the relative organs weight of organs of the gastrointestinal tract, intestinal length, carcass yield, cuts and meat quality. At the end of the experimental period, litter quality was also measured. The data collected in both experiments were submitted to variance analysis ($P < 0.05$) and subsequent polynomial regression at 5% of probability, excluding control ration. In addition, the Dunnett test ($P < 0.05$) was used. In experiment I DDGS inclusion levels did not affect weight gain, mean feed intake, feed conversion, carcass yield and cuts. The concentration of albumin increased according to the inclusion DDGS levels in the diet, however, there was a decrease in gamma glutamyltransferase concentrations. The use of 13% DDGS increased the albumin concentration in relation to control diet, while the levels of 10, 13 and 16% of the coproduct reduced alanine aminotransferase concentrations. An increase in the relative weight of the large intestine at 21 days of age was observed when 10, 13 and 16% of DDGS were included in comparison with the feed without the co-product. The villus height was shallower when the DDGS inclusion reached 9.47%, but with the increase of the co-product levels of the in the diet, there was a reduction in crypt depth and a highest relation villus: crypt. The inclusion of 13% DDGS reduced villus height and crypt depth compared to control ration, however, the

use of 16% co-product provided a higher villi-crypt ratio. The pH 15 minutes post mortem was lower when the DDGS inclusion reached 8.30%. The use of 10% DDGS compared to non-use of this co-product in feed resulted in a decrease in pH when measured 15 minutes after slaughter. The yellow color of the meat 24 hours after slaughter was more intense with 1 and 10% of DDGS. Thus, it was concluded that the DDGS inclusion of up to 16% in chickens' diet from 1 to 21 days does not affect the performance, carcass yield and cuts at 42 days. In the experiment II, DDGS inclusion levels did not affect weight gain, feed intake, feed conversion, carcass yield, cut yield, meat and litter quality from 22 to 42 days of age. The cholesterol concentration was lower when the DDGS inclusion reached 6.30%. The DDGS inclusion of 16%, as well as the use of 13 and 16% of the co-product, respectively, increased cholesterol and triglycerides concentrations when compared to control diet. The use of DDGS influences glucose concentration, where the control diet had the lowest amount of this metabolite in the serum. Albumin and aspartate aminotransferase had a higher concentration in the inclusion of 16% DDGS when compared to the feed without the co-product. The use of 1% DDGS provided a hypertrophy in liver however, the other levels did not significantly affect this organ when compared to the control ration. The meat red color at 24 hours post mortem reached the maximum point with the use of 8.37% of DDGS. Therefore, it is concluded that the inclusion of 16% DDGS can be performed without affecting the performance, carcass yield, cuts and litter quality from 22 to 42 days of age of the birds.

Keywords: biofuels, nutritional composition, ethanol, distilled grains

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	Revisão.....	14
2.1	Produção dos grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)	14
2.2	Composição nutricional do DDGS.....	15
2.3	DDGS na alimentação de frangos de corte	17
2.4	Referências Bibliográficas.....	20
3	GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE PINTOS DE CORTE DE 1 A 21 DIAS DE IDADE.....	23
3.1	Introdução.....	26
3.2	Material e Métodos.....	27
3.3	Resultados e Discussão.....	32
3.4	Conclusão	45
3.5	Referências Bibliográficas.....	46
4	GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE.....	51
4.1	Introdução.....	53
4.2	Material e métodos	54
4.3	Resultados e discussão.....	58
4.4	Conclusão	68
4.5	Referências bibliográficas	69

1 INTRODUÇÃO

A nutrição dos frangos de corte representa o item de maior custo produtivo, já que a alimentação desses animais é constituída basicamente por milho e farelo de soja, que apesar de apresentarem excelente qualidade nutricional como respectivas fontes de energia e proteína, são insumos que elevam o valor das rações, principalmente pelas oscilações constantes nos preços dessas matérias-primas, que acabam afetando diretamente a rentabilidade do setor avícola (CARNEIRO et al., 2009).

Tais questões evidenciam a relevância da realização de pesquisas que priorizem a busca por fontes alimentares alternativas, as quais possam propiciar não somente menor custo produtivo, mas que acima de tudo, forneçam aporte adequado de nutrientes para que os animais possam expressar todo o seu potencial genético ao longo de suas diferentes fases de produção.

Nesse sentido, os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS), obtidos a partir de grãos de cereais (milho, trigo, sorgo, cevada e centeio) utilizados na produção do etanol (BNDES; CGEE, 2008), representam um suplemento proteico que pode substituir e reduzir os custos da proteína na alimentação dos frangos de corte (U.S. GRAINS COUNCIL, 2012).

Esse coproduto contém todos os nutrientes do grão que lhe deu origem em uma forma concentrada, exceto pela maioria do amido, que é utilizado no processo de fermentação, sendo uma fonte rica em nutrientes a ser empregado na alimentação animal (BABCOCK et al., 2008; SWIATKIEWICZ; KORELESKI, 2008).

Contudo, o principal problema da inclusão desse coproduto nas formulações de rações para aves é atribuído a sua alta variabilidade nutricional (SALIM et al., 2010), já que por ser proveniente das plantas de produção do etanol, o DDGS tem suas características físicas e nutricionais influenciadas pelos diferentes grãos e técnicas aplicadas na indústria do combustível (LIU, 2011).

Assim, pela grande variabilidade na concentração e qualidade de nutrientes entre diferentes fontes de DDGS (SWIATKIEWICZ; KORELESKI, 2008), não se sabe ao certo os níveis adequados a serem utilizados na dieta das aves. Diante disso, objetivou-se com esse estudo determinar o nível ótimo de inclusão dos grãos secos de destilaria com solúveis na alimentação de frangos de corte.

2 Revisão

2.1 Produção dos grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) são coprodutos gerados quando grãos de cereais como o milho, trigo, sorgo, cevada e centeio, são utilizados nas plantas de produção do etanol pelo método a seco (BNDES; CGEE, 2008).

No Brasil, esse coproduto ainda é pouco conhecido e produzido, já que a cana-de-açúcar é a principal matéria-prima empregada para a aquisição do etanol, contudo, 53% do total do combustível produzido atualmente no mundo é baseado em materiais amiláceos, fato que tem levado algumas destilarias brasileiras a adaptarem-se para também produzirem o etanol através dos grãos de cereais (BNDES; CGEE, 2008; SILVA et al., 2016).

Esses grãos podem ser convertidos em etanol basicamente por dois processos: moagem via úmida ou a seco. Na moagem por via úmida o grão é embebido e fracionado em componentes primários (amido, gérmen e fibra), gerando coprodutos variados (ALVES et al., 2012). No entanto, pelo menor investimento e maior rendimento de etanol, as plantas de moagem a seco se consolidaram como o processo mais utilizado, sendo responsáveis por mais de 70% da produção do combustível à base de grãos (KIM; DALE, 2009).

No método por via seco ocorre a moagem do grão, cozimento, liquefação e sacarificação pela atuação de enzimas (alfa-amilase e glucoamilase, respectivamente), com posterior fermentação da glicose em etanol através da ação das leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. Por fim, o etanol é purificado no processo de destilação e os componentes não fermentáveis (proteínas, lipídeos, fibras, minerais e vitaminas) seguem para um conjunto de centrífugas onde ocorre a separação da fração sólida, que constituem os grãos destilados úmidos e separação da fração líquida, que pode ser utilizada para se extrair o óleo ou é concentrada em evaporadores, gerando os destilados solúveis condensados (EL-HACK et al, 2015).

Esses coprodutos são utilizados pelos produtores de bovinos que se encontram próximos das plantas de produção do etanol, porém, devido a umidade (50 a 60%), acabam sendo pouco comercializados. Assim, visando a obtenção de um coproduto com maior expressividade no mercado, as indústrias de etanol optam por incorporar os solúveis aos grãos úmidos, onde após secagem se obtém o DDGS (*distillers dried grains with solubles*) ou grãos secos de destilaria com solúveis, suplemento proteico que pode substituir e reduzir o custo da

proteína na alimentação animal (BNDES; CGEE, 2008; U.S. GRAINS COUNCIL, 2012; EL-HACK et al, 2015).

2.2 Composição nutricional do DDGS

O principal problema de utilizar o DDGS como ingrediente alternativo na alimentação animal se deve a alta variabilidade nas concentrações e qualidade de nutrientes entre as diferentes fontes do coproduto (SALIM et al., 2010), pois, devido ao DDGS ser proveniente das plantas de produção do etanol, fatores como a qualidade das matérias-primas, técnicas aplicadas na indústria do combustível, eficiência da conversão do amido em etanol, a proporção de solúveis adicionados aos grãos destilados e a temperatura e duração de secagem do coproduto, influenciam diretamente suas propriedades físicas e nutricionais (SPIEHS et al., 2002; MARTINEZ-AMEZCUA et al., 2007; LIU, 2011).

Ademais, estima-se que a cada tonelada do grão inserido no sistema via seco para a produção do etanol, sejam obtidos 323 kg de DDGS (BRITO, 2008), assim, com o aumento da produção do etanol, principalmente nos Estados Unidos, há interesse em modificar o processamento nas plantas de moagem a seco, desenvolvendo novas tecnologias para aumentar o valor nutricional do DDGS, particularmente o coproduto obtido do grão de milho, gerando novos produtos para diversificação de mercado (U.S. GRAINS COUNCIL, 2012).

Uma tecnologia que vem sendo amplamente adotada pela maioria das indústrias produtoras de etanol, consiste na extração do óleo do grão para ser utilizado na produção do biodiesel (MUMM et al., 2014). Porém, esse processamento altera a composição nutricional do DDGS, já que cerca de um terço do óleo é removido da fração líquida antes da produção do coproduto, gerando assim o DDGS de "óleo reduzido", com menor teor de extrato etéreo (3,15%), maior concentração de proteína (34,74%) e fibra dietética total (37,20%) do que os DDGS produzidos sem extração de óleo (10,16% EE, 31,94% PB e 35,69% FDT) (ROCHELL et al., 2011), o que pode limitar sua inclusão na alimentação dos animais não ruminantes (aves, suínos e peixes), uma vez que possuem baixa capacidade de aproveitar a energia de alimentos ricos em fibras (U.S. GRAINS COUNCIL, 2012).

Outra tecnologia denominada “*Elusieve*” vem sendo implementada nas plantas de moagem a seco, consistindo no fracionamento do DDGS para remover a fibra por peneiração e aspiração de ar (SRINIVASAN et al., 2009), gerando DDGS com menores teores de fibra dietética total (19,7 %) e maiores quantidades de proteína bruta (40,8%) e extrato etéreo (15,0%), quando comparados com o método convencional (34,5% FDT, 31,3% PB e 11,8%

EE), possibilitando maiores níveis de inclusão desse coproduto na alimentação de não ruminantes (PARSONS et al., 2006).

Desta forma, como as indústrias produtoras de etanol por moagem a seco possuem diferentes tecnologias de processamento e ainda usam diferentes grãos como matéria-prima para a aquisição do combustível, muitos estudos vêm sendo realizados (Tabela 1) para determinar os valores confiáveis dos nutrientes presentes nos DDGS utilizados na alimentação animal, visando desenvolver formulações de dietas mais precisas.

Tabela 1. Composição nutricional dos DDGS de diferentes grãos¹

	DDGS				
	MILHO		TRIGO	SORGO	
	Spiehs et al. (2002)	Salim et al. (2010)	Schone et al. (2017)	Cozannet et al. (2010)	Urriola et al. (2009)
Matéria Seca (%)	88,9	88,9	90,6	92,6	91,2
Proteína bruta (%)	30,2	30,5	25,7	36,1	32,7
Extrato etéreo (%)	10,9	12,0	2,3	4,6	8,0
Fibra bruta (%)	8,8	7,0	-	8,3	-
Fibra em detergente neutro (%)	42,1	30,1	72,9	29,2	34,7
Fibra em detergente ácido (%)	16,2	9,5	18,8	12,0	26,3
Amido (%)	-	9,1	-	4,1	-
Cinzas (%)	5,8	5,1	4,7	5,2	11,9

¹ Valores expressos na matéria seca.

Fonte: adaptado pelo próprio autor, 2018.

O DDGS apresenta baixa concentração de amido, já que a maior parte é convertido em etanol durante o processo de fermentação (SALIM et al., 2010). Já o teor de fibra, especialmente FDN e FDA, não são convertidos em etanol e como resultado, o DDGS contém aproximadamente 35% de fibra insolúvel e 6% de fibra solúvel (STEIN; SHURSON, 2009).

Esse alto teor de fibra do DDGS pode provocar uma variação nos valores de energia metabolizável, embora essa variação também possa estar relacionada ao percentual de extrato etéreo do coproduto (HETLAND et al., 2004; FOLTYN et al., 2013). Todavia, Schone et al. (2017) ao avaliarem os valores energéticos do DDGS em frangos de corte com 21 dias de idade, relataram um valor de energia metabolizável aparente (EMA) de 2.461 kcal/kg e de 2.282 kcal/kg de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), valores esses semelhantes aos do farelo de soja, embora sejam inferiores ao do milho.

O DDGS é considerado um coproduto proteico, mas há grande variação nos teores de proteína bruta, que se reflete no perfil de aminoácidos, principalmente para lisina (0,72 a 1,02%) e metionina (0,49 a 0,69%) (SPIEHS et al., 2002). Todas essas variações podem ser atribuídas as diferenças no conteúdo residual do amido que pode diluir as concentrações de proteínas e de outros nutrientes, uma vez que o DDGS é obtido dos componentes não fermentáveis durante o processo de produção do etanol (SALIM et al., 2010).

Outro fato que deve ser levado em consideração é a quantidade de solúveis adicionados aos grãos destilados úmidos antes da secagem para obtenção do DDGS, já que os solúveis apresentam maior concentração de proteínas, gordura e fósforo e menor teor de fibra e lisina em relação aos grãos destilados (TANGENDJAJA, 2008).

Por sua vez, a temperatura de secagem do DDGS pode influenciar consideravelmente o perfil de aminoácidos do coproduto, uma vez que as temperaturas de secagem podem variar de 127 a 621°C e os aminoácidos são extremamente susceptíveis aos danos causados pelo calor (U.S. GRAINS COUNCIL, 2012). Nesses casos, pode ocorrer a reação de *Maillard*, que se dá ao aquecer açúcares e aminoácidos, provocando o escurecimento da cor do DDGS e atribuindo sabor e cheiro de queimado, afetando diretamente a digestibilidade dos aminoácidos e a qualidade final do coproduto (TANGENDJAJA, 2008).

A matéria mineral do DDGS também apresenta grande variabilidade. Batal e Dale (2003), ao avaliarem 12 amostras de DDGS de milho em diferentes plantas de etanol nos Estados Unidos, relataram uma variação considerável para o sódio (0,09-0,44%), potássio (0,67-0,99%), fósforo (0,50-0,77%), cálcio (0,01-0,71%), magnésio (0,21-0,33%) e enxofre (0,45-1,10%). Essa variação na composição mineral do DDGS se deve a adição de alguns compostos minerais durante o processamento, como o hidróxido de sódio que é usado para desinfetar equipamentos ou o ácido sulfúrico que ajusta o pH e proporciona condições ideais para a atividade enzimática durante a liquefação e/ou para as leveduras durante a fermentação (BELYEA et al., 2006; LIU, 2011).

Contudo, dentre os minerais presentes no DDGS, o fósforo é o que desperta maior interesse, por ser o terceiro nutriente mais caro da dieta, possuindo implicações significativas na alimentação animal e no meio ambiente, assim, mesmo que o nível de fósforo varie entre as fontes de DDGS, um intervalo de concentração de 0,5 a 1,0% é geralmente aceitável (LIU, 2011).

2.3 DDGS na alimentação de frangos de corte

A alta variabilidade na concentração e qualidade de nutrientes entre diferentes fontes de DDGS (SWIATKIEWICZ; KORELESKI, 2008), provoca também grande divergência em relação aos níveis adequados de utilização do coproduto na dieta das aves, o qual vem variando de acordo com a idade dos animais (ABUDABOS et al., 2017).

Inicialmente, o uso de DDGS na alimentação de frangos de corte era realizado somente em baixos níveis (2,5% e 5%), onde mediante estudos preliminares foi possível observar que a inclusão do coproduto na alimentação das aves proporcionava melhorias no ganho de peso corporal (DAY et al., 1972). Todavia, Parsons et al. (1983) em estudo posterior, verificaram que ao utilizar DDGS como principal fonte de proteína da dieta, a lisina se torna o primeiro aminoácido limitante para as aves, seguido pelo triptofano e a arginina, se fazendo necessário realizar ajustes no conteúdo de aminoácidos, principalmente lisina, quando se utiliza o coproduto em substituição ao farelo de soja.

Esse fato também foi observado por Lumpkins et al. (2004), pois ao incluírem 0%, 6%, 12% e 18% de DDGS na ração dos frangos de corte de 0 a 42 dias de idade, observaram que o uso de 18% do coproduto provocou redução no ganho de peso durante o período inicial de desenvolvimento das aves (0 a 16 dias), influenciando o ganho de peso total (0 a 42 dias). Assim, os autores relataram que o perfil de aminoácidos do farelo de soja é mais adequado para atender aos requisitos dos frangos de corte do que as fontes de proteína do milho, visto que como houve redução do farelo de soja com o aumento dos níveis de DDGS nas dietas, o efeito negativo no desempenho das aves poderia ser atribuído a deficiência de aminoácidos na ração inicial, levando os autores a sugerirem uma taxa de inclusão máxima de 6% de DDGS no período inicial e de 12% a 15% para as fases de crescimento e terminação.

