

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

RODRIGO ANDRÉ SCHÖNE

RESÍDUO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) NA
ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2015

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

RODRIGO ANDRÉ SCHÖNE

RESÍDUO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) NA
ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2015

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

RODRIGO ANDRÉ SCHÖNE

**RESÍDUO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS (DDGS) NA
ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Marechal Cândido Rondon, _____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes - Orientador

Prof Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho - Membro

Profª. Dra. Cinthia Eyng - Membro

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ), pela oportunidade concedida e pela qualidade de ensino apresentada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa durante os anos de 2013 e 2014.

Ao Professor Dr. Ricardo Vianna Nunes, pelos ensinamentos, amizade, confiança na orientação deste trabalho e acima de tudo por acreditar no meu desenvolvimento acadêmico.

Aos amigos da UNIOESTE: Rafael Frank, Tiago Rafael Hofferber, Douglas Fernando Bayerle, Taciana Maria Moraes de Oliveira, Carina Scherer, Marlon Rafael Luft, André Rodrigo Carlett e Idiana Mara da Silva.

Muito Obrigado!

BIOGRAFIA

RODRIGO ANDRÉ SCHÖNE, filho de Iloi e Ivonete Schöne, nasceu em Marechal Cândido Rondon -PR, no dia 28 de setembro de 1987.

Em fevereiro de 2003, iniciou curso de Técnico em Agropecuária pelo Centro de Educação Profissional Campo Erê, cidade de Campo Erê – Santa Catarina, obtendo o título de Técnico em Agropecuária em agosto de 2006.

Em março de 2007, iniciou o curso de Graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, obtendo o título de “Bacharel em Zootecnia” em dezembro de 2011.

Em março de 2012, iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia – *Stricto Sensu* nível de Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de Não-Ruminantes, submetendo-se aos exames finais de defesa de dissertação em janeiro de 2015.

RESUMO

SCHÖNE, RODRIGO ANDRÉ. Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, janeiro de 2015. **Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte.** Orientador: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

O objetivo deste trabalho foi determinar o valor energético e a digestibilidade de aminoácidos do resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS), e avaliar o efeito da inclusão do DDGS sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. Foram realizados dois experimentos, no primeiro foi realizado um ensaio biológico de coleta total de excretas com o objetivo de calcular os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), bem como o coeficiente de metabolizabilidade da energia metabolizável aparente (CMA) e CMA corrigida para o balanço de nitrogênio (CMAAn). Foram utilizados 48 frangos de corte machos da linhagem Cobb, de 21 dias de idade, com peso médio de $932g \pm 45g$. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos, sendo um a ração referência (RR) e outro com 20% de DDGS, com 6 repetições, totalizando 12 unidades experimentais com 4 aves cada. Ao término do experimento, foram determinadas a quantidade de ração consumida por unidade experimental e a quantidade total de excretas produzidas. Por meio dos resultados das análises laboratoriais foram calculados os valores de EMA, EMAn, CMA e CMAAn. Em um segundo ensaio, foram utilizados 12 galos adultos Leghorn, cecectomizados, com peso médio de $1.912,1 \pm 133,73 g$, utilizando a técnica de alimentação forçada. Seis aves ingeriram o alimento teste (DDGS) e seis aves foram mantidas em jejum para determinar as perdas endógenas e metabólicas empregadas no cálculo dos coeficientes de digestibilidade verdadeira. Obtidos os valores de aminoácidos ingeridos e excretados e conhecendo-se a fração endógena e metabólica, foram determinados os coeficientes de digestibilidade de cada aminoácido. Os valores de EMA, EMAn, CMA e CMAAn, para o DDGS obtidos no presente trabalho foram de 2.461kcal/kg, 2.282kcal/kg, 51,37% e 47,63%, respectivamente. Os valores de aminoácidos totais variam de 0,180% a 3,370%, para triptofano e leucina, respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade variaram entre 89,17% (lisina) a 97,01% (leucina). No segundo experimento, foram utilizados 900 frangos de corte, com 21 dias de idade, da linhagem Cobb Slow, divididos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×5 , totalizando 10 tratamentos (5 níveis de inclusão de DDGS e 2 sexos), com cinco repetições e 18 aves por unidade experimental. Os níveis de DDGS estudados foram 0; 5;

10, 15 e 20% de inclusão nas rações experimentais. Aos 35 e 45 dias de idade, as aves foram pesadas, assim como as sobras de ração, para obtenção das variáveis de desempenho. Aos 45 dias de idade, foi avaliado o rendimento de carcaça. Não houve interação ($P>0,05$) entre sexo e níveis de inclusão do DDGS sobre o desempenho das aves de 21 a 35 dias. O consumo de ração foi maior ($P<0,05$) para os machos, entretanto, o nível de inclusão de DDGS não afetou ($P>0,05$) o consumo das aves. O ganho de peso reduziu ($P<0,05$), entretanto, a conversão alimentar melhorou até a inclusão de 3,27% de DDGS. Não houve interação ($P>0,05$) entre sexo e níveis de inclusão do DDGS nas rações de frangos de corte, de 21 a 42 dias de idade. O consumo de ração foi maior ($P<0,05$) entre machos e houve redução no consumo de ração ($P<0,05$) de machos e fêmeas conforme aumentou a inclusão do DDGS. A conversão alimentar foi menor para os machos ($P<0,05$) e aumentou ($P<0,05$) conforme se elevou o nível de DDGS nas rações, independentemente do sexo. O ganho de peso foi maior para os machos ($P<0,05$) e reduziu ($P<0,05$) conforme aumentou o nível do alimento nas rações, para machos e fêmeas. Não houve interação ($P>0,05$) entre os níveis de inclusão de DDGS e o sexo dos frangos de corte para rendimento de carcaça e rendimento de cortes avaliados. Quanto maior a inclusão do alimento menor foi o rendimento da carcaça ($P<0,05$). O rendimento de peito, de asa, coxa e sobrecoxa não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$). As fêmeas apresentaram maior quantidade de gordura abdominal ($P<0,05$). A inclusão de DDGS na ração de frangos de corte de 21 a 35 dias de idade até o nível de 3,27% melhora a conversão alimentar. No período de 21 a 42 dias, a inclusão do DDGS nas rações apresentou efeito negativo sobre o desempenho de frangos de corte. Entre 35 e 45 dias de idade, o uso do DDGS reduziu o rendimento de carcaça de frangos de corte e promoveu maior deposição de gordura abdominal nas fêmeas.

Palavras-chave: energia metabolizável, frangos de corte, metabolismo, resíduos, subprodutos

ABSTRACT

SCHÖNE, RODRIGO ANDRÉ. Master Course in Animal Science. Paraná West State University, 2015, January. **Dried distillers grains with solubles (DDGS) in the feeding of broilers.** Adviser: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

The objective of this study was to determine the energy value and the amino acids digestibility of dried distillers grains with solubles (DDGS), and evaluate the effect of inclusion of DDGS on performance and carcass yield of broilers in the growing and finishing phases. Two experiments were conducted, at first a bioassay of total excreta collection was conducted in order to calculate the apparent metabolizable energy (AME) and AME corrected for nitrogen balance (AMEn) and the coefficient of apparent metabolizable energy (CAM) and CAM corrected for nitrogen balance (CAMn). A total of 48 Cobb 21-days-old male broilers were used, with an average weight of $932\text{g} \pm 45\text{g}$. The experimental design was completely randomized with two treatments, being one the reference diet (RR) and other with 20% DDGS, with 6 replicates totaling 12 experimental units with four broilers each. At the end of the experiment the amount of feed consumed by experimental unit was determined and the total amount of excreta produced. Through the results of laboratory tests values of AME, AMEn, CAM and CAMn were calculated. In a second trial, 12 adult cecectomized Leghorn roosters were used, with average weight of $1,912.1 \pm 133.73\text{g}$, using the forced feeding technique. Six birds ingested food test (DDGS) and six birds were fasted to determine the metabolic and endogenous losses used to calculate the true digestibility coefficients. Obtained the values of amino acids ingested and excreted and after know its endogenous and metabolic fraction the digestibility coefficients of each amino acid were determined. The values of AME, AMEn, CAM and CAMn of DDGS obtained in this study were 2,461kcal/kg, 2,282kcal/kg, 51.37% and 47.63%, respectively. The total amino acid values ranged from 0.180% to 3.370% for tryptophan and leucine, respectively. The digestibility coefficients varied between 89.17% (lysine) to 97.01% (leucine). In the second experiment, 900 Cobb Slow 21-days-old broilers were distributed in a completely randomized design, factorial 2×5 , totaling 10 treatments (5 DDGS inclusion levels and 2 genders), with five replicates and 18 birds each. The DDGS levels studied were 0; 5; 10, 15 and 20% of inclusion in the experimental diets. At 35 and 45 days old the birds were weighed, as well as the remains of feed to obtain the performance variables. At 45 days old carcass yield was evaluated. There was no interaction ($P > 0.05$) between sex and levels DDGS inclusion on performance of broilers from 21 to 35 days

old. Feed intake was higher ($P < 0.05$) for males, however, DDGS inclusion level did not affect ($P > 0.05$) the feed intake of the birds. The weight gain reduced ($P < 0.05$), however feed conversion ratio improved by the inclusion of 3.27% DDGS. There was no interaction ($P > 0.05$) between sex and levels of DDGS inclusion in broiler rations from 21 to 42 days old. Feed intake was higher ($P < 0.05$) for males and feed intake decreased ($P < 0.05$) for males and females as the inclusion of DDGS increased. Feed conversion was lower for males ($P < 0.05$) and increased ($P < 0.05$) as levels of DDGS raised in diets, regardless of gender. Weight gain was higher for males ($P < 0.05$) and reduced ($P < 0.05$) as DDGS level in feed increased, for males and females. There was no interaction ($P > 0.05$) between DDGS inclusion levels and sex of broilers for carcass yield and cuts yield. The higher was the inclusion of evaluated food the lower was the carcass yield ($P < 0.05$). Breast yield, wing, thigh and drumstick showed no significant effect ($P > 0.05$). Females had higher amount of abdominal fat ($P < 0.05$). The inclusion of DDGS in the feed of broilers from 21 to 35 days old to the level of 3.27% improves feed conversion. In the period from 21 to 42 days, the inclusion of DDGS in diets showed a negative effect on the performance of broilers. Between 35 and 45 days of age, the use of DDGS reduced carcass yield of broilers and promoted greater abdominal fat in females.