Wang et al. (2007) também verificaram que o aumento dos níveis de DDGS (0, 15 e 30%) na alimentação de frangos de corte de 0 a 42 dias de idade, provocaram redução no peso corporal, maior conversão alimentar e diminuição no rendimento da carne de peito das aves. De maneira similar, os autores concluíram que essas implicações foram decorrentes da possibilidade de que alguns dos aminoácidos essenciais como triptofano, isoleucina e arginina que não foram suplementados nas dietas, possam ter se tornado marginais ou deficientes nas rações com 30% de DDGS. Assim, com base nos resultados, recomendam o uso de até 15% do coproduto na alimentação dos frangos de corte durante o período de 1 a 42 dias idade, sem que haja efeitos adversos sobre o desempenho ou rendimento de carcaça.

Choi et al. (2008) também sugeriram a inclusão de até 15% de DDGS na alimentação de frangos de corte, já que ao submeterem aves de 8 a 29 dias de idade a dietas contendo 0, 5, 10 e 15% de DDGS, não observaram efeito negativo no desempenho e nem na qualidade da

carne das aves, salientando ainda que o uso desse coproduto poderia diminuir os custos com a alimentação dos animais, por substituir parte do milho e do farelo de soja.

Contudo, devido ao alto teor de fibra e a grande variabilidade no perfil de aminoácidos do DDGS, estudos mais recentes não estão recomendando a inclusão de altos níveis do coproduto na alimentação das aves, principalmente na fase inicial de desenvolvimento dos frangos de corte, onde as limitações presentes na atividade enzimática e digestiva dos animais os tornam mais sensíveis a qualidade dos alimentos (ABUDABOS et al., 2017). Assim, incluir níveis mais baixos de DDGS nas dietas iniciais possibilita o condicionamento do sistema digestivo dos animais antes deles serem expostos aos níveis maiores do coproduto em suas fases de crescimento e terminação (LOAR et al., 2010).

Nesse sentido, Abudabos et al. (2017) indicaram um nível máximo de inclusão de 6% de DDGS nas dietas iniciais, podendo, posteriormente, elevar os níveis para 12% nas fases de crescimento e terminação, já que os autores observaram redução no desempenho dos frangos de corte de 0 a 35 dias de idade, ao aumentarem os níveis de DDGS (0, 6, 12, 18 e 24%) na dieta.

Portanto, é possível inferir que o DDGS pode ser incluído na alimentação de frangos de corte em suas diferentes fases de produção, contudo, pela grande variação em sua composição e qualidade nutricional, deve-se atentar para o nível de utilização do coproduto nas rações das aves.

2.4 Referências Bibliográficas

- ABUDABOS, A.M.; AL-ATIYAT, R.M.; STANLEY, D. et al. The effect of corn distiller's dried grains with solubles (DDGS) fortified with enzyme on growth performance of broiler. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 26, p.21412-21421, 2017.
- ALVES, J.O.; ZHUO, C.; LEVENDIS, Y.A. et al. Síntese de nanomateriais de carbono a partir do resíduo de milho (DDGS). **Química Nova**, v.35, n.8, p.1534-1537, 2012.
- BABCOCK, B.A.; HAYES, D.J.; LAWRENCE, J.D. **Using distillers grains in the U.S. and international livestock and poultry industries**. 1.ed. Iowa: Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center, 2008, 256p.
- BATAL, A.; DALE, N. Mineral composition of distillers dried grains with solubles. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, p.400-403, 2003.
- BELYEA, R. L.; CLEVINGER, T. E.; SINGH, V. et al. Element concentrations of dry-grind corn-processing streams. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 134, n. 2, p.113-128, 2006.
- BNDES & CGEE. (Org.). **Bioetanol de cana de açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Bndes, 2008. 317 p. Disponível em: <www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=5126>Acesso em: 08/12/2017.
- BRITO. C. **Uso do DDGS, um subproduto na produção do etanol, na alimentação de monogástricos**. Poli-nutri, 2008. Disponível em:<<http://www.polinutri.com.br/upload/artigo/192.pdf> >Acesso em: 02/12/2017.
- CARNEIRO, A.P.M.; PASCOAL, L.A.F.; WATANABE, P.H. et al. Farelo de babaçu em rações para frangos de corte na fase final: desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.1, p.40-47, 2009.
- CHOI, H.S.; LEE, H.L.; SHIN, M.H. et al. Nutritive and economic values of corn distiller's dried grains with solubles in broiler diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.21, n.3, p.414-419, 2008.
- COZANNET, P.; PRIMOT, Y.; GANDY, C. et al. Energy value of wheat distillers grains with solubles for growing pigs and adult sows. **Journal of Animal Science**, v.88, p.2382-2392, 2010.
- DAY, E.J.; DILWORTH, B.C.; MCNAUGHTON, J. Unidentified growth factor sources in poultry diets. Proceedings of Distillers Feed Research Council Conference, p.40-45, 1972.
- EL-HACK, M.E.A.; ALAGAWANY, M.; FARAG, M.R. et al. Use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in laying hen diets: Trends and advances. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.10, n.11, p.690-707, 2015.

- FOLTYN, M.; RADA, V.; LICHOVNIKOVA, 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.
- HETLAND, H.; CHOCY, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.415-422, 2004.
- KIM, S.; DALE, B. E. Regional variations in greenhouse gas emissions of biobased products in the United States corn based ethanol and soybean oil. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v.14, p.5400-546, 2009.
- LIU, K. Chemical Composition of Distillers Grains, a Review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, p.1508–1526, 2011.
- LOAR, R.E.; MORITZ, J.S.; DONALDSON, J.R. et al. Effects of feeding distillers dried grains with solubles to broilers from 0 to 28 days posthatch on broiler performance, feed manufacturing efficiency, and selected intestinal characteristics. **Poultry Science**, v. 89, p.2242-2250, 2010.
- 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.
- MARTINEZ-AMEZCUA, C.; PARSONS, C.M.; SINGH, V. et al. Nutritional characteristics of corn distillers dried grains with solubles as affected by the amounts of grains versus solubles and different processing techniques. **Poultry Science**, v.86, p.2624-2630, 2007.
- MUMM, R.H.; GOLDSMITH, P.D.; RAUSCH, K.D. et al. Land usage attributed to corn ethanol production in the United States: sensitivity to technological advances in corn grain yield, ethanol conversion, and co-product utilization. **Biotechnology for Biofuels**, v.7, v. 61, 2014.
- PARSONS, C.M.; D. H. BAKER.; HARTEK, J.M. Distillers dried grains with solubles as a protein source for the chick. **Poultry Science**, v.62, p.2445-2451, 1983.
- PARSONS, C.M.; MARTINEZ, C.; SINGH, V. et al. Nutritional Value of Conventional and Modified DDGS for Poultry. **In: Multi-State Poultry Nutrition and Feeding Conference**, 2006. Indianapolis. Disponível em: [http://www.ddgs.umn.edu/articlespoultry/2006-Parsons %20Nutritional%20value%20of%20conventional--.pdf](http://www.ddgs.umn.edu/articlespoultry/2006-Parsons%20Nutritional%20value%20of%20conventional--.pdf)> Acesso em: 12/12/2017.
- ROCHELL, S.J.; KERR, B.J.; DOZIER, W.A. Energy determination of corn co-products fed to broiler chicks from 15 to 24 days of age, and use of composition analysis to predict nitrogen-corrected apparent metabolizable energy. **Poultry Science**, v.90, p.1999-2007, 2011.
- SALIM, H.M.; KRUK, Z.A.; LEE, B.D. Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: A review. **World's Poultry Science Journal**, v.66, p.411-432, 2010.

- SCHONE, R.A.; NUNES, R.V.; FRANK, R. et al. Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte (22-42 dias). **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n3, p.548-557, 2017.
- SILVA, J.R.; NETTO, D.P.; SCUSSEL, V.M. Grãos secos de destilaria com solúveis, aplicação em alimentos e segurança: Revisão. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.10, n.3, p.257-270, 2016.
- 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**, v.80, p.2639–2645, 2002.
- SRINIVASAN, R.; TO, F.; COLUMBUS, E. Pilot scale fiber separation from distillers dried grains with solubles (DDGS) using sieving and air classification. **Bioresource Technology**. v.100, p.3548–3555, 2009.
- 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**, v.7, n.4, p.1292-1303, 2009.
- SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.64, p.257-266, 2008.
- TANGENDJAJA, B. Update on DDGS quality consideration. **In: ANNUAL ASA-IM SEA FEED TECHNOLOGY AND NUTRITION WORKSHOP**, 16., Singapore, 2008, p.1-8.
- URRIOLA, P.E.; HOEHLER, D.; PEDERSEN, C. et al. Amino acid digestibility of distillers dried grains with solubles, produced from sorghum, a sorghum-corn blend, and corn fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.87, p.2574-2580, 2009.
- US GRAINS COUNCIL. **A guide to distillers dried grains with solubles (DDGS)**. U.S. Grains Council DDGS User Handbook. 3.ed. Washinton: DC, 2012, 406p.
- WANG, Z.; CERRATE, S.; COTO, C. et al. Effect of rapid and multiple changes in level of distillers dried grain with solubles (DDGS) in broiler diets on performance and carcass characteristics. **International Journal of Poultry Science**. v.6, n.10, p.725-731, 2007.

3 GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE PINTOS DE CORTE DE 1 A 21 DIAS DE IDADE

Resumo – Este trabalho objetivou avaliar o efeito da inclusão dos grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho na alimentação de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade. Para isso, 980 pintos de corte macho com um dia de idade e peso médio inicial de $36,43 \pm 0,18$ g, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com sete níveis de inclusão do DDGS (0, 1, 4, 7, 10, 13 e 16%) e sete repetições de 20 aves por unidade experimental (UE). O DDGS foi utilizado nas rações experimentais dos pintainhos de 1 a 21 dias e no período de 22 a 42 foi fornecida uma única ração basal, isenta do coproduto. Foram avaliados aos 21 e 42 dias o ganho de peso, consumo médio de ração e conversão alimentar. Aos 21 dias foram realizadas colheitas de sangue para determinação dos parâmetros sanguíneos e aos 21 e 42 dias foram abatidas duas aves por UE para avaliar o peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal, comprimento dos intestinos, morfometria do jejuno, rendimento de carcaça, cortes e qualidade da carne. Todos os dados coletados foram submetidos a análise de variância ($P < 0,05$) e posterior regressão polinomial ($P < 0,05$), excluindo a ração controle. Adicionalmente, utilizou-se o teste de Dunnett ($P < 0,05$). Os níveis de inclusão do DDGS não afetaram o ganho de peso, consumo médio de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes. A concentração de albumina aumentou de acordo com os níveis de inclusão do DDGS na dieta, mas, houve decréscimo das concentrações de gama glutamiltransferase. O uso de 13% de DDGS aumentou a concentração de albumina em relação a dieta controle, enquanto os níveis de 10, 13 e 16% do coproduto reduziram a concentração da alanina aminotransferase. Observou-se aumento do peso relativo do intestino grosso aos 21 dias de idade ao incluir 10, 13 e 16% de DDGS em comparação com a ração sem o coproduto. A altura de vilo foi menor quando a inclusão de DDGS atingiu 9,47%, porém, com o aumento dos níveis do coproduto na dieta, houve redução na profundidade de cripta e maior relação vilo:cripta. A inclusão de 13% de DDGS reduziu a altura do vilo e a profundidade da cripta quando comparado com a ração controle, entretanto, o uso de 16% do coproduto proporcionou maior relação vilo:cripta. O pH 15 minutos *post mortem* foi menor quando a inclusão do DDGS atingiu 8,30%. A utilização de 10% de DDGS em comparação a não utilização deste coproduto nas rações resultou em diminuição do pH quando aferido 15 minutos após o abate. Maior teor de amarelo foi observado com o uso de 1, 4 e 10% de DDGS em relação a ração controle. Assim, a inclusão de até 16% de DDGS na alimentação

de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade não prejudica o desempenho, rendimento de carcaça e cortes até os 42 dias.

Palavras-chave: coproduto, pintos de corte, parâmetros sanguíneos, qualidade da carne

CORN DISTILLERS DRIED GRAINS WITH SOLUBLES (DDGS) IN FEED OF BROILER CHICKS FROM 1 TO 21 DAYS OLD

Abstract - The aim of this research was to evaluate the inclusion effect of corn distillers dried grain with solubles (DDGS) inclusion in broiler chicks feeding from 1 to 21 days of old. For this, 980 one-day-old male broilers with a mean initial weight of 36.43 ± 0.18 g were distributed in a completely randomized design with seven DDGS inclusion levels (0.1, 4.7, 10, 13 and 16%) and seven replications with 20 birds per experimental unit (EU). DDGS was used in the experimental feed of birds from 1 to 21 days of old, and in the period from 22 to 42 days and a single basal diet was provided, free from the co-product. Weight gain, mean feed intake and feed conversion were evaluated at 21 and 42 days. At 21 days blood samples were taken to determine the blood parameters and at 21 and 42 days two birds from each EU were slaughtered to determine the relative organs weight, the gastrointestinal tract, intestinal length, jejunum morphometry, carcass yield, cuts and meat quality. The data collected were submitted to variance analysis ($P < 0.05$) and subsequent polynomial regression at 5% of probability, excluding control ration. In addition, the Dunnett test ($P < 0.05$) was used. DDGS inclusion levels did not affect weight gain, mean feed intake, feed conversion, carcass yield and cuts. The albumin concentration increased according to the DDGS inclusion levels in the diet, however, there was a decrease in gamma glutamyltransferase concentrations. The use of 13% DDGS increased the albumin concentration in relation to the control diet, while the levels of 10, 13 and 16% of the co-product reduced the alanine aminotransferase concentration. An increase in the relative weight of the large intestine at 21 days of age was observed when 10, 13 and 16% of DDGS were included in comparison with the feed without the co-product. The villus height was shallower when the DDGS inclusion reached 9.47%, but with the increase of the co-product levels in the diet, there was a reduction in crypt depth and a highest relation villus: crypt. The inclusion of 13% DDGS reduced villus height and crypt depth compared to control ration, however, the use of 16% co-product provided a higher villi: crypt ratio. The pH 15 minutes post mortem was lower when the DDGS inclusion reached 8.30%. The use of 10% DDGS compared to non-use of this co-product in feed resulted in a decrease in pH when measured 15 minutes after slaughter. The meat yellow color at 24 hours after slaughter was more intense with the use of 1 and 10% of DDGS. Thus, it was concluded that the inclusion of up to 16% of DDGS from 1 to 21 days does not affect the performance, carcass yield and cuts at 42 days.

Key words: coproducts, broiler chicks, blood parameters, meat quality

3.1 Introdução

Os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho, coproduto obtido quando o grão do cereal é utilizado nas plantas de produção do etanol pelo método via seco (BNDES; CGEE, 2008), vem sendo amplamente utilizado na alimentação de frangos de corte por se tratar de um ingrediente alternativo proteico que pode contribuir com a redução dos custos produtivos gerados pela nutrição das aves (U.S. GRAINS COUNCIL, 2012; SILVA et al., 2016).

Com exceção do amido, esse coproduto contém todos os nutrientes do grão que lhe deu origem em uma forma concentrada (BABCOCK et al., 2008; SWIATKIEWICZ; KORELESKI, 2008). Embora, o grande entrave de utilizá-lo na alimentação das aves se deva a alta variabilidade nas concentrações e qualidade de nutrientes entre as diferentes fontes do coproduto (SALIM et al., 2010), já que as técnicas aplicadas na indústria do etanol influenciam diretamente suas propriedades físicas e nutricionais (LIU, 2011).

Desta forma, como as aves jovens são mais sensíveis a qualidade dos alimentos, estudos recentes vêm recomendando a inclusão de baixos níveis de DDGS na sua fase inicial de desenvolvimento, visando permitir o condicionamento do trato intestinal das aves antes de serem expostas a concentrações maiores do coproduto em suas fases de crescimento e terminação (LOAR et al., 2010; ABUDABOS et al., 2017).

Nesse sentido, Abudabos et al. (2017) sugeriram para a fase inicial uma inclusão máxima de 6% de DDGS, podendo posteriormente elevar os níveis para 12% nas fases de crescimento e terminação, uma vez que os autores observaram redução no desempenho dos frangos de corte de 0 a 35 dias de idade, pelo aumento dos níveis de DDGS (0, 6, 12, 18 e 24%) na dieta.

Lumpkins et al. (2004) recomendaram a inclusão máxima de 6% de DDGS no período inicial e de 12% a 15% do coproduto para as fases de crescimento e terminação, visto que ao incluírem DDGS (0%, 6%, 12% e 18%) na ração dos frangos de corte de 0 a 42 dias de idade, observaram que o uso de 18% do coproduto provocou redução no ganho de peso durante o período inicial de desenvolvimento das aves (0 a 16 dias), afetando conseqüentemente o ganho de peso total (0 a 42 dias).

Porém, Choi et al. (2008) ao submeterem frangos de corte de 8 a 29 dias de idade a dietas contendo 0, 5, 10 e 15% de DDGS, não observaram efeito negativo no desempenho e nem na qualidade da carne das aves, o que os autores atribuíram ao balanceamento nutricional similar das dietas experimentais.

Assim, diante da grande divergência em relação aos níveis adequados de inclusão do DDGS na dieta das aves (SWIATKIEWICZ; KORELESKI, 2008; ABUDABOS et al., 2017), objetivou-se com esse estudo otimizar o uso do DDGS na alimentação de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade, avaliando o efeito da inclusão de níveis do coproduto sobre o desempenho, parâmetros sanguíneos, peso relativos dos órgãos, comprimento dos intestinos, morfometria intestinal, rendimento de carcaça, cortes e qualidade da carne das aves.