Keywords: metabolizable energy, broilers, metabolism, waste, by-products

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal, energética e química da ração referência frangos de corte de 21 a 35 dias de idade.....	30
Tabela 2. Composição centesimal e química das rações experimentais para frangos de corte (1 a 21 dias) alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS.....	34
Tabela 3. Composição centesimal e química das rações experimentais para frangos de corte (22 a 35 dias) alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS.....	35
Tabela 4. Composição centesimal e química das rações experimentais para frangos de corte (36 a 45 dias) alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS.....	36
Tabela 5. Composição química e valores energéticos do DDGS determinados com frangos de corte de 21 dias de idade, expressos na matéria seca.....	38
Tabela 6. Aminoácidos totais na matéria natural (AAT), coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDV) e seus respectivos desvios padrão, aminoácidos digestíveis na matéria seca (AADMS) e na matéria natural (AADMN) do DDGS.....	39
Tabela 7. Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS, de 1 a 21 dias de idade.....	41
Tabela 8. Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS, de 22 a 42 dias de idade.....	43
Tabela 9. Consumo de ração, conversão alimentar e ganho de peso de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS, de 36 a 45 dias de idade.....	45
Tabela 10. Rendimento de carcaça, peito, perna, asa, gordura abdominal (GA) e peso relativo de fígado (PRF), para frangos abatidos aos 42 e 45 dias de idade.....	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. Produção de etanol e DDGS	13
2.2. DDGS na alimentação de não-ruminantes.....	14
2.3. Referências bibliográficas.....	19
3. VALORES ENERGÉTICOS, DIGESTIBILIDADE DE AMINOÁCIDOS E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DDGS.....	23
Resumo	23
Abstract	25
3.1. Introdução	26
3.2. Material e métodos.....	28
3.2.1. Determinação dos valores energéticos e de aminoácidos digestíveis	28
3.2.2. Avaliação dos níveis de inclusão do DDGS sobre o desempenho e características de carcaça.....	32
3.3. Resultados e discussão	37
3.3.1. Determinação dos valores energéticos e de aminoácidos digestíveis	37
3.3.2. Avaliação dos níveis de inclusão do DDGS sobre o desempenho e características de carcaça.....	40
3.3.2.1. <i>Desempenho de 1 a 21 dias de idade</i>	40
3.3.2.2. <i>Desempenho de 22 a 42 dias de idade</i>	42
3.3.2.3. <i>Desempenho de 36 a 45 dias de idade</i>	44
3.3.2.4. <i>Rendimento de carcaça e cortes aos 42 e 45 dias de idade.</i>	46
3.4. Conclusões	52
3.5. Considerações Finais	52
3.6. Referências	53

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a demanda pela produção de combustíveis limpos tem levado os países industrializados a desenvolverem suas próprias tecnologias. Dentre eles, a produção mundial de etanol tem apresentado aumento crescente, de maneira que países como os Estados Unidos vem aumentando a produção deste combustível, produzido a partir de grãos de cereais.

O grão de milho é convertido em etanol, basicamente por dois processos: moagem úmida ou moagem seca. Na moagem úmida, a semente de milho é fracionada em componentes primários (amido, gérmen e fibra), gerando coprodutos variados. No processo de moagem a seco existem seis etapas majoritárias: moagem, cozimento, liquefação, sacarificação, fermentação e separação. Os produtos finais da moagem a seco incluem álcool combustível, dióxido de carbono e os grãos secos de destilaria com solúveis. Devido à menor necessidade de investimentos e ao maior rendimento de etanol, as plantas de moagem seca são responsáveis por mais de 70% da produção de etanol baseado no milho (Kim & Dale, 2005).

Assim como no etanol de cana, durante a fermentação, a glicose é transformada em etanol pela ação da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. O líquido produzido é destilado e segue para um conjunto de centrífugas, no qual é separada a parte fina (que pode ser recirculada no processo) e a parte restante segue para evaporadores, nos quais é produzido o xarope (com cerca de 50% de umidade). O xarope é misturado a sólidos retirados na centrífuga e secado, dando origem ao DDGS – *dried distillers grains with solubles* (grãos secos de destilaria com solúveis) (Xu et al., 2009).

Em contrapartida, um dos maiores problemas encontrados pelas indústrias é a dificuldade de escoamento de seus resíduos, corroborando a contaminação ambiental, em virtude da elevada quantidade acumulada sem um adequado destino. De acordo com Silveira et al. (2002), a indústria tem dificuldade de escoamento de resíduos, que são responsáveis em parte pela contaminação ambiental. O descarte destes materiais de forma incorreta pode causar transtornos ambientais, sanitários e econômicos e, desta forma, a utilização destes resíduos na produção animal além de suas características positivas relacionadas à produção também colaboram para a diminuição da deposição de materiais no meio ambiente.

O emprego do milho como matéria-prima para a produção de etanol apresenta um rendimento industrial de 460L de etanol anidro e 380kg de DDGS por cada tonelada de milho

seco inserida no sistema (Wyman, 1996). O DDGS deve ser estocado em galpões adequados para que não perca as propriedades nutricionais, fato que aumenta o custo com este material (Wu & Munkvold, 2008).

Neste cenário, o uso de fontes alternativas na alimentação constitui uma estratégia interessante para reduzir os custos de produção e também contribui para minimizar os impactos ambientais que estes resíduos agroindustriais possam vir acarretar. A utilização desses subprodutos na alimentação animal depende basicamente do conhecimento sobre sua composição bromatológica, dos fatores limitantes, do desempenho animal, da disponibilidade durante o ano e, principalmente, da segurança alimentar (Meneghetti et al., 2008).

Desta forma, o presente trabalho teve o objetivo de determinar o valor energético e a digestibilidade de aminoácidos do DDGS e o efeito da utilização desse resíduo sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte nas fases de crescimento e terminação (21 a 45 dias de idade).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção de etanol e DDGS

Segundo Ribeiro et al. (2010), a produção de etanol está aumentando consideravelmente no mundo todo, a partir da fermentação de açúcares de diversas matérias primas. A produção de etanol de milho é uma realidade nos EUA, assim como a de cana é no Brasil. Na safra norte-americana de 2011, 120 milhões de toneladas de milho foram transformadas em etanol, isto significa um terço do total do milho produzido nos EUA. Da mesma forma, no Brasil as usinas de álcool de cana podem vir a usar o milho como uma segunda matéria-prima (Silveira, 2014), já que o país aumentará sua produção de etanol em 150%, passando de 25 bilhões de litros em 2008 para 64 bilhões de litros em 2017, quando pretende exportar 8 bilhões de litros de etanol, contra 5 bilhões em 2008, consolidando-se como o maior exportador de álcool do mundo, superando os Estados Unidos (Carvalho, 2009).

Quando os cereais são empregados na produção de etanol, o principal resíduo deste procedimento de transformação dos grãos é o DDGS (dried distillers grains with solubles), que

em português é chamado de resíduo seco de destilaria com solúveis e corresponde a aproximadamente 30% do cereal empregado. Assim, com o aumento mundial da produção de etanol a partir dos cereais, especialmente do milho nos EUA, a oferta de DDGS aumentará proporcionalmente ao uso dos cereais. Este resíduo tem valor regular de energia, similar ao farelo de soja, e de proteína, tendo como limitante os aminoácidos triptofano, arginina e lisina (Penz Jr. & Gianfelice, 2008).

De acordo com Silveira (2014), nos EUA o etanol era inicialmente o produto mais importante, apesar do processo produzir também DDGS e óleo. Porém, a partir de 2013 o DDGS passou a ser mais relevante, pois a falta de proteína vegetal devido ao baixo estoque de soja fez a demanda pelo produto crescer até se tornar mais importante economicamente que o etanol. O mercado interno dos EUA passou a demandar muito DDGS, sendo que hoje ele já compõe 25% da ração de suínos e 20% da ração de bovinos no país, e isto tem crescido mais a cada ano, sendo possível atingir teores de até 80% de DDGS na ração para bovinos, sendo que os confinamentos próximos às usinas têm usado o DDG líquido.

2.2. DDGS na alimentação de não-ruminantes

A alimentação dos animais não-ruminantes é constituída basicamente por milho e farelo de soja, que apresentam elevada qualidade nutricional, mas são ingredientes de elevado custo na formulação. A soja é considerada uma “*commodity*” e seu preço é estabelecido pelo mercado internacional, portanto mesmo o mercado interno apresentando boa oferta deste produto, seu preço varia de acordo com cotações internacionais, não permitindo grandes margens para negociações. O milho é a principal fonte de energia das rações e nos últimos anos seu uso na produção de etanol vem crescendo em diversos países, o que o torna um ingrediente de elevado valor comercial.

Para a substituição de qualquer desses ingredientes-base sem prejuízos na produtividade e lucratividade é necessário o conhecimento dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos, uma vez que a formulação de rações baseando-se em aminoácidos digestíveis tem sido utilizada, principalmente, pela necessidade de se otimizar o uso de matérias-primas de alto custo e ainda pelo fato de possibilitar a substituição do milho e do farelo de soja por ingredientes alternativos,

garantindo um aporte equivalente de aminoácidos digestíveis pela correção das deficiências com a suplementação de aminoácidos industriais (Sakomura & Rostagno, 2007).

O DDGS é uma considerável fonte de proteína, aminoácidos, energia, fósforo e outros nutrientes para as aves, entretanto, o principal problema de seu uso é a grande variabilidade na composição nutricional e na qualidade (Lumpkins et al., 2005). Dependendo da tecnologia empregada para a obtenção do etanol (fábricas antigas x fábricas modernas), a qualidade do DDGS pode ser bastante variada.

O emprego do DDGS na alimentação de não-ruminantes é uma prática recente, uma vez que o alto conteúdo fibroso permitiu sua utilização apenas para ruminantes até certo tempo. Diversos estudos têm sido desenvolvidos visando determinar níveis e alternativas de inclusão do DDGS na alimentação de frangos de corte, sendo este alimento reconhecidamente uma fonte de energia, proteína, vitaminas solúveis em água e minerais (Waldroup et al., 1981; Wang et al., 2007).

Historicamente, os resíduos secos de destilaria com solúveis não tem sido amplamente utilizados na alimentação animal, devido à variabilidade na qualidade e no conteúdo de nutrientes. Atualmente, o DDGS está atraindo cada vez mais atenção, sendo fabricado em condições controladas de qualidade, como principal produto para a alimentação de bovinos, suínos e aves. Diversos países (Austrália, Canadá, Indonésia, Japão, México, Taiwan e Estados Unidos) estão aderindo a pesquisas com DDGS em substituição ao farelo de soja e milho nas rações.

É preciso ressaltar que a variabilidade dos componentes nutricionais é maior para subprodutos do que para os alimentos convencionais, podendo causar distúrbios nutricionais se análises frequentes não forem realizadas e se as dietas não forem adequadamente balanceadas, de acordo com a qualidade nutricional do alimento. Desta forma, são necessários maiores esclarecimentos sobre os efeitos diretos decorrentes da utilização de diferentes tipos de resíduos agroindustriais na alimentação animal, principalmente quanto à qualidade do produto final e seus derivados, considerando-se a composição química e propriedades físico-químicas (Belyea et al., 1989).

Nesse contexto, a busca por fontes alimentares alternativas de qualidade e de menor custo que atendem às exigências nutricionais dos animais nas suas diferentes fases de produção é uma realidade cada vez maior de um sistema de produção qualificado, globalizado e competitivo. É de

suma importância que se tenha à disposição tecnologias e ferramentas inovadoras para produzir de forma alternativa, com qualidade e custos reduzidos. O aproveitamento de resíduos ou de subprodutos provenientes das indústrias e da agricultura, combinados de forma adequada, pode permitir, além da redução nos custos de produção, o aumento da produtividade, tornando-se uma excelente opção para determinadas criações, regiões e épocas do ano.

O valor energético é um dos fatores determinantes no custo de ingredientes na formulação de rações para frangos de corte, tornando-se importantes o conhecimento preciso da disponibilidade de energia nos alimentos e o aproveitamento da mesma pelos animais, pois facilita a manipulação das dietas e melhora características como de carcaça, onde se procura maior deposição de proteína e menor quantidade de gordura.

Desta forma, constantemente têm-se desenvolvido estudos para atualizar os valores nutricionais dos alimentos que são utilizados nas rações de animais e também elevar o interesse pelo valor nutritivo de novos ingredientes. A utilização de valores corretos de composição dos alimentos tem por objetivo atender as exigências nutricionais dos animais e reduzir os custos com a alimentação (Nery et al., 2007).