3.2 Material e Métodos

Esse trabalho foi realizado no Centro de Pesquisa em Avicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus Marechal Cândido Rondon/PR, com execução baseada nas normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle e Experimentação Animal (CONCEA) e aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UNIOESTE.

O aviário experimental utilizado foi construído em alvenaria, possuindo 20 metros de comprimento e 8 metros de largura com divisões em boxes de 1,76m². Cada box ou unidade experimental (UE) dispunha de um comedouro tubular, bebedouro tipo nipple, fonte para aquecimento (resistência 250 watts) e piso de concreto, que foi recoberto com maravalha de pinus de primeiro uso.

Foram utilizados 980 pintos de corte machos da linhagem comercial Cobb 500 com um dia de idade e peso médio inicial de 36,43±0,18g, que foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por sete níveis de inclusão do DDGS (0; 1; 4; 7; 10; 13 e 16%) e sete repetições de 20 aves por UE.

O DDGS foi utilizado apenas nas rações experimentais das aves de 1 a 21 dias de idade (Tabela 1) e no período de 22 a 42 dias os animais passaram a receber uma única ração basal (Tabela 2) sem a inclusão do coproduto. Assim, durante todo o período experimental (1 a 42 dias de idade), as aves receberam água e ração *ad libitum* e o programa de luz utilizado foi de 24 horas (natural mais artificial).

As rações experimentais (isoproteicas e isocalóricas) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, mediante a composição dos alimentos e exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2011) para frangos de corte de desempenho superior. Os valores nutricionais do DDGS utilizados se basearam na composição do resíduo avaliado pelo NIRS (91,40% de matéria seca, 24,38% de proteína bruta, 4683 kcal kg⁻¹ de energia bruta, 9,62% de extrato etéreo, 34,32% de fibra em detergente neutro, 12,28% de fibra em detergente ácido e 3,85%

de matéria mineral, expressos na matéria natural) e no seu valor de energia metabolizável (2.400 kcal kg⁻¹) obtido em ensaio metabólico para a fase de 14 a 24 dias de idade das aves.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais para pintos de corte de 1 a 21 dias com diferentes inclusões de DDGS

Ingredientes	Níveis de inclusão do DDGS (g/kg ⁻¹)						
	0	10	40	70	100	130	160
Milho grão (7,88%)	569,18	562,53	542,56	522,60	502,64	482,68	462,71
Soja farelo (46%)	352,72	348,45	335,62	322,79	309,96	297,14	284,31
DDGS	0,00	10,00	40,00	70,00	100,00	130,00	160,00
Óleo de soja	35,12	36,03	38,77	41,50	44,23	46,96	49,69
Fosfato monobicálcico	15,22	15,20	15,12	15,04	14,97	14,89	14,81
Calcário calcítico	10,64	10,53	10,19	9,84	9,50	9,16	8,81
Sal comum	4,82	4,83	4,85	4,86	4,88	4,90	4,91
DL-Metionina (98%)	3,19	3,17	3,12	3,07	3,01	2,96	2,90
Bio - Lys (51,7%)	4,14	4,26	4,63	4,99	5,36	5,73	6,09
L-Treonina (99%)	0,88	0,90	0,96	1,03	1,09	1,16	1,22
L-Valina (99%)	0,58	0,58	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69
L-Isoleucina (99%)	0,02	0,04	0,11	0,17	0,24	0,30	0,37
Cloreto de colina (60%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Suplemento vitamínico ¹	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Suplemento mineral ²	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Salinomicina ³	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Antioxidante (BHT)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Avilamicina ⁴	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Composição Calculada (g/kg ⁻¹)							
EM (Kcal kg ⁻¹)	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína bruta	212,00	212,00	212,00	212,00	212,00	212,00	212,00
FDN	116,54	118,59	124,74	130,88	137,03	143,18	149,32
FDA	47,70	48,36	50,34	52,31	54,28	56,26	58,23
Cálcio	8,41	8,41	8,41	8,41	8,41	8,41	8,41
Fósforo disponível	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Sódio	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
Lisina digestível	12,17	12,17	12,17	12,17	12,17	12,17	12,17
Met+Cis digestível	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76
Treonina digestível	7,91	7,91	7,91	7,91	7,91	7,91	7,91
Triptofano digestível	2,33	2,32	2,30	2,28	2,26	2,23	2,21
Valina digestível	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37
Isoleucina digestível	8,16	8,16	8,16	8,16	8,16	8,16	8,16
Arginina digestível	13,12	13,05	12,86	12,68	12,49	12,30	12,11

¹ Premix Vitamínico para aves (Lote BR00014639), Níveis de Garantia por Quilograma de ração: Vit. A (min) 13.500,00UI, Vit. D3 (min) 3.750,00UI, Vit. E (min) 30,00UI, Vit. K3 (min) 3,75mg, Vit. B1 (min) 2,25mg, Vit. B2 (min) 9,00mg, Vit. B6(min) 4,50mg, Vit. B12 (min) 18,00mg. Ácido Pantotênico (min) 18,00mg, Niacina (min) 37,50mg, Ácido Fólico(min) 1,20mg, Biotina (min) 0,09mg, Selênio(min) 0,38mg. ROLIGOMIX² Premix Mineral para aves (Lote BR00013863), Níveis de Garantia por Quilograma de ração: Cobre (min) 10,00mg, Ferro (min) 50,00mg, Manganês (min) 80,00mg, Cobalto (min) 1,00mg, Iodo (min) 1,00mg, Zinco (min) 50,00mg. ³Coxistac 12%. ⁴Surmax 100.

Tabela 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes (g/kg ⁻¹)	22 – 33	34 – 42
Milho grão (7,88%)	603,54	653,33
Soja farelo (46%)	322,78	284,28
Óleo de soja	35,84	33,00
Fosfato monobicálcico	12,08	10,02
Calcário calcítico	10,81	8,89
Sal comum	4,57	4,44
DL-Metionina (98%)	2,93	2,01
Bio - Lys (51,7%)	3,82	2,37
L-Treonina (99%)	0,68	0,04
Cloreto de colina (60%)	0,50	-
Suplemento vitamínico ¹	1,20	1,00
Suplemento mineral ²	0,50	0,50
Salinomicina ³	0,50	-
Antioxidante (BHT) ⁴	0,20	0,10
Avilamicina ⁴	0,05	-
Total	1000	1000
Composição Calculada (g/kg ⁻¹)		
EM (Kcal kg ⁻¹)	3100	3150
Proteína bruta	200,00	185,00
FDN	116,50	117,10
FDA	46,40	45,00
Cálcio	7,58	6,50
Fósforo disponível	3,54	2,90
Sódio	2,00	1,95
Potássio	7,66	7,10
Lisina digestível	11,31	9,69
Met+Cis digestível	8,26	7,07
Treonina digestível	7,35	6,30
Triptofano digestível	2,17	1,98
Valina digestível	8,35	7,76
Isoleucina digestível	7,65	7,03
Arginina digestível	12,28	-

¹ Premix Vitamínico para aves (Lote BR00014639), Níveis de Garantia por Quilograma de ração: Vit. A (min) 10.800,00UI, Vit. D3 (min) 3.000,00UI, Vit. E (min) 24,00UI, Vit. K3 (min) 3,00mg, Vit. B1 (min) 1,80mg, Vit. B2 (min) 7,20mg, Vit. B6(min) 3,60mg, Vit. B12 (min) 14,40mg. Ácido Pantotênico (min) 14,40mg, Niacina (min) 30,00mg, Ácido Fólico(min) 0,96mg, Biotina (min) 0,07mg, Selênio(min) 0,30mg. ROLIGOMIX² Premix Mineral para aves (Lote BR00013863), Níveis de Garantia por Quilograma de ração: Cobre (min) 10,00mg, Ferro (min) 50,00mg, Manganês (min) 80,00mg, Cobalto (min) 1,00mg, Iodo (min) 1,00mg, Zinco (min) 50,00mg. ³Coxistac 12%. ⁴Surmax 100.

O desempenho zootécnico dos animais foi avaliado aos 21 e 42 dias de idade, sendo realizadas as pesagens das aves e das sobras de ração para se determinar o consumo médio de ração (CMR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA). A mortalidade foi registrada diariamente para a realização das correções no consumo de ração e conversão alimentar, de acordo com Sakomura e Rostagno (2016).

Para avaliação dos parâmetros sanguíneos, aos 21 dias de idade, duas aves por UE selecionadas ao acaso, foram submetidas a jejum de 6 horas, com posterior colheita de sangue por punção da veia ulnar, utilizando sistema a vácuo com tubos sem anticoagulante, onde após centrifugação por 10 minutos a 3000 rpm, o soro obtido foi armazenado em tubos tipo eppendorf e levados ao freezer a -20°C para posteriores análises.

Foram determinadas as concentrações séricas de colesterol, triglicerídeos, glicose, proteínas totais, albumina, globulina, relação albumina e globulina, creatinina, ácido úrico, alanina aminotransferase e gama glutamiltransferase. As análises foram realizadas utilizando kits comerciais (Elitech) em espectrofotômetro com calibração automática e leitura de alta *performance* (Analisador Bioquímico Flexor EL200).

Aos 21 e aos 42 dias de idade, duas aves por UE, com peso representativo (média $\pm 5\%$) do grupo, foram individualmente pesadas e então sacrificadas por deslocamento cervical com posterior sangria, depena e evisceração, de acordo com a resolução CFMV nº 1000/2012 (CFMV, 2012) e Instrução Normativa nº3 de 17 de janeiro de 2000 da DSA/MAPA (BRASIL, 2000), que estabelece os Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário. Foram então determinados o peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal, comprimento do intestino delgado e grosso, colheita de fragmentos (jejuno) para análise da morfometria intestinal, rendimento de carcaça, rendimento de cortes e percentagem de gordura abdominal.

O peso relativo (% do peso vivo) dos órgãos do trato gastrointestinal foi determinado ao relacionar o peso do proventrículo, moela vazia, intestino delgado com digesta, intestino grosso com digesta, pâncreas e fígado sem vesícula biliar, ao peso da ave viva.

A morfometria intestinal (altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta) foi avaliada aos 21 dias de idade das aves, através da coleta de fragmentos de dois centímetros do jejuno, retiradas da região mediana do intestino delgado. Os fragmentos foram abertos longitudinalmente, lavados com solução salina, fixados em solução de formalina tamponada (10%) e após três dias, foram transferidos para recipientes com solução de álcool 70%, onde permaneceram até seu processamento.

Na confecção dos cortes histológicos, os tecidos foram aparados e colocados em cassetes, seguindo para desidratação em uma série de concentrações crescentes de álcoois (80%, 90% e 100%), diafanizados em xilol e incluídos em parafina. Com um micrótomo manual, foram realizados cortes histológicos semisseriados de 7 μm de espessura, os quais foram fixados em lâminas e submetidos a coloração pela técnica de hematoxilina e eosina (LUNA, 1968).

As análises morfométricas (30 leituras/amostra) foram realizadas por meio de um microscópio óptico ligado ao computador com programa de análise de imagens (Motic Image Plus 2.0). As alturas das vilosidades foram definidas a partir da região basal que coincide com a porção superior das criptas até o ápice do vilo, e para a profundidade da cripta, a base até a região de transição cripta: vilo. Pelas medidas obtidas, procedeu-se o cálculo da relação altura de vilo: profundidade de cripta.

Para o rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada sem cabeça, pescoço, pés e gordura abdominal, em relação ao peso da ave viva e para o rendimento dos cortes de peito, pernas e asas, foi considerado o peso da carcaça eviscerada. A percentagem de gordura abdominal (gordura depositada ao redor da moela, abdômen e bolsa cloacal) foi relacionada ao peso da ave viva.

Para avaliação da qualidade da carne, foram utilizadas as amostras do peito (*Pectoralis major*) direito e esquerdo. A determinação do pH foi realizada diretamente no filé do peito direito das aves, 15 minutos e 24 horas “*post mortem*” (OLIVO et al., 2001), com auxílio de um pHmêtro portátil HI 99163.

De modo similar, aferiu-se a coloração da carne do peito 15 min e 24 horas “*post mortem*”, utilizando o colorímetro portátil CR-400 (Konica Minolta), em que foram avaliadas pelo sistema de cor Cielab, as características L* (luminosidade – nível de escuro a claro), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo/azul), com duas repetições por ponto, da parte superior do peito.

Com o filé do peito esquerdo das aves, foi mensurada a capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC). A CRA foi realizada de acordo com o método por centrifugação, proposto por Nakamura & Katok (1985). As amostras de aproximadamente 1 g de músculo do peito (*Pectoralis major*) *in natura* foram embrulhadas em papel filtro, centrifugadas a 2000 rpm durante 4 minutos, pesadas, secas em estufa a 70°C por 12 horas e pesadas novamente para o cálculo da CRA.

Para determinação da PPC, os filés de peito foram pesados, embalados em papel laminado e cozidos em chapa elétrica de modelo comercial com aquecimento até 180°C, até atingirem a temperatura interna de 80°C. A seguir, as amostras foram mantidas em repouso até estabilizarem a temperatura ambiente. Novamente, as amostras foram pesadas, obtendo-se assim o peso após o cozimento (HONIKEL, 1998).

A análise de FC foi realizada com os mesmos filés utilizados para PPC. As amostras foram aparadas, cortadas em quatro retângulos na forma de paralelepípedos (1,0 x 1,0 x 4,0 cm) e colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular a lâmina para determinação

da força de cisalhamento em quilograma força (kgf cm^{-2}) com o auxílio do equipamento Brookfield CT3 Texture Analyzer, acoplado com a probe TA 3/100, fixture TA – SBA, calibrado com força de 0,01 kg, deformação 20mm e velocidade do teste de $2,5 \text{ mm s}^{-1}$.

Os dados coletados foram submetidos a uma análise de variância ($P < 0,05$) e posterior regressão polinomial ($P < 0,05$) em função dos níveis do DDGS, excluindo a ração basal (0% DDGS). Adicionalmente, utilizou-se o teste de Dunnett ($P < 0,05$) a fim de comparar a ração controle com os demais tratamentos. Todos os dados foram analisados no programa estatístico Sistema para Análise Estatísticas e Genéticas (SAEG – UFV, 2000).

3.3 Resultados e Discussão

Os níveis de inclusão do DDGS na ração de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, não afetou ($P > 0,05$) o ganho de peso, consumo médio de ração e conversão alimentar das aves em suas distintas fases de criação (Tabela 3).

Tabela 3. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias e de 1 a 42 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão	1 a 21 dias de idade			1 a 42 dias de idade		
	GP (g)	CMR (g)	CA (g/g)	GP (g)	CMR (g)	CA (g/g)
0,0	951	1222	1,286	3057	4722	1,545
1,0	955	1234	1,294	3092	4766	1,541
4,0	922	1200	1,301	3037	4657	1,534
7,0	929	1194	1,285	3037	4573	1,506
10,0	940	1225	1,304	3048	4682	1,536
13,0	943	1204	1,278	3084	4657	1,510
16,0	944	1204	1,275	3082	4697	1,524
Anova (Dunnett)						
Média	940±25,95	1212±37,48	1,289±0,04	3063±70,10	4679±113,61	1,528±0,03
CV (%)	2,76	3,09	3,24	2,29	2,43	1,95
EPM	3,71	5,35	0,01	10,01	16,23	0,004
P	0,222	0,350	0,834	0,610	0,052	0,084
Anova (Regressão)						
Média	939±26,08	1210±35,28	1,290±0,04	3064±72,81	4672±118,21	1,525±0,03
CV (%)	2,78	2,92	2,81	2,38	2,53	1,92
EPM	4,02	5,45	0,01	11,24	18,2	0,01
P	0,229	0,219	0,591	0,531	0,066	0,122

GP= ganho de peso; CMR= consumo médio ração; CA= conversão alimentar.
CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade.

Esses resultados podem ser reflexo do adequado balanceamento nutricional das rações, levando principalmente em consideração a qualidade proteica do DDGS e o perfil de aminoácidos da dieta, já que a redução significativa do farelo de soja para o aumento dos níveis de DDGS poderia influenciar a qualidade aminoacídica da ração (LUMPKINS et al., 2004; SCHONE et al., 2017), levando alguns autores a recomendarem a suplementação com aminoácidos industriais como lisina, metionina e treonina ao se utilizar DDGS em dietas de frangos de corte (NOLL 2003; YOUSSEF et al., 2008), fato que foi levado em consideração nas formulações das rações experimentais desse estudo, em que também se utilizou valina e isoleucina para o atendimento das exigências em aminoácidos essenciais, resultando em melhor balanço aminoacídico e melhor utilização dos nutrientes (VALÉRIO et al., 2003).

Tais resultados destacam a qualidade do DDGS como ingrediente alternativo, já que sua inclusão em até 16% na dieta reduziu em 19,39% o farelo de soja e em 18,71% o grão de milho em relação a ração isenta do coproduto, sem que houvessem efeitos adversos ao desempenho das aves, mesmo sendo incorporado na fase inicial de desenvolvimento dos pintainhos, podendo-se aferir que esse coproduto apresenta potencial para ser utilizado na alimentação dos frangos de corte em substituição parcial ao milho e ao farelo de soja.

Resultados semelhantes também foram observados por Choi et al. (2008) ao avaliarem a inclusão de 0, 5, 10 e 15% de DDGS de milho na alimentação das aves de 8 a 21 dias de idade, pois não observaram efeito da suplementação do coproduto sobre os parâmetros de desempenho, atribuindo tais fatos ao balanceamento nutricional similar das dietas experimentais.