Spiehs et al. (2002) compararam a variabilidade da composição e da digestibilidade de nutrientes de DDGS provenientes de 10 diferentes fábricas modernas de Minnesota, EUA (oito fábricas) e Dakota do Sul, EUA (duas fábricas) com a composição de DDGS publicada pelo NRC (1998) e com a composição de DDGS provenientes de fábricas antigas. Os autores identificaram que o DDGS proveniente das fábricas modernas apresentava mais energia, fósforo, lisina, metionina e treonina do que os DDGS provenientes de fábricas antigas.

Shurson (2002) indicou que a disponibilidade do fósforo do DDGS, proveniente de fábricas modernas, é 90% superior ao que está publicado no NRC (1998) e 77% superior ao valor do milho (NRC, 1998). A cor do DDGS também pode estar correlacionada com a digestibilidade de aminoácidos (Fastinger & Mahan, 2006). O DDGS de coloração dourada, proveniente de fábricas modernas de etanol, com adequado processo de secagem, apresentou maior quantidade de proteína, gordura, cálcio e fósforo, e, além disso, o preço e a disponibilidade fizeram do DDGS um ingrediente atrativo para uso na alimentação das aves (Swiatkiewicz & Kolreleski, 2008).

Loar et al. (2009) encontraram uma melhor resposta produtiva em frangos de corte quando incluíram 8% de DDGS, sem observar diferenças no rendimento de carcaça. Em pesquisa realizada por Wu-Haan et al. (2010), foi observado que a adição de 10 e 20% de DDGS não

influenciaram negativamente na produção, entretanto, observaram que com a inclusão de 20% de DDGS diminuiu a emissão de gases contaminantes. Em outro estudo, Lumpkins et al. (2005) adicionaram 15% de DDGS em dietas à base de milho e farelo de soja para poedeiras e observaram que alterou a porcentagem de postura, sem afetar o peso do ovo, o consumo de alimento e a eficiência alimentar.

Cuevas et al. (2012) observaram que a adição de 7% de DDGS em dietas à base de sorgo e farelo de soja para frangos de corte não afetou o comportamento produtivo, o rendimento de carcaça, peito e pernas. Por outro lado, a inclusão de DDGS em até 9% em dietas à base de sorgo e farelo de soja para galinhas poedeiras não afetou o rendimento produtivo e melhorou a pigmentação da gema dos ovos.

Em experimento conduzido por Lumpkins et al. (2004), foram avaliados diferentes níveis de inclusão de DDGS (0, 6, 12, ou 18%) na dieta de frangos de corte e não foi observada diferença significativa no ganho do peso, na conversão alimentar e no rendimento de carcaça para os diferentes níveis. Porém, a inclusão de 18% foi a que apresentou o menor ganho de peso e maior conversão alimentar, sendo recomendada a inclusão de até 6% no período inicial, 12% durante a fase de crescimento e até 15% para a fase final. Já Shurson (2003) observou melhora no crescimento e sobrevivência de frangos de corte alimentados com dietas contendo 10% de DDGS durante o período de 14 a 38 dias de idade.

O sistema digestivo de frangos de corte não está totalmente desenvolvido até cerca de 14 dias de idade, resultando em uma alta sensibilidade à qualidade do ingrediente alimentar, logo, devido ao alto teor de fibras e baixa digestibilidade dos aminoácidos, dietas contendo altos níveis de DDGS não são recomendadas durante as duas primeiras semanas após a eclosão. Dale & Batal (2003) também recomendam os níveis de 6% de DDGS para a fase inicial e 12% para as fases de crescimento e terminação, enquanto que Wang et al. (2008) concluem que, para pintos de corte, a inclusão de até 8% de DDGS não apresenta efeitos negativos no desempenho. Já Min et al. (2009) sugerem que níveis de até 25% podem ser adicionados à dieta de frangos de corte jovens sem afetar o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Em trabalho conduzido por Wang et al. (2007), a inclusão de até 20% de DDGS em dietas para frangos de corte não afetou o ganho de peso e a conversão alimentar, enquanto que a inclusão de até 25% de DDGS aumentou o consumo de ração em 4% e diminuiu o rendimento de carcaça em 2%.

Em alguns estudos com suínos, a inclusão de DDGS diminuiu o rendimento de carcaça (Whitney et al., 2006; Linneen et al., 2008), provavelmente devido às vísceras vazias e à retenção de água na digesta, atribuídos a um aumento do teor de fibra. Embora fossem esperados efeitos semelhantes para frangos de corte, pelas mesmas razões que em suínos, o rendimento de carcaça não foi afetado com dietas contendo até 30% de DDGS (Lumpkins et al., 2004; Wang et al., 2007). No entanto, no trabalho desenvolvido por Wang et al. (2007), o rendimento de carcaça diminuiu linearmente com o aumento do conteúdo de DDGS, embora não significativamente. Em comparação com a dieta controle, o rendimento de carcaça foi menor quando as aves foram alimentadas com dietas contendo 15% e 25% de DDGS, mas não em dietas contendo 5%, 10% e 20%.

Dessa forma, o uso do DDGS como fonte alternativa na alimentação de aves constitui uma estratégia interessante para reduzir os custos de produção e também contribui para minimizar os impactos ambientais que este resíduo agroindustrial possa vir acarretar. A utilização desse subproduto na alimentação de aves depende basicamente do conhecimento sobre sua composição bromatológica, dos fatores limitantes, do desempenho animal, da disponibilidade durante o ano e, principalmente, da segurança alimentar.