Por outro lado, Lumpkins et al. (2004), relataram que a inclusão de 18% de DDGS de milho influenciou o ganho de peso e a eficiência alimentar de pintainhos durante o período inicial de desenvolvimento (0 a 16 dias), refletindo em menor peso para as aves aos 42 dias de idade, fato que os autores relacionaram a um possível desequilíbrio de aminoácidos essenciais pela redução do farelo de soja na dieta (24,60% na fase inicial) ao incluir o DDGS, uma vez que os únicos aminoácidos suplementados nas rações foram metionina e lisina.

Os níveis de inclusão do DDGS não influenciaram ($P>0,05$) os parâmetros séricos de colesterol (COL), triglicerídeos (TAG), glicose (GLI), proteínas totais (PT), globulina (GLO), relação entre albumina e globulina (ALB:GLO), creatinina (CRE) e ácido úrico (AU) (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros sanguíneos de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	COL (mg dL ⁻¹)	TAG (mg dL ⁻¹)	GLI (mg dL ⁻¹)	PT (g dL ⁻¹)	ALB (g dL ⁻¹)	GLO (g dL ⁻¹)	ALB:GLO (g dL ⁻¹)	CRE (mg dL ⁻¹)	AU (mg dL ⁻¹)	ALT (UI/L ⁻¹)	GGT (UI/L ⁻¹)
0,0	131,86	32,50	227,93	2,82	1,35	1,46	0,93	18,37	58,09	41,45	13,29
1,0	129,14	32,86	216,07	2,77	1,31	1,46	0,91	18,16	59,53	31,75	15,00
4,0	136,43	36,36	228,50	2,98	1,43	1,56	0,92	18,19	57,93	32,86	15,43
7,0	131,64	34,14	221,79	2,87	1,42	1,45	0,99	17,98	62,79	33,98	14,71
10,0	131,64	36,86	224,14	2,82	1,36	1,46	0,95	17,77	62,66	29,22*	11,86
13,0	133,21	37,36	229,50	2,98	1,47*	1,51	0,98	17,22	88,64	28,67*	14,50
16,0	132,50	37,93	229,00	2,86	1,41	1,45	0,98	16,81	81,82	23,87*	11,79
Anova (Dunnett)											
Média	132,35±11,76	35,43±4,38	225,28±10,42	2,87±0,21	1,39±0,09	1,48±0,17	0,95±0,10	17,78±1,68	67,35±24,20	31,67±9,37	13,80±2,40
CV (%)	8,89	12,36	4,63	7,41	6,11	11,16	10,33	9,42	35,93	29,57	17,43
EPM	1,68	0,63	1,49	0,03	0,01	0,02	0,01	0,24	3,46	1,34	0,34
P	0,968	0,081	0,138	0,428	0,004	0,894	0,626	0,584	0,068	0,017	0,005
Anova (Regressão)											
Média	132,43±11,51	35,92±3,99	224,83±10,56	2,88±0,22	1,40±0,08	1,48±0,18	0,96±0,09	17,69±1,72	68,90±24,86	30,06±8,54	13,88±2,50
CV (%)	8,69	11,10	4,70	7,78	5,44	11,81	9,71	9,70	36,08	28,42	18,03
EPM	1,78	0,62	1,63	0,04	0,01	0,03	0,01	0,27	3,84	1,32	0,39
P	0,923	0,113	0,110	0,430	0,001	0,856	0,474	0,619	0,078	0,271	0,005
0,004 (L) ¹											0,003 (L) ²

COL= colesterol; TAG= triglicerídeos; GLI= glicose; PT= proteínas totais; ALB= albumina; GLO= globulina; ALB:GLO= relação albumina/globulina; CRE= creatinina; AU= ácido úrico; ALT= alanina aminotransferase; GGT= gama glutamiltransferase.

g/L= gramas por litro; mg dL= miligramas por decilitro; UI= unidades internacionais por litro.

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade; análise de regressão sem a inclusão do tratamento controle; médias seguidas de * na mesma coluna, diferem do controle ao nível de 5% de significância pelo teste de Dunnett.

¹ALB= 0,00545578*DDGS + 1,35434 (R²=0,28); ²GGT= -0,206803*DDGS + 15,6388 (R²=0,51)

Pela análise de regressão, houve efeito ($P=0,004$) linear crescente para albumina (ALB) e linear decrescente ($P=0,003$) para gama glutamiltransferase (GGT) de acordo com o aumento dos níveis de DDGS.

A inclusão de 13% do coproduto proporcionou maior concentração de ALB ($P=0,004$) em relação ao tratamento controle, entretanto, observou-se redução nas concentrações da enzima alanina aminotransferase (ALT) ($P=0,017$), ao incluir 10, 13 e 16% de DDGS nas rações.

As análises sorológicas são uma forma de verificar as condições de saúde das aves, visto que os resultados são capazes de indicar possíveis alterações em seus sistemas fisiológicos, que por sua vez, podem ter sido influenciados pelo manejo, condições climáticas e pela nutrição dos animais (GAW et al., 2001; MINAFRA et al., 2010). Nesse sentido, os resultados obtidos podem ser uma forma de avaliar as funções hepáticas das aves pelas concentrações séricas das enzimas ALT e GGT; e pela ALB, uma vez que a sua síntese ocorre no fígado (GONZÁLEZ E SILVA, 2006).

A ALT é uma enzima citosólica, liberada do hepatócito imediatamente após lesão hepatocelular ou mudança na permeabilidade da membrana dos hepatócitos, todavia, essa enzima têm uma distribuição tecidual ampla nas aves, com maiores concentrações no fígado, músculo e rim (JAENSCH, 2000). Desta forma, a interpretação da atividade da ALT se torna limitada como teste para avaliar distúrbios hepatocelulares (HARR, 2002), pois as concentrações diagnosticadas podem ser decorrentes de danos em vários tecidos (JAENSCH, 2000; GRUNKEMEYER, 2010).

Assim, mesmo que os resultados obtidos nesse estudo evidenciem redução na concentração da ALT no soro sanguíneo de frangos de corte aos 21 dias de idade com a inclusão dos maiores níveis de DDGS, essas alterações não indicam lesões hepáticas ou teciduais, uma vez que os valores encontrados estão dentro da faixa (19 a 50 UI/L^{-1}) referenciada como atividade normal da ALT para a maioria das espécies de aves (SCHMIDT et al., 2007).

Já a GGT é uma enzima de membrana presente nas mitocôndrias de vários tecidos, como do fígado, rins, cérebro e intestino (SCHMIDT et al., 2007). Sua atividade sérica elevada ocorre pelo aumento da produção e liberação através do tecido hepatobiliar (MEYER et al., 1995), podendo indicar problemas metabólicos no fígado, já que não há relatos que distúrbios nos demais tecidos possam elevar a atividade da enzima (CAMPBELL, 2007), que geralmente possui níveis de normalidade que variam de 9 a 17 UI/L^{-1} para frangos de corte saudáveis aos 21 de idade (BORSA et al., 2006).

Portanto, os valores de GGT encontrados demonstram que houve diminuição na concentração dessa enzima no soro sanguíneo das aves de acordo com aumento dos níveis de DDGS na dieta, evidenciando que a inclusão do coproduto na alimentação das aves de 1 a 21 dias de idade não compromete o fígado, o que corrobora com os valores encontrados para ALT.

Por sua vez, a ALB representa cerca de 50% da proteína total em aves se ligando e transportando cálcio, zinco, magnésio, cobre, ácidos graxos, e no caso em específico para aves, dos hormônios tireoidianos (MACIEL et al., 2007), assim, a redução na concentração da albumina também influencia as concentrações desses compostos, preconizando que os teores estejam entre 0,8 a 2,0 g/dL⁻¹ em aves saudáveis (SCHMIDT et al., 2007).

Desta forma, por mais que a inclusão de 13% de DDGS tenha apresentado a maior concentração de ALB, todos os valores para essa variável encontram-se dentro da faixa de normalidade, podendo-se presumir que o emprego do coproduto não interferiu na digestão, absorção e metabolização dos nutrientes pelas aves, visto que a redução nas concentrações de ALB podem ser relacionadas tanto a quadros de insuficiência hepática quanto má digestão e absorção nutricional (HARR, 2002).

Os níveis de inclusão do DDGS na alimentação das aves não influenciaram ($P>0,05$) o peso relativo do proventrículo, moela, fígado, pâncreas, intestino delgado, e o comprimento dos intestinos dos frangos de corte aos 21 dias de idade (Tabela 5). Porém, foi observado aumento no peso relativo do intestino grosso ($P=0,005$) pela inclusão de 10, 13 e 16% de DDGS em comparação a ração controle

Esses resultados podem ser atribuídos ao teor de fibra insolúvel presente no DDGS, o qual pode desempenhar um papel estimulante no desenvolvimento dos segmentos do trato gastrointestinal (TGI) (BAREKATAIN et al., 2013) devido as propriedades de viscosidade e hidratação da fibra, que influenciam a solubilidade, capacidade de retenção de água e a capacidade de expansão (BACH KNUDSEN, 2001).

Com isso, as partículas de fibras insolúveis presentes nas dietas contendo DDGS, conseguem incorporar água em sua matriz, resultando em uma digesta menos viscosa, com maior volume e peso (GONZALEZ ALVARADO et al., 2007; BAREKATAIN et al., 2013), além de aumentar a motilidade e a taxa de passagem da digesta pelo TGI devido ao estímulo abrasivo na musculatura da parede intestinal (MATEOS et al., 2012).

Portanto, é provável que as características da fibra insolúvel possam ter estimulado o aumento no peso do intestino grosso das aves alimentadas com os maiores níveis de DDGS, devido a capacidade do TGI das aves se adaptarem as mudanças no conteúdo de fibra da dieta

(MATEOS et al., 2012), para que os segmentos do trato possam continuar desempenhando suas funções fisiológicas, como no caso do intestino grosso, a reabsorção de água e eletrólitos (SOUSA et al., 2015), visto que mesmo ocorrendo fermentação bacteriana a nível cecal, a fração insolúvel da fibra acaba não possuindo importância significativa na composição e na quantidade da microbiota por ser pouco fermentável (HETLAND et al., 2004).

Por conseguinte, esses resultados não foram observados ($P > 0,05$) para o peso relativo dos órgãos do TGI e comprimento do intestino delgado e grosso dos frangos de corte aos 42 dias de idade (Tabela 6), o que pode estar relacionado ao fato da inclusão do DDGS ter sido realizado somente no período de 1 a 21 dias de idade das aves.

Tabela 5. Peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal e comprimento do intestino delgado e intestino grosso de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	Proventrículo (%)	Moela (%)	Fígado (%)	Pâncreas (%)	Intestino Delgado (%)	Intestino Grosso (%)	Intestino Delgado (cm)	Intestino Grosso (cm)
0,0 (controle)	0,51	1,74	3,19	0,31	6,26	0,80	141,18	31,93
1,0	0,47	1,70	3,12	0,33	6,13	0,91	138,11	33,52
4,0	0,49	1,70	2,99	0,34	6,15	0,87	141,23	31,31
7,0	0,48	1,90	3,14	0,35	6,39	0,93	145,08	31,88
10,0	0,49	1,68	3,09	0,35	6,20	0,94*	145,05	32,03
13,0	0,46	1,70	3,17	0,34	6,31	1,00*	148,98	32,48
16,0	0,51	1,74	3,19	0,34	6,33	1,04*	142,81	32,13
Anova (Dunnett)								
Média	0,49±0,05	1,74±0,15	3,13±0,24	0,34±0,04	6,25±0,47	0,93±0,12	143,21±8,34	32,19±2,02
CV (%)	9,43	8,77	7,58	10,74	7,45	13,26	5,82	6,28
EPM	0,01	0,02	0,03	0,01	0,07	0,02	1,19	0,29
P	0,402	0,106	0,713	0,523	0,947	0,005	0,280	0,584
Anova (Regressão)								
Média	0,48±0,05	1,74±0,16	3,12±0,24	0,34±0,03	6,25±0,48	0,95±0,12	143,54±8,27	32,23±2,10
CV (%)	9,41	9,06	7,79	9,54	7,61	12,12	5,76	6,51
EPM	0,01	0,02	0,04	0,01	0,07	0,02	1,28	0,32
P	0,558	0,078	0,696	0,847	0,900	0,082	0,209	0,515

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade; médias seguidas de * na mesma coluna diferem do controle ao nível de 5% de significância pelo teste de Dunnett.

Tabela 6. Peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal e comprimento do intestino delgado e intestino grosso de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	Proventrículo (%)	Moela (%)	Fígado (%)	Pâncreas (%)	Intestino Delgado (%)	Intestino Grosso (%)	Intestino Delgado (cm)	Intestino Grosso (cm)
0,0 (controle)	0,28	1,18	1,60	0,19	2,49	0,62	170,84	44,75
1,0	0,28	1,16	1,58	0,18	2,35	0,62	163,65	42,51
4,0	0,29	1,20	1,67	0,19	2,27	0,56	164,57	43,13
7,0	0,28	1,22	1,63	0,19	2,41	0,68	171,05	45,60
10,0	0,30	1,17	1,67	0,18	2,47	0,59	165,91	45,06
13,0	0,31	1,13	1,75	0,18	2,49	0,64	167,93	46,81
16,0	0,33	1,16	1,71	0,19	2,48	0,63	174,31	44,31
Anova (Dunnett)								
Média	0,30±0,05	1,17±0,09	1,66±0,12	0,18±0,02	2,42±0,24	0,62±0,08	168,32±11,45	44,60±3,15
CV (%)	15,91	7,83	6,93	11,10	10,04	13,13	6,80	7,07
EPM	0,01	0,01	0,02	0,003	0,04	0,01	1,64	0,45
P	0,259	0,706	0,058	0,896	0,527	0,183	0,581	0,168
Anova (Regressão)								
Média	0,30±0,05	1,17±0,09	1,67±0,11	0,18±0,02	2,41±0,23	0,62±0,08	167,91±11,05	44,57±3,22
CV (%)	16,98	7,96	6,70	11,05	9,66	13,18	6,58	7,23
EPM	0,01	0,01	0,02	0,003	0,04	0,01	1,71	0,50
P	0,283	0,599	0,071	0,853	0,423	0,113	0,456	0,118

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade.

A altura de vilo (AV) ($P < 0,001$) apresentou efeito quadrático com resposta estimada de 667,62 pela inclusão de 9,47% de DDGS, enquanto para a profundidade de cripta (PC) obteve-se efeito linear decrescente ($P = 0,001$) e para a relação vilo:cripta (V:C) efeito linear crescente ($P < 0,001$) com o aumento dos níveis de DDGS na dieta (Tabela 7).

Tabela 7. Altura de vilo (μm), profundidade de cripta (μm) e relação altura de vilo: profundidade de cripta do segmento jejuno de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	Altura de Vilo	Profundidade de Cripta	Relação Vilo: Cripta
0,0 (controle)	701,47	96,15	7,30
1,0	728,23	103,71	7,03
4,0	670,45	103,96	6,64
7,0	675,53	99,77	6,81
10,0	684,72	93,16	7,36
13,0	664,96 *	83,16*	8,01
16,0	700,17	86,65	8,11*
Anova (Dunnett)			
Média	689,36±30,77	95,22±11,89	7,32±0,76
CV (%)	4,46	12,49	10,37
EPM	4,40	1,70	0,11
P	<0,001	<0,001	<0,001
Anova (Regressão)			
Média	687,34±30,24	95,07±12,68	7,33±0,82
CV (%)	4,40	13,34	11,19
EPM	4,67	1,96	0,13
P	<0,001	<0,001	<0,001
	<0,001 (Q) ¹	<0,001 (L) ²	<0,001 (L) ³

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade; análise de regressão sem a inclusão do tratamento controle; médias seguidas de * na mesma coluna diferem do controle ao nível de 5% de significância pelo teste de Dunnett.

¹ AV = 0,725392*DDGS² - 13,7370*DDGS + 732,656 ($R^2 = 0,69$)

² PC = - 1,46996*DDGS + 107,562 ($R^2 = 0,87$)

³ V:C = 0,0959670*DDGS + 6,51204 ($R^2 = 0,76$)

Em relação ao tratamento controle (0% de DDGS), observou-se que a inclusão de 13% de DDGS provocou redução na altura de vilo ($P < 0,001$). Essas modificações são resultados de um desequilíbrio do *turnover* celular (síntese-migração-extrusão), que podem ter sido causados em decorrência do atrito com o bolo alimentar (alimentos fibrosos) provocando aumento na taxa de extrusão, com manutenção ou diminuição da taxa de proliferação, levando o intestino a responder com redução no tamanho dos vilos e, conseqüentemente, com diminuição em sua área de digestão e absorção (UNI, 1999; MAIORKA et al., 2002; CAMPOS et al., 2007).

Da mesma forma, as aves alimentadas com dietas contendo 13% de DDGS apresentaram menor profundidade de cripta ($P < 0,05$), podendo estar relacionado com a magnitude da zona de extrusão das vilosidades, uma vez que a profundidade de cripta também é indicativo do nível de proliferação das células epiteliais (HANCOCK et al., 1990; ARRUDA et al., 2008). Contudo, a maior ($P < 0,05$) relação vilo:cripta, foi obtida com a inclusão de 16% de DDGS, o que segundo Nabuurs (1995) e Arruda et al. (2008), são decorrentes do aumento na altura de vilo e da menor profundidade de cripta, indicando melhoria na capacidade digestiva e absorção de nutrientes pelo trato intestinal do animal, além de menor gasto energético com a renovação celular.

Esses resultados diferem dos encontrados por Min et al. (2013), que ao avaliarem o efeito dietético do DDGS sob a morfologia intestinal do jejuno de frangos de corte aos 21 dias de idade, observaram menor relação entre a altura do vilo e a profundidade de cripta com o aumento dos níveis (0, 5, 10, 15, 20 e 25%) do coproduto na dieta, obtendo os melhores valores com 10% de inclusão.

Portanto, mesmo que a inclusão de DDGS nas rações de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade tenham exercido influência sobre a morfometria do jejuno, é importante ressaltar que tais fatos não afetaram a funcionalidade do intestino delgado como um todo, visto que não foram encontradas alterações para seu peso e comprimento aos 21 e 42 dias de idade das aves (Tabelas 5 e 6), da mesma forma que o desempenho não foi influenciado nas diferentes fases de criação dos frangos de corte (Tabela 3).

A inclusão de DDGS na alimentação de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade não influenciou ($P > 0,05$) o rendimento de carcaça, peito, perna, asa e porcentagem de gordura abdominal (Tabela 8) aos 42 dias de idade das aves, podendo-se aferir que os níveis do coproduto utilizados na fase inicial de desenvolvimento das aves não prejudicam posteriormente a deposição proteica na carcaça.

Ademais, o fato das dietas experimentais terem sido adequadamente balanceadas, sem deficiências ou excessos de nutrientes, possibilitou que as rações elaboradas fossem aproveitadas eficientemente pelas aves, sem limitações no desenvolvimento dos tecidos estruturais (músculo) e sem deposição excessiva de gordura na carcaça (VALÉRIO et al., 2003; FARIA FILHO et al., 2006; TRINDADE NETO et al., 2009).

Resultados similares foram relatados por Cuevas et al. (2012), onde mesmo realizando um experimento com níveis de DDGS superiores (0, 7, 14, 21 %) ao do presente estudo, não observaram influência da inclusão do coproduto na alimentação de frangos de corte (1 a 49 dias), sobre o rendimento de carcaça e cortes.

Tabela 8. Rendimento de carcaça, de cortes e gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	Carcaça (%)	Peito (%)	Perna (%)	Asa (%)	Gordura Abdominal
0,0 (controle)	74,25	42,17	29,47	9,63	1,41
1,0	74,83	42,18	28,85	9,80	1,13
4,0	74,74	42,71	28,30	10,10	1,35
7,0	73,39	41,76	28,60	10,15	1,45
10,0	74,13	41,69	29,20	9,91	1,30
13,0	74,00	42,29	28,64	10,10	1,18
16,0	73,46	42,72	29,33	10,02	1,13
Anova (Dunnett)					
Média	74,12±1,65	42,22±1,56	28,91±1,05	9,98±0,39	1,28±0,27
CV (%)	2,22	3,69	3,62	3,94	21,41
EPM	0,24	0,22	0,15	0,06	0,04
P	0,587	0,850	0,315	0,079	0,107
Anova (Regressão)					
Média	74,10±1,70	42,23±1,53	28,82±0,86	10,04±0,36	1,26±0,26
CV (%)	2,29	3,62	2,97	3,57	20,60
EPM	0,26	0,24	0,13	0,06	0,04
P	0,500	0,734	0,201	0,366	0,088

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade.

Em relação a qualidade da carne, os níveis de DDGS incluídos na alimentação de frangos de corte, não influenciaram ($P>0,05$) a capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e pH 24 horas após o abate, porém, o pH 15 minutos *post mortem* apresentou efeito quadrático, onde o valor de pH foi menor (6,47) quando a inclusão de DDGS atingiu 8,30% (Tabela 9).

A inclusão de 10% de DDGS em comparação a não utilização deste coproduto nas rações dos pintainhos de corte aos 21 dias de idade também resultou em diminuição do pH quando este foi aferido 15 minutos após o abate.

A carne e suas propriedades funcionais são resultados de uma série de reações bioquímicas que ocorrem no tecido muscular a partir do abate, ou mesmo antes, e que irão determinar a qualidade do produto final (MULLER et al., 2013). Nesse sentido, um dos aspectos mais marcantes da transformação do músculo em carne é a redução do pH pela produção de ácido lático a partir do piruvato via glicólise anaeróbica (BROSSI et al., 2009).

Geralmente, para as carnes de frango consideradas normais, essa queda no pH se dá de valores iniciais em torno de 7,2, para valores de pH que variam de 6,3 a 6,6 quando mensurados 15 minutos após o abate, podendo atingir valores finais de 5,8 a 6,2 (DEBUT et

al., 2003; BATTULA et al., 2008; BROSSI et al., 2009). Portanto, todos os valores de pH obtidos nesse estudo encontram-se dentro dos referenciados na literatura, fato relevante, uma vez que o pH está associado com outros atributos fundamentais para determinação da qualidade da carne, como a capacidade de retenção de água, perdas por cozimento, maciez, suculência, cor e estabilidade microbiana (KOMIYAMA et al., 2009).

Tabela 9. Qualidade da carne do peito de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	pH 15' <i>post mortem</i>	pH 24h <i>post mortem</i>	CRA (%)	PPC (%)	FC (kgf)
0,0 (controle)	6,51	6,02	56,76	30,50	2,97
1,0	6,56	6,08	58,17	31,56	2,69
4,0	6,46	6,04	58,14	28,33	2,69
7,0	6,49	6,02	55,99	27,34	2,55
10,0	6,44*	6,02	56,41	25,87	2,71
13,0	6,55	6,03	55,74	28,70	2,71
16,0	6,53	6,04	60,07	28,28	2,96
Anova (Dunnett)					
Média	6,51±0,08	6,04±0,06	57,33±2,92	28,65±3,72	2,76±0,47
CV (%)	1,23	0,98	5,09	12,98	16,89
EPM	0,01	0,01	0,42	0,53	0,07
P	0,037	0,472	0,054	0,079	0,630
Anova (Regressão)					
Média	6,51±0,08	6,04±0,06	57,42±3,06	28,35±3,81	2,72±0,48
CV (%)	1,17	0,95	5,32	13,44	17,54
EPM	0,01	0,01	0,47	0,59	0,07
P	0,008	0,413	0,051	0,122	0,774
	0,003 (Q) ¹	-	-	-	-

CRA= capacidade de retenção de água; PPC= perda de peso por cocção; FC= força de cisalhamento; CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade; análise de regressão sem a inclusão do tratamento controle.

$$^1\text{pH15}' = 0,00143424 * \text{DDGS}^2 - 0,0238107 * \text{DDGS} + 6,56850 \quad (R^2 = 0,51)$$

As variáveis para coloração da carne, luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*), analisadas 15 minutos após o abate, não apresentaram diferenças significativas, assim como também para as mensurações após 24 horas, em que L* e a*, não diferiram (P>0,05) entre os tratamentos, todavia, os valores de b* foram maiores (P<0,05) para 1, 4 e 10% de inclusão do DDGS em relação a não utilização do coproduto nas rações (Tabela 10).

Tabela 10. Coloração da carne do peito de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	15 minutos <i>post mortem</i>			24 horas <i>post mortem</i>		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0,0 (controle)	52,46	4,13	8,19	53,67	5,52	7,58
1,0	52,77	5,49	9,24	55,34	6,70	10,92*
4,0	51,39	5,61	9,19	54,65	6,73	9,71*
7,0	49,82	4,88	7,26	54,01	6,53	8,20
10,0	49,79	4,81	8,08	53,42	6,68	10,04*
13,0	51,86	6,30	8,43	54,85	7,59	9,02
16,0	50,84	6,31	8,68	54,42	7,57	9,56
Anova (Dunnett)						
Média	51,28±3,39	5,36±1,88	8,44±1,85	54,34±3,22	6,76±1,63	9,29±1,85
CV (%)	6,62	35,13	21,91	5,92	24,11	19,86
EPM	0,49	0,27	0,26	0,46	0,23	0,26
P (Dunnett)	0,540	0,261	0,458	0,941	0,257	0,008
Anova (Regressão)						
Média	51,08±3,28	5,57±1,95	8,48±1,77	54,45±3,37	6,97±1,64	9,58±1,73
CV (%)	6,41	34,93	20,83	6,19	23,48	18,10
EPM	0,51	0,30	0,27	0,52	0,25	0,27
P	0,500	0,576	0,290	0,936	0,721	0,648

L*= luminosidade; a*= teor de vermelho; b*= teor de amarelo.

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade; médias seguidas de * na mesma coluna diferem do controle ao nível de 5% de significância pelo teste de Dunnett.

As variações na coloração da carne *in natura* podem ser associadas as diferenças na quantidade de mioglobina, a qual varia de acordo com o sexo, idade e localização anatômica do músculo, visto que os frangos são espécies conhecidas por possuírem músculos com cores extremas, apresentando coloração rosa pálida para peito e vermelho intenso para as pernas (HARDER et al., 2010). Assim, a cor observada na superfície das carnes é o resultado da absorção seletiva da luz pela mioglobina e ainda, por outros componentes importantes, como as fibras musculares e suas proteínas (OLIVO et al., 2001).

A nutrição das aves também exerce influência sobre a pigmentação da carne, já que a presença de carotenoides, principalmente as xantofilas, contribuem com a intensidade amarela que é desejada para pele, gema do ovo e tecido adiposo das aves (PEREZ-VENDRELL et al., 2001). Nesse aspecto, como o DDGS de milho é uma boa fonte de xantofila (SALIM et al., 2010), os maiores teores de amarelo (b*) observados nesse estudo, mesmo apresentando variação entre os tratamentos, podem estar relacionados com a presença desse pigmento no coproduto, evidenciando a necessidade de padronização dos processos de produção do DDGS,

já que os carotenoides são extremamente susceptíveis a luz, oxigênio e temperatura e podem ser danificados pelo calor de secagem desse coproduto (SALIM et al.,2010).

Em estudo para avaliar a qualidade da carne de frangos de corte (0 a 42 dias de idade) alimentados com DDGS (0, 5, 10, 15, 20 e 25%), Min et al. (2012) observaram maior intensidade de b* nos filés de peito das aves submetidas as dietas com os maiores níveis de inclusão do coproduto, o que os autores também relacionaram ao conteúdo de carotenoides presentes no DDGS.

3.4 Conclusão

Os grãos secos de destilaria com solúveis podem ser utilizados na alimentação de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade até o nível de 16%, sem que haja efeitos adversos sobre o desempenho, rendimento de carcaça e rendimento de cortes aos 42 dias de idade das aves.

3.5 Referências Bibliográficas

- ABUDABOS, A.M.; AL-ATYAT, R.M.; STANLEY, D. et al. The effect of corn distiller's dried grains with solubles (DDGS) fortified with enzyme on growth performance of broiler. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 26, p.21412-21421, 2017.
- ARRUDA, A.M.V.; FERNANDES, R.T.V.; SILVA, J.M. et al. Avaliação morfo-histológica da mucosa intestinal de coelhos alimentados com diferentes níveis e fontes de fibra. **Revista Caatinga**, v.21, n.2, p.01-11, 2008.
- BABCOCK, B.A.; HAYES, D.J.; LAWRENCE, J.D. **Using distillers grains in the U.S. and international livestock and poultry industries**. 1.ed. Iowa: Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center, 2008, 256p.
- BAREKATAIN, M.R.; ANTIPATIS, C.; CHOCT, M. et al. Interaction between protease and xylanase in broiler chicken diets containing sorghum distillers' dried grains with solubles. **Animal Feed Science and Technology**, v.12, p.71-81, 2013.
- BATTULA, V.; SCHILLING, M.W.; VIZZIER-THAXTON, Y. et al. The effects of low-atmosphere stunning and deboning time on broiler breast meat quality. **Poultry Science**, v.87, p.1202-1210, 2008.
- BNDES & CGEE. (Org.). **Bioetanol de cana de açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Bndes, 2008. 317 p. Disponível em: <www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=5126> Acesso em: 10/01/2018.
- BORSA, A.; KOHAYAGAWA, A.; BORETTI, L.P. et al. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.675-677, 2006.
- BRASIL. Instrução Normativa nº03, de 17 de janeiro de 2000. **Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização Para o Abate Humanitário de Animais de Açougue**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2007.
- BROSSI, C.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J.; AMAZONAS, E.A. et al. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.1296-1305, 2009.
- CAMPBELL, T. W.; ELLIS, C. K. **Avian and exotic animal hematology and cytology**. 3. ed. Ames: Blackwell Publishing Professional, 2007. 2049p.
- CAMPOS, D.M.B.; FILHO, D.E.F.; TORRES, K.A.A. et al. Desenvolvimento da mucosa intestinal e a substituição do milho por sorgo na dieta de pintainhos de corte. **Revista de Ciências Veterinárias**. V.5, p.44-48, 2007.
- CHOI, H.S.; LEE, H.L.; SHIN, M.H. et al. Nutritive and economic values of corn distiller's dried grains with solubles in broiler diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.21, n.3, p.414-419, 2008.

- CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA - CFMV. Resolução N° 1.000 de 11 de maio de 2012. 2012a. dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais e dá outras providências. Publicada no DOU de 17/05/2012, Seção 1, p.124-125. 2012.
- CONTRERAS-CASTILLO, C.J. Qualidade de carcaça e carne de aves In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de carnes, 1., São Pedro, 2001. **Anais...** Campinas: ITAL, 2001. P.160-178.
- CUEVAS, A. C.; CARRILLO, C. A. E.; ELIZALDE, G.S. 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 Ciencias Pecuarias**, v. 3, n. 3, p.331-341, 2012.
- DEBUT, M.; BERRI, C.; BAEZA, E. et al. Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. **Poultry Science**, v.82, p.1829–1838, 2003.
- FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; FIGUEIREDO, D.F. et al. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.101-106, 2006.
- FLETCHER, D.L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, v.58, n.2, p.131-145, 2002.
- GAW, A.; COWAN, R.A.; O'REILLY, D.S.J. et al. **Bioquímica clínica**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 165p.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. Perfil bioquímico sanguíneo. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**, 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, p.313–358, 2006.
- GRUNKEMEYER, V. L. Advanced diagnostic approaches and current management of avian hepatic disorders. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, Texas, v. 13, n. 3, p. 413–427, 2010.
- HANCOCK, J.D.; PEO JR, E.R.; LEWIS, A.J. et al. Effects of ethanol extraction and heat treatment of soybean flakes on morphology of pig intestine. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3244-3251, 1990.
- HARDER, M.N.C.; SPADA, F.P.; SAVINO, V.J.M. et al. Coloração de cortes cozidos de frangos alimentados com urucum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n2, p.507-509, 2010.
- HARR, K. E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. **Veterinary Clinical Pathology**, Santa Barbara, v. 31, n. 3, p. 140–151, 2002.
- HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Journal Meat Science**, v.49, p.447-457, 1998.

- JAENSCH, S. Diagnosis of avian hepatic disease. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v.9, n.3, p.126-135, 2000.
- KOMIYAMA, C.M.; MENDES, A.A.; TAKAHASHI, S.E. et al. Características qualitativas de produtos elaborados com carne de frango pálida e normal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.1, p.38-45, 2009.
- LIU, K. Chemical Composition of Distillers Grains, a Review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, p.1508–1526, 2011.
- LOAR, R.E.; MORITZ, J.S.; DONALDSON, J.R. et al. Effects of feeding distillers dried grains with solubles to broilers from 0 to 28 days posthatch on broiler performance, feed manufacturing efficiency, and selected intestinal characteristics. **Poultry Science**, v. 89, p.2242-2250, 2010.
- 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.
- LUNA, G.C. **Manual of histologic staining methods of the armed forces**. Institut of pathology. 3.ed. New York: Mc Graw-Hill, 1968, 285p.
- MACIEL, R.M.; LOPES, S.T.A.; SANTURIO, J.M. et al. Perfil eletroforético das proteínas séricas de frangos de corte alimentados com dietas contendo aflatoxinas e/ou argila clinoptilolita natural. **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.744-749, 2007.
- MAIORKA, A., BOLELI, I. C., MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002, p.113-123.
- MEYER, D.L.; COLES, E.H.; RICH, L.J. **Medicina de Laboratório Veterinária: Interpretação e Diagnóstico**. São Paulo:Roca, 1995. 308p.
- MIN, Y. N.; LI, H.L.; LI, L. et al. Effects of dietary distillers dried grains with solubles (DDGS) concentrations on intestinal morphology of broiler chicken. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.12, p.6-9, 2013.
- MIN, Y. N.; LI, L.; WALDROUP, P.W. et al. Effects of dietary distillers dried grains with solubles concentrations on meat quality and antioxidant status and capacity of broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, p. 603-611, 2012.
- MINAFRA, C.S.; MARQUES, S.F.F.; STRINGHINI, J.H. et al. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2691-2696, 2010.
- MULLER, A.T.; PASCHOAL, E.C.; SANTOS, J.M.G. Fatores pós-abate que influenciam a qualidade da carne de frango. **Cesumar**, v.15, n.2, p.111-119, 2013.
- NABUURS, M.J.A. Microbiological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning. **Pig News and Information**, v.16, p.93-97, 1995.

- NAKAMURA, M.; KATOK, K. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. **Bulletin of Ishika Prefecture College of Agriculture**, v.11, p.45-49, 1985.
- NOLL, S.L.; STANGELAND, V. SPEERS, G. et al. Market tom turkey response to protein and threonine. **Poultry Science**, v. 82, p.73, 2003.
- OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I. et al. Dietary vitamin e inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n.4, p.271-283, 2001.
- PEREZ-VENDRELL, A.M.; HERNANDEZ, J.M.; LLAURADO, L. et al. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science**, v.80, p.320-326, 2001.
- ROSTAGNO, S.H.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011, 252p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2016, 262p.
- SALIM, H.M.; KRUK, Z.A.; LEE, B.D. Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: A review. **World's Poultry Science Journal**, v.66, p.411-432, 2010.
- SCHILLING, M.W.; BATTULA, V.; LOAR, R.E. et al. Dietary inclusion level effects of distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. **Poultry Science**, v.89, p.752-760, 2010.
- SCHMIDT, E.M.S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E. et al. Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v 12, n.3. p.9-20, 2007.
- SCHONE, R.A.; NUNES, R.V.; FRANK, R. et al. Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte (22-42 dias). **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n3, p.548-557, 2017.
- SCHONE, R.A.; NUNES, R.V.; FRANK, R. et al. Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte (22-42 dias). **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n3, p.548-557, 2017.
- SILVA, J.R.; NETTO, D.P.; SCUSSEL, V.M. Grãos secos de destilaria com solúveis, aplicação em alimentos e segurança: Revisão. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.10, n.3, p.257-270, 2016.
- SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.64, p.257-266, 2008.