2.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELYEA, R.L.; STEEVENS, B.J.; RESTREPO, R.R.; et al. Variation in composition of by-product feeds. **Journal Dairy Science**, v.72, p.2339–2345, 1989.
- CARVALHO, H.M. 2009. Inovações tecnológicas na produção de agrocombustíveis: base do império das fontes de energia renovável. In: SEMINÁRIO AGRO-COMBUSTÍBLES GLOBALES. ¿QUÉ TIPO DE DESARROLLO SOSTIENEN? 2009, Moçambique. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/nera/artigodomes/9artigodomes_2009.pdf>. Acesso em 12/05/2014.
- 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 Ciências Pecuárias**, v. 3, n.3, p.331-341, 2012.
- DALE, N.; A. BATAL, 2003. Nutritional value of distillers dried grains and solubles for poultry. Pages 1-6 in: 19th Annual Carolina Nutrition Conf., **Proceedings...** Research Triangle Park, NC.
- FASTINGER, N.D.; MAHAN, D.C. Determination of the ileal amino acid and energy digestibilities of corn distillers dried grains with solubles using grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**, v.84, p. 1722-1728, 2006.
- GLAUBER, S. [2014]. Qual o futuro do etanol de milho dos EUA? Por Glauber Silveira. Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/artigos/artigos-geral/138552-qual-o-futuro-do-etanol-de-milho-dos-eua-por-glauber-silveira.html#.VAPQoPldUg0>>. Acesso em: 15/08/2014.
- KIM, SLINNEEN, S.K.; DEROCHEY, J.M.; DRITZ, S.S. et al. Effects of dried distiller grains with solubles on growing and finishing pig performance in a commercial environment. **Journal of Animal Science**, v.86, p.1579–1587, 2008.
- LOAR, R.E.; SRINIVASAN, R.; KIDD, M.T. et al. Effects of elutriation and sieving processing (Elusieve) of distillers dried grains with soluble on the performance and carcass characteristics of male broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.18, p.494-500, 2009.
- 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.
- LUMPKINS, B.; BATAL, A.; DALE, N. Use of distillers dried grains plus soluble in laying hen diets. **Journal of Applied Poultry Research** v. 14, p. 25-31, 2005.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W.; et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. **Agricultural Experiment Station Research Report**, v.11, 11p, 1965.

- MENEGHETTI, C.C.; DOMINGUES, J.L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletronica Nutritime**, v.5, p.512-536, 2008.
- MIN, Y.N.; HANCOCK, A.; YAN, F.; et al. Use of combinations of canola meal and distillers dried grains with soluble in broiler starter diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.18, p.725-733, 2009.
- NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1354-1358, 2007.
- NRC, National Research Council. **Nutrient Requirements of Swine**. National Academy Press. 93 pg., 1998.
- PENZ JR., A.M.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de bio-combustível. **Acta Scientiae Veterinariae**, n.36 (Supl 1), p.s107-s117, 2008.
- PUPA, J.M.R.; Leão, M.I.; CARVALHO, A.U.; et al. Cecectomia em galos sob anestesia local e incisão abdominal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.5, p.531-535, 1998.
- RIBEIRO, A.M.L.; HENN, J.D.; SILVA, G.L. Alimento alternativos para suínos em crescimento e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**, n.38 (Supl 1), p.s61-s71, 2010.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. p. 186.
- ROSTAGNO, H.S., FEATHERSTON, W.R. Estudos de métodos para determinar disponibilidade de aminoácidos em pintos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.6, n.1, p.64-76, 1977.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.
- SHURSON, J. 2002. **The value and use of distiller's dried grains with solubles (ddgs) in swine diets**. Disponível em: http://www.ddgs.umn.edu/prod/groups/cfans/@pub/@cfans/@ansci/documents/asset/cfans_asset_416216.pdf. Acesso em 12/05/2014.
- SHURSON, J. 2003. **The value and use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in livestock and poultry ration**. Disponível em: <http://www.ddgs.umn.edu>. Acesso em: 13 de Setembro de 2012.

- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 2002, 235p.
- SILVEIRA, G. Etanol de milho no Brasil, 2012. Disponível em: <<http://blogs.ruralbr.com.br/sojaporglaubersilveira/2012/01/16/etanol-de-milho-no-brasil/>>. Acesso em 12/05/2014.
- SILVEIRA, R. N.; BERCHIELLI, T. T.; FREITAS, D.; et al. Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana de açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p. 793-801, 2002.
- 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**, vol. 80, p. 2639- 2645, 2002.
- SWIATKIEWICZ S, KOLRELESKI J. The use of distillers dried grains with soluble (DDGS) in poultry nutrition. **World's of Poultry Science Association**, vol.64, p.257-264, 2008.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, p.142, 2000.
- WALDROUP, P.W. Energy levels for broilers. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.58, p.309-313, 1981.
- WANG, Z., CERRATE, S., COTO, C. et al. Utilization of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets using a standardized nutrient matrix. **International Journal Poultry Science**, v.6, n.7, p.470-477, 2007.
- WANG, Z.; CERRATE, S.; COTO, C. Evaluation of high levels of distillers dried grains with soluble (DDGS) in broiler diets. **International Journal of Poultry Science**, v.10, p.990-996, 2008.
- WHITNEY, M.H., SHURSON, G.C. JOHNSTON, L.J.; et al. Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern mid western ethanol plant. **Journal of Animal Science**, v.84, p.3356–3363,2006.
- WU, F.; MUNKVOLD, G. Mycotoxins in ethanol co-products: modeling economic impacts on the livestock industry and management strategies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.3900-3911, 2008.
- WU-HAAN, W.; POWERS, W.; ANGEL, R. et al. The use of distillers dried grains plus soluble as a feed ingredient on air emissions and performance from laying hens. **Poultry Science**, v.89, p.1355-1359, 2010.

WYMAN, C.E. **Handbook on Bioethanol: production and utilization.** USA, Washington, DC: Applied Energy Technology Series, 1996, 417p.