- TRINDADE NETO, M.A.; TAKEARA, P.; TOLEDO, A.L. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.508-514, 2009.
- UNI, Z., NOY, Y., SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. **Poultry Science**, v. 78, p. 215, 1999.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA- UFV. **Sistema de análise estatística e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000, 142p.
- US GRAINS COUNCIL. **A guide to distillers dried grains with solubles (DDGS)**. U.S. Grains Council DDGS User Handbook. 3.ed. Washinton: DC, 2012, 406p.
- VALÉRIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.372-382, 2003.
- YOUSSEF, I.M.I.; WESTFAHL, C.; SUNDER, A. et al. Evaluation of dried distillers' grains with solubles (DDGS) as a protein source for broilers. **Archives of Animal Nutrition**, v. 62, n.5, p.404-414, 2008.

4 GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE

Resumo – A realização desse experimento objetivou avaliar o efeito da inclusão dos grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação dos frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Para isso, 980 frangos de corte machos com 22 dias de idade e peso médio inicial de $922,86 \pm 4,45$ g, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com sete níveis de inclusão do DDGS (0; 1; 4; 7; 10; 13 e 16%) e sete repetições de 20 aves por unidade experimental (UE). Foram avaliados como desempenho o ganho de peso, consumo médio de ração e conversão alimentar. Aos 42 dias foram realizadas colheitas de sangue para determinação dos parâmetros sanguíneos e abatidas duas aves por UE para avaliar o peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal, comprimento dos intestinos, rendimento de carcaça, cortes e qualidade da carne. Ao término do período experimental também foi mensurada a qualidade da cama. Todos os dados coletados foram submetidos a uma análise de variância ($P < 0,05$) e posterior regressão polinomial a 5% de probabilidade, excluindo a ração controle. Adicionalmente, utilizou-se o teste de Dunnett ($P < 0,05$). Os níveis de inclusão do DDGS não afetaram o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça, rendimento de cortes, qualidade de carne e cama de 22 a 42 dias de idade. A concentração de colesterol foi menor quando a inclusão do DDGS atingiu 6,30%. A inclusão de 16% de DDGS bem como o uso de 13 e 16% do coproduto aumentou respectivamente as concentrações de colesterol e triglicérides quando comparadas com a ração controle. A utilização do DDGS influencia a concentração de glicose, sendo que a ração controle apresentou a menor quantidade deste metabólito no soro. A albumina e o aspartato aminotransferase apresentaram maior concentração a 16% de inclusão do DDGS quando comparado com a ração sem o coproduto. A utilização de 1% de DDGS proporcionou hipertrofia do fígado em relação a dieta controle, entretanto, os demais níveis do coproduto não afetaram este órgão. A coloração vermelha da carne 24 horas *post mortem* atingiu o ponto de máxima com a utilização de 8,37% de DDGS. De acordo com os resultados obtidos conclui-se que a inclusão de 16% de DDGS pode ser realizada sem afetar o desempenho, rendimento de carcaça, cortes e qualidade de cama de 22 a 42 dias de idade das aves.

Palavras-chave: desempenho, etanol de milho, qualidade de cama, rendimento de carcaça

CORN DISTILLERS DRIED GRAINS WITH SOLUBLES (DDGS) IN BROILER FEED FROM 22 TO 42 DAYS OLD

Abstract – This experiment aimed to evaluate the inclusion effect of corn distillers dried grain with solubles (DDGS) in broiler feeding from 22 to 42 days of old. For this, 980 broilers with 22 days with old and initial mean weight of 922.86 ± 4.45 g were distributed in a completely randomized design with seven DDGS inclusion levels (0; 1; 4; 7; 10; 13 and 16%) and seven replications with 20 birds per experimental unit (EU), being evaluated weight gain, mean feed intake and feed conversion. At 42 days, blood samples were collected to determine the blood parameters and two birds per EU were slaughtered to evaluate the organs relative weight of organs of the gastrointestinal tract, intestinal length, carcass yield, cuts and meat quality. At the end of the experimental period, litter quality was also measured. The data collected were submitted to variance analysis ($P < 0.05$) and subsequent polynomial regression at 5% of probability, excluding control ration. In addition, the Dunnett test ($P < 0.05$) was used. The DDGS inclusion levels did not affect weight gain, feed intake, feed conversion, carcass yield, cut yield, meat and litter quality from 22 to 42 days of age. The cholesterol concentration was lower when the DDGS inclusion reached 6.30%. The DDGS inclusion of 16%, as well as the use of 13 and 16% of the co-product, respectively, increased cholesterol and triglycerides concentrations when compared to control diet. The use of DDGS influences glucose concentration, where the control diet had the lowest amount of this metabolite in the serum. Albumin and aspartate aminotransferase had a higher concentration in the inclusion of 16% DDGS when compared to the feed without the co-product. The use of 1% DDGS provided a hypertrophy in liver, however, the other levels did not significantly affect this organ when compared to the control ration. The meat red color at meat 24 hours post mortem reached the maximum point with the use of 8.37% of DDGS. Therefore, it is concluded that the inclusion of 16% DDGS can be performed without affecting the performance, carcass yield, cuts and litter quality from 22 to 42 days of age of the birds.

Keywords: performance, corn ethanol, litter quality, carcass yield

4.1 Introdução

Nos últimos anos, grandes avanços ocorreram na avicultura brasileira, tornando-a um dos seguimentos mais desenvolvidos da agropecuária, uma vez que o Brasil se consolidou como o maior exportador e segundo maior produtor mundial da carne de frango, produzindo o total de 13,05 milhões de toneladas de carne no ano de 2017 (ABPA, 2018).

Com esse êxito produtivo, torna-se fundamental a busca por fontes alimentares alternativas aos tradicionais *commodities* utilizados na alimentação animal, as quais possibilitem a formulação de dietas eficientes e econômicas, visto que os gastos com alimentação representam em torno de 70% do custo total na produção de frangos de corte (NUNES et al., 2005; CARNEIRO et al., 2009).

Nesse aspecto, os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho, coproduto obtido após a fermentação do amido do grão pelas leveduras e enzimas selecionadas para produzir etanol, constitui um ingrediente alternativo em potencial a ser utilizado na alimentação das aves (EL-HACK et al., 2015), por ser uma fonte três vezes mais concentrada em nutrientes do que o grão que lhe deu origem (SWIATKIEWICZ; KORELESKI, 2008; SALIM et al., 2010; TANGENDAJA; WINA, 2011).

Assim, tanto do ponto de vista econômico quanto nutricional, há crescente interesse que a utilização do DDGS na nutrição dos frangos de corte seja realizada em larga escala (ABUDABOS et al, 2017), mas, por se tratar de um coproduto, o DDGS ainda não apresenta padronização em seu processamento, o que contribui para a grande variação em sua composição nutricional e limita seu uso na alimentação das aves (COZANNET et al., 2010). O DDGS também possui altas concentrações de constituintes fibrosos que podem influenciar negativamente o desempenho das aves de corte, por esses animais possuírem baixa capacidade de aproveitar a energia dos alimentos ricos em fibra (ALBUQUERQUE et al., 2011; U.S GRAINS COUNCIL, 2012).

Por mais que o uso do DDGS possa vir a reduzir os custos gerados com a alimentação das aves, a inclusão desse coproduto na ração deve levar em consideração as respostas zootécnicas dos animais. Desta forma, objetivou-se com esse estudo, determinar o nível mais adequado de utilização do DDGS na dieta dos frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, verificando os efeitos da inclusão do coproduto sobre o desempenho, parâmetros sanguíneos, peso relativo dos órgãos e comprimento dos intestinos, rendimento de carcaça e corte, qualidade da carne e qualidade da cama das aves.

4.2 Material e métodos

O estudo foi realizado no Centro de Pesquisa em Avicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus Marechal Cândido Rondon/PR, com execução baseada nas normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle e Experimentação Animal (CONCEA) e aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UNIOESTE.

O aviário experimental utilizado foi construído em alvenaria, possuindo 20 metros de comprimento e 8 metros de largura, com divisões em boxes de 1,76m². Cada box ou unidade experimental (UE) dispunha de um comedouro tubular, bebedouro tipo nipple, fonte para aquecimento (resistência 250 watts) e piso de concreto, que foi recoberto com maravalha de pinus de segundo uso.

Foram utilizados 980 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb 500, com 22 dias de idade e peso médio de 922,86±4,45g, os quais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por uma ração controle (sem DDGS) e seis níveis de inclusão de DDGS (1; 4; 7; 10; 13 e 16%), com sete repetições de 20 aves por UE.

De 1 a 21 dias de idade, as aves foram recriadas em galpão de alvenaria, recebendo dieta à base de milho e farelo de soja de acordo com as exigências nutricionais para este período. Aos 21 dias de idade, as aves foram pesadas individualmente e distribuídas uniformemente por faixa de peso, de acordo com a metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2016). Durante todo o período experimental (22 a 42 dias de idade), as aves receberam água e ração *ad libitum* e um programa de iluminação com 24 horas de luz (luz natural e artificial) com uma intensidade 20 lumens m⁻².

As rações experimentais (isoproteicas e isocalóricas) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, mediante a composição dos alimentos e exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2011) para a fase de 22 a 42 dias de idade (Tabela 1) de frangos de corte machos de desempenho superior. Os valores nutricionais do DDGS utilizados se basearam na composição do resíduo avaliado pelo NIRS (91,40% de matéria seca, 24,38% de proteína bruta, 4683 kcal kg⁻¹ de energia bruta, 9,62% de extrato etéreo, 34,32% de fibra em detergente neutro, 12,28% de fibra em detergente ácido e 3,85% de matéria mineral, expressos na matéria natural) e no seu valor de energia metabolizável (2.400 kcal kg⁻¹) obtido em ensaio metabólico para a fase de 14 a 24 dias de idade das aves.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais para frangos de corte de 22 a 42 dias com diferentes inclusões de DDGS

Ingredientes	Níveis de inclusão do DDGS (g/kg)						
	0	10	40	70	100	130	160
Milho grão (7,88%)	608,09	601,40	581,32	561,24	541,16	521,08	501,00
Soja farelo (46%)	310,80	306,58	293,91	281,23	268,56	255,89	243,21
DDGS	0,00	10,00	40,00	70,00	100,00	130,00	160,00
Óleo de soja	42,71	43,64	46,43	49,22	52,01	54,80	57,60
Fosfato monobicálcico	13,16	13,14	13,06	12,99	12,90	12,83	12,75
Calcário calcítico	9,88	9,76	9,42	9,07	8,73	8,39	8,04
Sal comum	4,07	4,08	4,09	4,11	4,13	4,14	4,16
DL-Metionina (98%)	3,05	3,03	2,98	2,92	2,86	2,81	2,75
Bio - Lys (51,7%)	4,40	4,52	4,88	5,24	5,60	5,96	6,32
L-Treonina (99%)	0,87	0,90	0,96	1,02	1,08	1,15	1,21
Cloreto de colina (60%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Suplemento vitamínico ¹	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Suplemento mineral ²	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Salinomicina ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Antioxidante (BHT)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Avilamicina ⁴	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Composição Calculada (g/kg)							
EM (Kcal kg ⁻¹)	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta	195,00	195,00	195,00	195,00	195,00	195,00	195,00
FDN	115,42	117,47	123,58	129,70	135,96	142,07	148,19
FDA	45,65	46,32	48,28	50,23	52,27	54,23	56,19
Cálcio	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58
Fósforo disponível	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54
Sódio	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Lisina digestível	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31
Met+Cis digestível	8,26	8,26	8,26	8,26	8,26	8,26	8,26
Treonina digestível	7,35	7,35	7,35	7,35	7,35	7,35	7,35
Triptofano digestível	2,11	2,10	2,08	2,06	2,03	2,01	1,99
Valina digestível	8,13	8,12	8,11	8,09	8,07	8,06	8,04
Isoleucina digestível	7,43	7,41	7,34	7,28	7,22	7,16	7,10
Arginina digestível	11,92	11,86	11,68	11,49	11,31	11,12	10,94

¹ Premix Vitamínico para aves (Lote BR00014639), Níveis de Garantia por Quilograma de ração: Vit. A (min) 10.800,00UI, Vit. D3 (min) 3.000,00UI, Vit. E (min) 24,00UI, Vit. K3 (min) 3,00mg, Vit. B1 (min) 1,80mg, Vit. B2 (min) 7,20mg, Vit. B6(min) 3,60mg, Vit. B12 (min) 14,40mg. Ácido Pantotênico (min) 14,40mg, Niacina (min) 30,00mg, Ácido Fólico(min) 0,96mg, Biotina (min) 0,07mg, Selênio(min) 0,30mg. ROLIGOMIX² Premix Mineral para aves (Lote BR00013863), Níveis de Garantia por Quilograma de ração: Cobre (min) 10,00mg, Ferro (min) 50,00mg, Manganês (min) 80,00mg, Cobalto (min) 1,00mg, Iodo (min) 1,00mg, Zinco (min) 50,00mg. ³Coxistac 12%. ⁴Surmax 100.

O desempenho zootécnico dos animais foi avaliado aos 42 dias de idade, sendo realizadas as pesagens das aves e das sobras de ração para se determinar o consumo médio de ração (CMR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA). A mortalidade foi registrada

diariamente para a realização das correções no consumo de ração e conversão alimentar, de acordo com Sakomura e Rostagno (2016).

Para avaliação dos parâmetros sanguíneos, aos 42 dias de idade, duas aves por UE, selecionadas ao acaso, foram submetidas a jejum de 6 horas, com posterior colheita de sangue por punção da veia ulnar, utilizando sistema a vácuo com tubos sem anticoagulante, onde após centrifugação por 10 minutos a 3000 rpm, o soro obtido foi armazenado em tubos tipo eppendorf e levados ao freezer a -20°C para posteriores análises.

Foram determinadas as concentrações séricas de colesterol, triglicerídeos, glicose, proteínas totais, albumina, ácido úrico, aspartato aminotransferase e gama glutamiltransferase. As análises foram realizadas utilizando kits comerciais (Elitech) em espectrofotômetro com calibração automática e leitura de alta *performance* (Analisador Bioquímico Flexor EL200).

Aos 42 dias de idade, duas aves por UE, com peso representativo (média $\pm 5\%$) do grupo, foram individualmente pesadas, e então sacrificadas por deslocamento cervical com posterior sangria, depena e evisceração, de acordo com a resolução CFMV nº 1000/2012 (CFMV, 2012) e Instrução Normativa nº3 de 17 de janeiro de 2000 da DSA/MAPA (BRASIL, 2000), que estabelece os Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário. Foram então determinados o peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal, comprimento do intestino delgado e grosso, rendimento de carcaça, de cortes e percentagem de gordura abdominal.

O peso relativo (% do peso vivo) dos órgãos do trato gastrointestinal foi determinado ao relacionar o peso do proventrículo, moela vazia, intestino delgado com digesta, intestino grosso com digesta, pâncreas e fígado sem vesícula biliar, ao peso da ave viva.

Para o rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada sem cabeça, pescoço, pés e gordura abdominal, em relação ao peso da ave viva e para o rendimento dos cortes de peito, pernas e asas, foi considerado o peso da carcaça eviscerada. A percentagem de gordura abdominal (gordura depositada ao redor da moela, abdômen e bolsa cloacal) foi relacionada ao peso da ave viva.

Para avaliação da qualidade da carne, foram utilizadas as amostras do peito (*Pectoralis major*) direito e esquerdo. A determinação do pH foi realizada diretamente no filé do peito direito das aves, 15 minutos e 24 horas “*post mortem*” (OLIVO et al., 2001), com auxílio de um pHmêtro portátil HI 99163.

De modo similar, aferiu-se a coloração da carne do peito 15 min e 24 horas “*post mortem*”, utilizando o colorímetro portátil CR-400 (Konica Minolta), em que foram avaliadas pelo sistema de cor Cielab, as características L* (luminosidade – nível de escuro a claro), a*

(intensidade de vermelho/verde) e b^* (intensidade de amarelo/azul), com duas repetições por ponto, da parte superior do peito.

Com o filé do peito esquerdo das aves, foi mensurada a capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC). A CRA foi realizada de acordo com o método por centrifugação, proposto por Nakamura & Katok (1985). As amostras de aproximadamente 1 g de músculo do peito (*Pectoralis major*) *in natura* foram embrulhadas em papel filtro, centrifugadas a 2000 rpm durante 4 minutos, pesadas, secas em estufa a 70°C por 12 horas e pesadas novamente para o cálculo da CRA.

Para determinação da PPC, os filés de peito foram pesados, embalados em papel laminado e cozidos em chapa elétrica de modelo comercial com aquecimento até 180°C, até atingirem a temperatura interna de 80°C. A seguir, as amostras foram mantidas em repouso até estabilizarem a temperatura ambiente. Novamente, as amostras foram pesadas, obtendo-se assim o peso após o cozimento (HONIKEL, 1998).

A análise de FC foi realizada com os mesmos filés utilizados para PPC. As amostras foram aparadas, cortadas em quatro retângulos na forma de paralelepípedos (1,0 x 1,0 x 4,0 cm) e colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular a lâmina para determinação da força de cisalhamento em quilograma força (kgf cm^{-2}) com o auxílio do equipamento Brookfield CT3 Texture Analyzer, acoplado com a probe TA 3/100, fixture TA – SBA, calibrado com força de 0,01 kg, deformação 20mm e velocidade do teste de $2,5 \text{ mm s}^{-1}$.

Ao término do período experimental foram coletadas amostras da cama em três pontos diferentes de cada UE, evitando-se realizar coletas de áreas próximas e embaixo dos comedouros e bebedouros. Posteriormente, as amostras coletadas foram homogeneizadas e acondicionadas em recipientes individuais para determinação da matéria seca, pH e amônia volatilizada.

A matéria seca foi determinada pelo método 967.03 proposto pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1990), enquanto para o pH da cama, utilizou-se 10 gramas da amostra *in natura* diluída em 100 mL de água deionizada, a qual foi homogeneizada em agitador por 5 minutos e deixada por 30 minutos em repouso para então mensurar o pH através de pHmetro digital (FREITAS et al., 2009).

Para a determinação da amônia volatilizada foram acondicionadas 100 gramas da amostra em recipientes plásticos com tampa, onde foi colocado um coletor universal (50 mL) contendo 10 mL de ácido bórico 2%, cuja função foi captar a amônia volatilizada dentro do recipiente. As amostras da cama foram mantidas dentro do recipiente por 24 horas em temperatura ambiente.

Posteriormente, o ácido bórico foi titulado com ácido sulfúrico 0,05N e a quantidade de amônia volatilizada foi determinada pela equação $A = V \times 0,05 \times 17$, sendo A= amônia volatilizada (mg 100g⁻¹ de amostra); V= volume de ácido sulfúrico utilizado na titulação (mL); 0,05= normalidade do ácido sulfúrico e 17= peso molecular da amônia (SAMPAIO et al., 1999; FREITAS et al., 2011).

Utilizando o programa estatístico Sistema para Análise Estatísticas e Genéticas (SAEG – UFV, 2000) submeteu-se os dados coletados a análise de variância (P<0,05) e posterior regressão polinomial (P<0,05) em função dos níveis do DDGS, excluindo a ração basal (0% DDGS). Adicionalmente, utilizou-se o teste de Dunnett (P<0,05) a fim de comparar a ração controle com os demais tratamentos.

4.3 Resultados e discussão

Os níveis de inclusão do DDGS na alimentação de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade não influenciaram (P>0,05) o desempenho (ganho de peso, consumo médio de ração e nem a conversão alimentar) das aves (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	GP (g)	CMR (g)	CA (g/g)
Controle (0,00)	2007	3078	1,534
1,0	2054	3118	1,519
4,0	2014	3104	1,541
7,0	2002	3133	1,565
10,0	1987	3076	1,548
13,0	2023	3120	1,543
16,0	1999	3092	1,548
Anova (Dunnett)			
Média	2012±56,60	3103±66,15	1,543±0,03
CV (%)	2,81	2,13	1,70
EPM	8,17	9,55	0,004
P	0,437	0,607	0,065
Anova (Regressão)			
Média	2013±58,39	3107±65,53	1,544±0,03
CV (%)	2,93	2,16	1,81
EPM	9,22	10,48	0,004
P	0,372	0,662	0,089

GP= ganho de peso; CMR= consumo médio ração; CA= conversão alimentar.

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade.

O fato da inclusão de DDGS não ter influenciado o desempenho das aves pode ser atribuído ao adequado balanço nutricional da dieta, em que foi levado em consideração a necessidade da suplementação com aminoácidos industriais (metionina, lisina e treonina) (YOUSSEF et al., 2008, SHIN et al., 2011), visto que o DDGS de milho possui um perfil de aminoácidos inferior ao do farelo de soja, não somente por refletir as características do grão que lhe deu origem, mas, principalmente pelos processamentos utilizados em sua aquisição, que influenciam diretamente seu balanceamento aminoacídico (ABDEL-RAHEEM et al., 2011; U.S. GRAINS COUNCIL, 2012).

Assim, os resultados do presente estudo evidenciam que rações com até 16% de DDGS podem ser elaboradas para aves em fase de crescimento e terminação quando as dietas são adequadamente balanceadas em uma base de aminoácidos digestíveis, uma vez que a inclusão do coproduto reduziu em 21,86% o emprego do farelo de soja e em 17,60% do grão de milho em relação a dieta sem o DDGS e não afetou o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar dos animais.

Todavia, resultados divergentes foram relatados por Schone et al. (2017), onde ao alimentarem frangos de corte de 22 a 42 dias de idade com dietas contendo DDGS de milho em níveis superiores aos utilizados nesse estudo (0, 5, 10, 15 e 20%), observaram queda no ganho de peso e no consumo de ração e elevação na conversão alimentar em todos os níveis de inclusão do coproduto. De acordo com os autores, os efeitos adversos no desempenho podem ser atribuídos a diminuição do farelo de soja na dieta (22%) com o aumento dos níveis de DDGS, podendo ter levado ao desbalanço de aminoácidos essenciais na formulação, mesmo com inclusão de aminoácidos industriais.

Esses fatos demonstram a necessidade de padronização nas técnicas de produção e aquisição do DDGS, já que as variações no processamento podem interferir em sua qualidade e composição nutricional, gerando resultados contraditórios.

Os parâmetros sanguíneos para proteínas totais (PT), ácido úrico (AU) e gama glutamiltransferase (GGT) não foram influenciados ($P>0,05$) pela inclusão de DDGS na alimentação das aves (Tabela 3).

Porém, observou-se efeito quadrático ($P=0,025$) para colesterol (COL) com concentração estimada de $141,10 \text{ mg dL}^{-1}$, pela inclusão de 6,30% de DDGS, já em relação ao tratamento controle, houve maior concentração para o parâmetro em questão ($P=0,020$) pela inclusão de 16% de DDGS.

Tabela 3. Parâmetros sanguíneos de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	COL (mg dL ⁻¹)	TAG (mg dL ⁻¹)	GLI (mg dL ⁻¹)	PT (g dL ⁻¹)	ALB (g dL ⁻¹)	AU (mg L ⁻¹)	AST (UI L ⁻¹)	GGT (UI L ⁻¹)
0,0 (controle)	129,21	33,50	242,08	3,71	1,75	49,66	182,07	30,93
1,0	149,71	36,93	289,86*	4,06	1,79	39,96	149,79	32,29
4,0	146,64	41,43	291,57*	4,02	1,90	51,50	160,86	36,57
7,0	139,07	37,57	283,29*	4,02	1,86	46,33	173,50	31,79
10,0	147,36	41,14	289,43*	3,91	1,77	42,82	154,21	29,50
13,0	146,79	44,14*	285,00*	3,95	1,69	46,54	160,93	29,07
16,0	168,00*	46,00*	302,71*	4,12	2,03*	56,10	230,79*	32,07
Anova (Dunnett)								
Média	146,24±19,56	39,85±6,70	284,27±24,36	3,98±0,30	1,83±0,17	47,34±10,45	173,16±43,55	31,75±6,71
CV (%)	13,38	16,80	8,57	7,49	9,06	22,07	25,15	21,13
EPM	2,82	0,98	3,55	0,04	0,02	1,54	6,22	0,96
P	0,020	0,006	<0,001	0,283	0,001	0,078	0,004	0,477
Anova (Regressão)								
Média	149,15±19,05	40,96±6,24	290,44±18,95	4,01±0,29	1,84±0,17	47,00±10,20	171,68±44,24	31,88±6,57
CV (%)	12,77	15,22	6,52	7,30	9,39	21,70	25,77	20,62
EPM	2,98	0,99	2,96	0,05	0,03	1,61	6,83	1,01
P	0,027	0,018	0,243	0,498	0,173	0,079	0,003	0,421
Linear	0,070	0,935	0,245	0,256	0,166	0,811	0,254	0,442
Quadrático	0,025 ¹	0,496	0,154	0,241	0,099	0,416	0,052	0,633

COL= colesterol; TAG= triglicerídeos; GLI= glicose; PT= proteínas totais; ALB= albumina; AU= ácido úrico; AST= aspartato aminotransferase; GGT= gama glutamiltransferase;

g/L= gramas por litro; mg dL= miligramas por decilitro; UI= unidades internacionais por litro.

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade; análise de regressão sem a inclusão do tratamento controle; médias seguidas de * na mesma coluna, diferem do controle ao nível de 5% de significância pelo teste de Dunnett.

¹ COL= 0,2927005*DDGS² - 4,0403340*DDGS + 155,0434928 (R²= 0,17)

Da mesma forma, a concentração sérica dos triglicerídeos (TAG) aumentou com a inclusão de 13 e 16% de DDGS ($P=0,006$), assim como também os valores de glicose (GLI) foram maiores com o uso de 1, 4, 7, 10, 13 e 16% do coproduto ($P<0,001$) em relação a dieta isenta do coproduto.

As elevações desses valores podem ser consideradas incomuns pelo fato de se utilizar um coproduto fibroso que pode conter em torno de 6% de fibra solúvel e 35% de fibra insolúvel (STEIN; SHURSON, 2009). Sabe-se que a primeira fração atua regulando a digestão e absorção intestinal, retardando o esvaziamento gástrico e promovendo a redução na absorção de colesterol e lipídeos a nível intestinal, evitando ainda a elevação da glicemia (SAVÓN, 2002; GOULART et al., 2016). Já a fração insolúvel, aumenta o volume fecal, diluindo nutrientes e reduzindo sua absorção por acelerar o trânsito gastrointestinal (GUTKOSKI; TROMBETA, 1999).

Assim, pelas características de suas frações, a fibra alimentar tem sido considerada fator limitante na dieta dos animais monogástricos por comprometer a ingestão voluntária e o aproveitamento dos nutrientes (MATEOS et al., 2012; STUANI et al., 2016). Contudo, esses fatos não foram observados no presente estudo, já que o emprego do DDGS, mesmo sendo um coproduto fibroso, não afetou o desempenho das aves (Tabela 2), podendo aferir que a elevação nas concentrações de COL, TAG e GLI são resultado do acréscimo na utilização de óleo pelo aumento dos níveis de DDGS na dieta.

O uso de 16% de DDGS também influenciou as concentrações de albumina (ALB) ($P=0,001$) e de aspartato aminotransferase (AST) ($P=0,004$), em que se observou aumento para esses parâmetros quando comparados ao tratamento sem o coproduto (Tabela 3).

A ALB é considerada importante indicativo da saúde hepática nas aves pelo fígado ser o órgão onde ocorre a sua síntese (SCHMITED et al., 2007). Já a AST é uma enzima com ampla distribuição tecidual, apresentando alta atividade no fígado e no músculo, o que leva a aferir que alterações nas concentrações séricas dessa enzima possam indicar distúrbios nesses tecidos, mesmo que seja necessário mensurar juntamente com uma enzima músculo-específica para poder diferir se são danos hepáticos ou musculares (SCHMITED et al., 2007).

Através da interpretação conjunta desses parâmetros, é possível estipular que os maiores níveis de inclusão do DDGS de alguma forma provocaram alterações na funcionalidade cardiovascular e hepáticas das aves, em que essas elevadas concentrações podem ter sido provável indicativo de insuficiência cardíaca e hepática, ao passo que não há como se afirmar, visto que não foi realizada nenhuma análise nessas aves no momento da coleta do sangue.

O peso relativo do proventrículo, moela, pâncreas, intestino delgado, intestino grosso, bem como o comprimento dos intestinos não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 4). Contudo, observou-se menor peso relativo do fígado das aves ($P<0,046$) que receberam ração contendo 1% de DDGS em relação a dieta sem o coproduto.

O peso dos órgãos internos tem sido amplamente considerado na avaliação do desempenho dos animais. Nas aves, o fígado é considerado o mais relevante por estar envolvido em uma gama diversificada de funções essenciais, participando dos processos de digestão e de absorção intestinal por meio da síntese dos ácidos biliares, além de possuir importante papel no metabolismo dos carboidratos e das proteínas, podendo responder com alteração em seu peso e em suas atividades metabólicas frente a modificações do meio ambiente e das dietas a qual as aves são submetidas (JAENSCH, 2000; BARBOSA et al., 2010).

Assim, supõe-se que a inclusão de DDGS possa ter provocado alterações no peso do fígado por promover a redução em sua atividade metabólica, resultando em menor peso relativo do órgão (BARBOSA et al., 2010; MATEOS et al., 2012), mas, como não foram realizadas análises químicas e histológicas no fígado, não tem como se determinar as causas dessa redução.

Em estudo para avaliar o peso relativo do fígado de aves com 28 dias de idade que foram alimentadas com DDGS (0, 7,5, 15, 22,5, 30%), Loar et al. (2010) também observaram a diminuição do órgão de acordo com o aumento das concentrações do coproduto, em que especularam que os níveis elevados de DDGS poderiam ter provocado a atrofia no órgão ou um subacúmulo de glicogênio por unidade de área do fígado.

Tabela 4. Peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal e comprimento do intestino delgado e intestino grosso de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	Proventrículo (%)	Moela (%)	Fígado (%)	Pâncreas (%)	Intestino Delgado (%)	Intestino Grosso (%)	Intestino Delgado (cm)	Intestino Grosso (cm)
0,0 (controle)	0,28	1,29	1,95	0,20	3,11	0,69	167,52	24,57
1,0	0,28	1,24	1,73*	0,19	2,75	0,74	161,43	26,39
4,0	0,27	1,21	1,76	0,19	3,19	0,68	169,89	25,32
7,0	0,25	1,30	1,97	0,19	3,59	0,74	173,28	25,78
10,0	0,26	1,24	1,77	0,20	3,26	0,60	167,68	24,50
13,0	0,28	1,28	1,74	0,20	3,28	0,58	169,82	23,21
16,0	0,27	1,15	1,78	0,21	3,45	0,69	174,89	25,18
Anova (Dunnett)								
Média	0,27±0,02	1,25±0,11	1,82±0,19	0,20±0,02	3,22±0,80	0,67±0,15	169,22±17,88	24,99±2,22
CV (%)	8,502	9,02	10,33	11,27	24,74	21,78	10,57	8,88
EPM	0,003	0,02	0,03	0,003	0,12	0,02	2,58	0,32
P	0,294	0,192	0,046	0,664	0,605	0,228	0,876	0,160
Anova (Regressão)								
Média	0,27±0,02	1,24±0,12	1,79±0,18	0,20±0,02	3,26±0,84	0,67±0,15	169,50±18,82	25,07±2,26
CV (%)	8,78	9,14	10,34	11,63	26,04	21,93	11,24	9,08
EPM	0,004	0,02	0,03	0,004	0,13	0,02	2,98	0,36
P	0,382	0,211	0,137	0,631	0,569	0,150	0,837	0,127

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade; médias seguidas de * na mesma coluna diferem do controle ao nível de 5% de significância pelo teste de Dunnett.

A inclusão de DDGS na alimentação dos frangos de corte não influenciou ($P>0,05$) o rendimento de carcaça, peito, perna, asa e nem a percentagem de gordura abdominal aos 42 dias de idade das aves (Tabela 5).

Esses resultados são reflexos de um adequado aporte nutricional das dietas experimentais, além do uso de aminoácidos essenciais, que atuaram melhorando o balanço aminoacídico, a utilização dos nutrientes e, por conseguinte, a qualidade da carcaça (FANCHER; JENSEN, 1989; TRINDADE NETO et al., 2009). Desta forma, quando as dietas são corretamente balanceadas, o DDGS pode ser utilizado até o nível de 16% sem que haja efeitos adversos sobre o rendimento de carcaça e nem sobre o rendimento dos principais cortes.

Tabela 5. Rendimento de carcaça, de cortes e gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	Carcaça (%)	Peito (%)	Perna (%)	Asa (%)	Gordura Abdominal (%)
0,0 (controle)	71,97	40,63	28,82	10,14	1,16
1,0	72,62	41,84	29,05	10,32	1,18
4,0	72,19	41,29	28,57	10,17	1,25
7,0	71,35	39,42	28,87	10,44	1,20
10,0	72,43	41,18	28,86	10,13	1,23
13,0	71,84	41,29	28,68	10,44	1,27
16,0	71,52	40,39	29,07	10,25	1,35
Anova (Dunnett)					
Média	71,99±1,57	40,86±2,01	28,84±0,91	10,27±0,43	1,23±0,25
CV (%)	2,18	4,92	3,14	4,14	20,35
EPM	0,23	0,29	0,13	0,06	0,04
P (Dunnett)	0,753	0,370	0,952	0,659	0,839
Anova (Regressão)					
Média	71,99±1,66	40,90±2,14	28,85±0,95	10,29±0,44	1,25±0,26
CV (%)	2,30	5,26	3,34	4,32	20,92
EPM	0,26	0,34	0,15	0,07	0,04
P	0,687	0,349	0,922	0,693	0,869

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade.

Os níveis de inclusão do DDGS na alimentação dos frangos de corte não influenciaram ($P>0,05$) o pH aferido 15 minutos e 24 horas após o abate, bem como a capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e a força de cisalhamento (FC) (Tabela 6).