XU, W.; REDDY, N.; YANG, Y. Extraction, characterization and potential applications of cellulose in corn kernels and Distillers' dried grains with solubles (DDGS). **Carbohydrate Polymers**, v.76, n.4, p.521-527, 2009.

3. VALORES ENERGÉTICOS, DIGESTIBILIDADE DE AMINOÁCIDOS E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DDGS

Resumo - O objetivo deste trabalho foi determinar o valor energético e a digestibilidade de aminoácidos do resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS), e avaliar o efeito da inclusão do DDGS sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. Foram realizados dois experimentos, no primeiro foi realizado um ensaio biológico de coleta total de excretas com o objetivo de calcular os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), bem como o coeficiente de metabolizabilidade da energia metabolizável aparente (CMA) e CMA corrigida para o balanço de nitrogênio (CMAn). Foram utilizados 48 frangos de corte machos da linhagem Cobb, de 21 dias de idade, com peso médio de $932\text{g} \pm 45\text{g}$. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos, sendo um a ração referência (RR) e outro com 20% de DDGS, com 6 repetições, totalizando 12 unidades experimentais com 4 aves cada. Ao término do experimento, foram determinadas a quantidade de ração consumida por unidade experimental e a quantidade total de excretas produzidas. Por meio dos resultados das análises laboratoriais foram calculados os valores de EMA, EMAn, CMA e CMAn. Em um segundo ensaio, foram utilizados 12 galos adultos Leghorn, cecectomizados, com peso médio de $1.912,1 \pm 133,73\text{ g}$, utilizando a técnica de alimentação forçada. Seis aves ingeriram o alimento teste (DDGS) e seis aves foram mantidas em jejum para determinar as perdas endógenas e metabólicas empregadas no cálculo dos coeficientes de digestibilidade verdadeira. Obtidos os valores de aminoácidos ingeridos e excretados e conhecendo-se a fração endógena e metabólica, foram determinados os coeficientes de digestibilidade de cada aminoácido. Os valores de EMA, EMAn, CMA e CMAn, para o DDGS obtidos no presente trabalho foram de 2.461kcal/kg, 2.282kcal/kg, 51,37% e 47,63%, respectivamente. Os valores de aminoácidos totais variam de 0,180% a 3,370%, para triptofano e leucina, respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade variaram entre 89,17% (lisina) a 97,01% (leucina). No segundo experimento, foram utilizados 900 frangos de corte, com 21 dias de idade, da linhagem Cobb Slow, divididos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, totalizando 10 tratamentos (5 níveis de inclusão de DDGS e 2 sexos), com cinco repetições e 18 aves por unidade experimental. Os níveis de DDGS estudados foram 0; 5;

10, 15 e 20% de inclusão nas rações experimentais. Aos 35 e 45 dias de idade, as aves foram pesadas, assim como as sobras de ração, para obtenção das variáveis de desempenho. Aos 45 dias de idade, foi avaliado o rendimento de carcaça. Não houve interação ($P>0,05$) entre sexo e níveis de inclusão do DDGS sobre o desempenho das aves de 21 a 35 dias. O consumo de ração foi maior ($P<0,05$) para os machos, entretanto, o nível de inclusão de DDGS não afetou ($P>0,05$) o consumo das aves. O ganho de peso reduziu ($P<0,05$), entretanto, a conversão alimentar melhorou até a inclusão de 3,27% de DDGS. Não houve interação ($P>0,05$) entre sexo e níveis de inclusão do DDGS nas rações de frangos de corte, de 21 a 42 dias de idade. O consumo de ração foi maior ($P<0,05$) entre machos e houve redução no consumo de ração ($P<0,05$) de machos e fêmeas conforme aumentou a inclusão do DDGS. A conversão alimentar foi menor para os machos ($P<0,05$) e aumentou ($P<0,05$) conforme se elevou o nível de DDGS nas rações, independentemente do sexo. O ganho de peso foi maior para os machos ($P<0,05$) e reduziu ($P<0,05$) conforme aumentou o nível do alimento nas rações, para machos e fêmeas. Não houve interação ($P>0,05$) entre os níveis de inclusão de DDGS e o sexo dos frangos de corte para rendimento de carcaça e rendimento de cortes avaliados. Quanto maior a inclusão do alimento menor foi o rendimento da carcaça ($P<0,05$). O rendimento de peito, de asa, coxa e sobrecoxa não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$). As fêmeas apresentaram maior quantidade de gordura abdominal ($P<0,05$). A inclusão de DDGS na ração de frangos de corte de 21 a 35 dias de idade até o nível de 3,27% melhora a conversão alimentar. No período de 21 a 42 dias, a inclusão do DDGS nas rações apresentou efeito negativo sobre o desempenho de frangos de corte. Entre 35 e 45 dias de idade, o uso do DDGS reduziu o rendimento de carcaça de frangos de corte e promoveu maior deposição de gordura abdominal nas fêmeas.

Palavras-chave: energia metabolizável, frangos de corte, metabolismo, resíduos, subprodutos