Tabela 6. Qualidade da carne do peito de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	pH 15' <i>post mortem</i>	pH 24h <i>post mortem</i>	CRA (%)	PPC (%)	FC (kgf)
0,0 (controle)	6,41	5,96	51,50	27,41	3,10
1,0	6,41	6,00	52,58	26,95	3,22
4,0	6,41	6,02	51,68	27,73	3,02
7,0	6,35	5,98	51,79	27,35	3,45
10,0	6,40	6,02	51,09	28,39	2,91
13,0	6,35	6,02	50,19	27,98	2,90
16,0	6,38	6,04	51,05	27,07	2,85
Anova (Dunnett)					
Média	6,39±0,16	6,01±0,07	51,41±2,37	27,56±2,25	3,06±0,70
CV (%)	2,48	1,13	4,61	8,17	22,96
EPM	0,02	0,01	0,34	0,33	0,10
P (Dunnett)	0,977	0,315	0,673	0,915	0,701
Anova (Regressão)					
Média	6,39±0,15	6,02±0,07	51,40±2,43	27,58±2,18	3,06±0,71
CV (%)	2,40	1,12	4,78	7,91	23,30
EPM	0,02	0,01	0,38	0,34	0,11
P (Regressão)	0,954	0,642	0,585	0,827	0,588

CRA= capacidade de retenção de água; PPC= perda de peso por cocção; FC= força de cisalhamento; CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade.

Entre os parâmetros avaliados, o pH é fator determinante na qualidade do produto final, pois as propriedades funcionais da carne são decorrentes das reações glicolíticas *post mortem* que resultam em sua redução (ALVES et al., 2016), influenciando na CRA, PPC, textura e coloração da carne (KOMIYAMA et al., 2009).

No entanto, para o mercado consumidor, os mais importantes atributos que indicam uma carne de qualidade são a textura (maciez) e aparência (cor), pois tem maior influência sobre sua escolha inicial e a satisfação final (FLETCHER, 2002).

Nesse aspecto, a textura relaciona-se com o teor de água intramuscular e portanto, na CRA, assim, quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior será a maciez da carne, a qual pode ser classificada em extremamente macia (abaixo de 3,62 kgf), ligeiramente macia a ligeiramente duro (6,62 a 9,60 kgf) e extremamente dura (acima de 12,60 kgf) (RAMOS; GOMIDE, 2007), logo, pela média dos valores obtidos nesse estudo (3,06 kgf) pode-se considerar a textura da carne do peito como extremamente macia.

Já em relação a coloração da carne do peito, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) nas variáveis luminosidade (L^*), teor de vermelho (a^*) e teor de amarelo (b^*), analisadas 15 minutos após o abate, assim também para as mensurações

realizadas após 24 horas, em que L* e b*, não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos, todavia, os valores de a* apresentaram efeito quadrático ($P=0,006$) com valor estimado de 6,04 pela inclusão máxima de 8,37% de DDGS (Tabela 7).

Tabela 7. Coloração da carne do peito de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS	15 minutos <i>post mortem</i>			24 horas <i>post mortem</i>		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0,0 (controle)	48,32	4,48	7,15	54,06	5,42	9,04
1,0	48,84	4,80	7,84	53,15	5,08	8,56
4,0	49,66	5,02	7,65	53,36	5,15	8,72
7,0	47,06	5,12	7,30	51,37	5,58	8,22
10,0	49,30	5,88	8,40	52,32	6,39	9,20
13,0	49,80	5,14	8,28	53,48	5,93	9,64
16,0	48,89	3,73	7,75	54,05	4,31	9,07
Anova (Dunnett)						
Média	48,84±3,12	4,88±1,32	7,77±1,57	53,11±2,59	5,41±1,33	8,92±1,25
CV (%)	6,37	26,94	20,63	4,88	24,58	13,95
EPM	0,45	0,19	0,23	0,37	0,19	0,18
P (Dunnett)	0,732	0,086	0,740	0,438	0,089	0,455
Anova (Regressão)						
Média	48,93±3,28	4,95±1,34	7,87±1,54	52,95±2,61	5,41±1,30	8,90±1,27
CV (%)	6,70	27,17	19,52	5,00	24,27	14,32
EPM	0,51	0,21	0,24	0,41	0,21	0,20
P	0,695	0,079	0,802	0,469	0,041	0,367
	-	-	-	-	0,006 (Q) ¹	-

L*= luminosidade; a*= teor de vermelho; b*= teor de amarelo.

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade; análise de regressão sem a inclusão do tratamento controle.

¹a*24h= - 0,0239222*DDGS² + 0,399926*DDGS + 4,36500 (R²= 0,17)

A coloração da carne das aves é fortemente influenciada por pigmentos carotenoides presentes na ração, já que esses compostos, por não serem sintetizados no organismo desses animais se tornam importantes componentes dietéticos, não somente pelo fato das aves o utilizarem para pigmentação, mas também por desempenharem papel crítico em diversos processos biológicos, atuando como precursores na síntese de vitamina A, antioxidantes fisiológicos e melhoradores do sistema imunológico (PEREZ-VENDRELL et al., 2001; YEUM et al., 2009; SALIM et al., 2010; TANGENDJAJA; WINA, 2011; KAULMANN; BOHN, 2014).

Sabe-se que o DDGS de milho, devido ao grão que o origina, representa boa fonte de carotenoides (SALIM et al., 2010; TANGENDJAJA; WINA, 2011), o que provavelmente

pode ter influenciado o teor de vermelho da carne (a*), ao passo que não se pode afirmar, já que não foram realizadas nenhuma análise para determinar a concentração de carotenoides no DDGS e nem nas rações experimentais.

As variáveis inerentes a qualidade da cama (matéria seca, pH e amônia volatilizada) não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de DDGS utilizados na alimentação dos frangos de corte (Tabela 8).

Tabela 8. Qualidade da cama de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)

Inclusão DDGS (%)	Matéria seca (%)	pH	Amônia volatilizada (mg/100g ⁻¹)
0,00 (controle)	56,00	8,98	2,42
1,00	56,83	8,89	3,64
4,00	56,41	9,01	2,55
7,00	57,95	8,89	2,88
10,00	55,47	8,94	3,59
13,00	59,50	9,01	3,08
16,00	57,71	8,88	2,51
Anova (Dunnett)			
Média	57,12±3,79	8,94±1,17	2,96±1,05
CV (%)	6,60	1,89	35,31
EPM	0,55	0,02	0,15
P (Dunnett)	0,620	0,506	0,127
Anova (Regressão)			
Média	57,31±3,82	8,94±0,18	3,05±1,10
CV (%)	5,75	1,98	36,06
EPM	0,52	0,03	0,17
P (Regressão)	0,468	0,485	0,241

CV= coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade.

A determinação da qualidade da cama é de fundamental importância, por influenciar na saúde e conseqüentemente na produtividade das aves, uma vez que o uso de cama para frangos, tem a finalidade de proporcionar conforto aos animais por evitar o seu contato direto com o piso, servindo assim de substrato para absorção de água e incorporação das excretas, além de proporcionar isolamento térmico e contribuir para reduzir a incidência de lesões no peito, joelho e coxim plantar das aves (OLIVEIRA et al., 2004; SHEPHERD; FAIRCHILD, 2010; FREITAS et al., 2011).

Nesse aspecto, mesmo que a qualidade da cama não tenha sido influenciada pelo uso do DDGS na alimentação das aves, El-Hack et al. (2015) relatam que a inclusão desse coproduto na dieta desses animais pode contribuir para menor volatilização da amônia no aviário, por causa do seu teor de fibra, que não é hidrolisada no intestino delgado, passando por processos

fermentativos no intestino grosso, favorecendo a produção de ácidos graxos voláteis de cadeia curta, promovendo redução do pH das excretas. Com o pH da excreta reduzido, ocorre maior conversão de amônia (volátil) em amônio (não volátil), que tem menor efeito nocivo sobre a qualidade do ar do aviário (BABCOCK et al., 2008; BREGENDAHL et al., 2008; SANTOS et al., 2012).

4.4 Conclusão

Os grãos secos de destilaria com solúveis podem ser incluídos até o nível de 16% na alimentação dos frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, sem efeitos adversos sobre o desempenho, rendimento de carcaça, cortes e qualidade da cama das aves.

4.5 Referências bibliográficas

- 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, n.12, p. 952-958, 2011.
- ABUDABOS, A.M.; AL-ATIYAT, R.M.; STANLEY, D. et al. The effect of corn distiller's dried grains with solubles (DDGS) fortified with enzyme on growth performance of broiler. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 26, p.21412-21421, 2017.
- ALBUQUERQUE, D. M. N.; LOPES, J.B.; KLEIN JUNIOR, M.H. et al. Resíduo desidratado de cervejaria para suínos em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.465-472, 2011.
- ALVES, M.G.M.; ALBUQUERQUE, L.F.; BATISTA, A.S.M. Qualidade da carne de frangos de corte. **Ciências Agrárias**, v.17, n.2, p.64-86, 2016.
- AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G. Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.50, p.366–375, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. 2018 **Relatório anual 2018**. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>> Acesso em: 12/11/2018.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed., Arlington: Virginia, 1990.
- BABCOCK, B.A.; HAYES, D.J.; LAWRENCE, J.D. **Using distillers grains in the U.S. and international livestock and poultry industries**. 1.ed. Iowa: Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center, 2008, 256p.
- BARBOSA, A.A.; MÜLLER, E.S.; MORAES, G.H.K. et al. Perfil da aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase e biometria do fígado de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.308-312, 2010.
- BAREKATAIN, M.R.; ANTIPATIS, C.; CHOCT, M. et al. Interaction between protease and xylanase in broiler chicken diets containing sorghum distillers' dried grains with solubles. **Animal Feed Science and Technology**, v.12, p.71-81, 2013.
- BRASIL. Instrução Normativa nº03, de 17 de janeiro de 2000. **Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização Para o Abate Humanitário de Animais de Açougue**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2007.
- BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S.A.; KERR, B. et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan and valine relative to lysine for white

- leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.744-758, 2008.
- CARNEIRO, A.P.M.; PASCOAL, L.A.F.; WATANABE, P.H. et al. Farelo de babaçu em rações para frangos de corte na fase final: desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.1, p.40-47, 2009.
- CARR, L.E., WHEATON, F.W., DOUGLAS, L.W. Empirical models to determine ammonia concentrations from broiler chicken litter. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v.33, n.4, p.1337-1342, 1990.
- CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA - CFMV. Resolução N° 1.000 de 11 de maio de 2012. 2012a. dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais e dá outras providências. Publicada no DOU de 17/05/2012, Seção 1, p.124-125. 2012.
- CONTRERAS-CASTILLO, C.J. Qualidade de carcaça e carne de aves In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., São Pedro, 2001. **Anais...** Campinas: ITAL, 2001. P.160-178.
- COZANNET, P.; PRIMOT, Y.; GANDY, C. et al. Energy value of wheat distillers grains with solubles for growing pigs and adult sows. **Journal of Animal Science**, v.88, p.2382-2392, 2010.
- DUNBAR, M.R.; GREGG, M.A.; CRAWFORD, J.A. et al. Normal hematologic and biochemical values for prelaying greater sage grouse (*Centrocercus urophasianus*) and their influence on chick survival. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v.36, n.3, p.422-429, 2005.
- EL-HACK, M.E.A.; ALAGAWANY, M.; FARAG, M.R. et al. Use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in laying hen diets: Trends and advances. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.10, n.11, p.690-707, 2015.
- FANCHER, B.; JENSEN, L.S. Influence on performance of three to six-week old broilers of varying dietary protein contents with supplementation of essential amino acid requirements. **Poultry Science**, v.68, p.113-123, 1989.
- FLETCHER, D.L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, v.58, n.2, p.131-145, 2002.
- FREITAS, L.W.; GARCIA, R.G.; NAAS, I.A. et al. Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.5, n.3, p.142-151, 2011.
- FREITAS, L.W.; ORRICO, A.C.A.; GARCIA, R.G. et al. Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama de frango. In: 27ª CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Santos. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia avícolas, 2009.

- FURLAN, R. L.; MALHEIROS, R. D.; MORAES, V. M. B. et al. Efeito da densidade de alojamento e da temperatura ambiente sobre a temperatura corporal de frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.2, p.62-62, 2000.
- GOULART, F.R.; ADORIAN, T.J.; MOMBACH, P.I. et al. Importância da fibra alimentar na nutrição de animais não ruminantes. **Revista de Ciência e Inovação do IF Farroupilha**, p. 141-154, 2016.
- GUTKOSKI, L. C.; TROMBETTA, C. Avaliação dos teores de fibra alimentar e de beta-glicanas em cultivares de aveia (*Avena sativa* L). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.19, n.3, p.387-390, 1999.
- HARR, K. E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. **Veterinary Clinical Pathology**, v. 31, n. 3, p. 140–151, 2002.
- HOCHLEITHNER, M. **Biochemistries**. In: RITCHIE et al. **Avian medicine: principles and application**. Florida, Wingers, Cap.11, p.223-245,1994.
- HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Journal Meat Science**, v.49, p.447-457, 1998.
- JAENSCH, S. Diagnosis of avian hepatic disease. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v.9, n.3, p.126-135, 2000.
- KAULMANN, A.; BOHN, T. Carotenoids, inflammation, and oxidative stress—implications of cellular signaling pathways and relation to chronic disease prevention. **Nutrition Research**, p.1-23, 2014.
- KOMIYAMA, C.M.; MENDES, A.A.; TAKAHASHI, S.E. et al. Características qualitativas de produtos elaborados com carne de frango pálida e normal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.1, p.38-45, 2009.
- LOAR, R.E.; MORITZ, J.S.; DONALDSON, J.R. et al. Effects of feeding distillers dried grains with solubles to broilers from 0 to 28 days posthatch on broiler performance, feed manufacturing efficiency, and selected intestinal characteristics. **Poultry Science**, v. 89, p.2242-2250, 2010.
- LUMEIJ, J.T. Avian Clinical Biochemistry. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals** 5 ed. San Diego, Academic Press, 1997. 932p.
- 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.
- MATEOS, G.G.; MORENO-JIMÉNEZ, E.; SERRANO, M.P. et al. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.21, p.156-174, 2012.

- NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTA, M. Y.; BARACHO, M. S.; et al. Qualidade da cama de frango em aviário convencional e em tipo túnel. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.1, n.2, p.103-115, 2007.
- NAKAMURA, M.; KATOK, K. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. **Bulletin of Ishika Prefecture College of Agriculture**, v.11, p.45-49, 1985.
- NUNES, R.V.; POZZA, P.C., NUNES, C.G.V. et al. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1217-1224, 2005.
- OLIVEIRA, M. C.; FERREIRA H. A.; CANCHERINI L. C. Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.4, p.536-541, 2004.
- OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I. et al. Dietary vitamin e inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n.4, p.271-283, 2001.
- PEREZ-VENDRELL, A.M.; HERNANDEZ, J.M.; LLAURADO, L. et al. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science**, v.80, p.320-326, 2001.
- RAJMAN, M.; JURÁNI, M.; LAMOSOVA, D. et al. The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, n. 145, p. 363-371, 2006.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**, 1.ed. Viçosa:UFV, 2007. 599 p.
- ROSTAGNO, S.H.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa:UFV, 2011, 252p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2016, 262p.
- SALIM, H.M.; KRUK, Z.A.; LEE, B.D. Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: A review. **World's Poultry Science Journal**, v.66, p.411-432, 2010.
- SAMPAIO, M.A.P.N.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; SAMPAIO, A.A.M. et al. Estudo da população microbiana e da liberação de amônia da cama de frangos tratada com gesso agrícola. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, p.559-564, 1999.
- SANTOS, M.J.B.; SAMAY, A.M.A.T.; SILVA, D.A.T.; et al. Manejo e tratamento de cama durante a criação de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 3, p.1801 - 1815, 2012.

- SAVÓN, L. Alimentos altos em fibra para espécies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos em la fisiología digestiva. **Revista Cubana de Ciência Agrícola**, v.36, n.2, p.91-102, 2002.
- SCHMIDT, E.M.S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E. et al. Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v 12, n.3. p.9-20, 2007.
- SCHONE, R.A.; NUNES, R.V.; FRANK, R. et al. Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte (22-42 dias). **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n3, p.548-557, 2017.
- SHEPHERD, E.M.; FAIRCHILD, B.D. Footpad dermatitis in poultry – a review. **Poultry Science**, v.89, p.2043–2051, 2010.
- SHIN, E. C.; SHURSON, G. C.; GALLAHER, D. D. Antioxidant capacity and phytochemical content of 16 sources of corn distillers dried grains with solubles (DDGS). **Animal Nutrition**, p. 1-7, 2018.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 235 p.
- 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**, v.7, n.4, 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. **Revista Nativa**, v.4, n.2, p.116-120, 2016.
- SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.64, p.257-266, 2008.
- TANGENDJAJA, B.; WINA, E. Feeding value of low and high protein dried distillers grains and corn gluten meal for layer. **Media Peternakan**, v.34, n.2, p. 133-139, 2011.
- TRINDADE NETO, M.A.; TAKEARA, P.; TOLEDO, A.L. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.508-514, 2009.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA- UFV. **Sistema de análise estatística e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000, 142p.
- US GRAINS COUNCIL. **A guide to Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS)**. U.S. Grains Council DDGS User Handbook. 3.ed. Washinton DC, USA, 2012, 406p.
- YEUM, K.J.; ALDINI, G.; RUSSELL, R.M, KRINSKY, N.I. Antioxidant/Pro-oxidant actions of carotenoids. **In: BRITTON, G.; PFANDER, H.; LIAAEN-JENSEN, S (Ed.) Carotenoids**, 5.ed. Birkh:auser, 2009. p. 235-268.

YOUSSEF, I.M.I.; WESTFAHL, C.; SUNDER, A. et al. Evaluation of dried distillers' grains with solubles (DDGS) as a protein source for broilers. **Archives of Animal Nutrition**, v. 62, n.5, p.404-414, 2008.