ENERGY VALUES, AMINO ACIDS DIGESTIBILITY AND PERFORMANCE OF BROILERS FED DDGS

Abstract - The objective of this study was to determine the energy value and the amino acids digestibility of dried distillers grains with solubles (DDGS), and evaluate the effect of inclusion of DDGS on performance and carcass yield of broilers in the growing and finishing phases. Two experiments were conducted, at first a bioassay of total excreta collection was conducted in order to calculate the apparent metabolizable energy (AME) and AME corrected for nitrogen balance (AMEn) and the coefficient of apparent metabolizable energy (CAM) and CAM corrected for nitrogen balance (CAMn). A total of 48 Cobb 21-days-old male broilers were used, with an average weight of $932\text{g} \pm 45\text{g}$. The experimental design was completely randomized with two treatments, being one the reference diet (RR) and other with 20% DDGS, with 6 replicates totaling 12 experimental units with four broilers each. At the end of the experiment the amount of feed consumed by experimental unit was determined and the total amount of excreta produced. Through the results of laboratory tests values of AME, AMEn, CAM and CAMn were calculated. In a second trial, 12 adult cecectomized Leghorn roosters were used, with average weight of $1,912.1 \pm 133.73\text{ g}$, using the forced feeding technique. Six birds ingested food test (DDGS) and six birds were fasted to determine the metabolic and endogenous losses used to calculate the true digestibility coefficients. Obtained the values of amino acids ingested and excreted and after know its endogenous and metabolic fraction the digestibility coefficients of each amino acid were determined. The values of AME, AMEn, CAM and CAMn of DDGS obtained in this study were 2,461kcal/kg, 2,282kcal/kg, 51.37% and 47.63%, respectively. The total amino acid values ranged from 0.180% to 3.370% for tryptophan and leucine, respectively. The digestibility coefficients varied between 89.17% (lysine) to 97.01% (leucine). In the second experiment, 900 Cobb Slow 21-days-old broilers were distributed in a completely randomized design, factorial 2 x 5, totaling 10 treatments (5 DDGS inclusion levels and 2 genders), with five replicates and 18 birds each. The DDGS levels studied were 0; 5; 10, 15 and 20% of inclusion in the experimental diets. At 35 and 45 days old the birds were weighed, as well as the remains of feed to obtain the performance variables. At 45 days old carcass yield was evaluated. There was no interaction ($P>0.05$) between sex and levels DDGS inclusion on performance of broilers from 21 to 35 days old. Feed intake was higher ($P<0.05$) for males, however, DDGS inclusion level did not affect

($P > 0.05$) the feed intake of the birds. The weight gain reduced ($P < 0.05$), however feed conversion ratio improved by the inclusion of 3.27% DDGS. There was no interaction ($P > 0.05$) between sex and levels of DDGS inclusion in broiler rations from 21 to 42 days old. Feed intake was higher ($P < 0.05$) for males and feed intake decreased ($P < 0.05$) for males and females as the inclusion of DDGS increased. Feed conversion was lower for males ($P < 0.05$) and increased ($P < 0.05$) as levels of DDGS raised in diets, regardless of gender. Weight gain was higher for males ($P < 0.05$) and reduced ($P < 0.05$) as DDGS level in feed increased, for males and females. There was no interaction ($P > 0.05$) between DDGS inclusion levels and sex of broilers for carcass yield and cuts yield. The higher was the inclusion of evaluated food the lower was the carcass yield ($P < 0.05$). Breast yield, wing, thigh and drumstick showed no significant effect ($P > 0.05$). Females had higher amount of abdominal fat ($P < 0.05$). The inclusion of DDGS in the feed of broilers from 21 to 35 days old to the level of 3.27% improves feed conversion. In the period from 21 to 42 days, the inclusion of DDGS in diets showed a negative effect on the performance of broilers. Between 35 and 45 days of age, the use of DDGS reduced carcass yield of broilers and promoted greater abdominal fat in females.

Keywords: metabolizable energy, broilers, metabolism, waste, by-products

3.1. Introdução

A produção de biocombustíveis, particularmente o etanol, está aumentando rapidamente em todo o mundo a fim de diminuir a dependência do petróleo e melhorar o meio ambiente. Durante o processo de obtenção do etanol, a partir de ingredientes ricos em amido, são gerados diversos subprodutos de destilaria, os quais representam uma matéria-prima com alto valor energético, proteico e mineral, como o fósforo.

Em grande parte das indústrias produtoras de álcool são utilizados cereais como milho, trigo e cevada e quando estes cereais são empregados na produção de etanol, o principal resíduo do processo fermentativo são os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS). A sua produção corresponde a aproximadamente 30% do cereal empregado (Wyman, 1996). Assim, com o

aumento mundial da produção de etanol a partir dos cereais, especialmente do milho, a oferta de DDGS aumentará proporcionalmente ao uso dos cereais (Wu & Munkvold, 2008).

O DDGS é uma considerável fonte de proteína, aminoácidos, energia, fósforo e outros nutrientes para as aves, entretanto, o principal problema de seu uso é a grande variabilidade na composição nutricional e na qualidade (Lumpkins et al., 2005). Esse resíduo apresenta um valor médio de energia e proteína bruta similar ao do farelo de soja, tendo como limitantes apenas os aminoácidos triptofano, arginina e lisina (Penz Jr & Gianfelice, 2008). Além disso, o descarte deste resíduo de forma incorreta pode causar transtornos ambientais, sanitários e econômicos (Ribeiro et al., 2010) e, desta forma, a utilização do DDGS como alimento alternativo na produção animal colabora para a diminuição da deposição de materiais no meio ambiente.

Ainda assim, no caso de frangos de corte, o sistema digestório não está totalmente desenvolvido até cerca de 14 dias de idade, resultando em uma alta sensibilidade à qualidade do ingrediente alimentar. Dessa forma, devido ao alto teor de fibras e baixa digestibilidade dos aminoácidos, dietas contendo altos níveis de DDGS não são recomendadas durante as duas primeiras semanas após a eclosão.

Dale & Batal (2003) recomendam níveis de 6% de DDGS para a fase inicial e 12% para as fases de crescimento e terminação, enquanto Wang et al. (2008) concluíram que, para pintos de corte, a inclusão de até 8% de DDGS não apresentou efeitos negativos sobre o desempenho. Min et al. (2009) sugerem que níveis de até 25% podem ser adicionados à dieta de frangos de corte jovens sem afetar o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

De todo modo, para a substituição sem prejuízos na produtividade e lucratividade é necessário o conhecimento dos valores energéticos (Meneghetti et al., 2008) e, sobretudo, dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos, uma vez que a formulação de rações baseando-se em aminoácidos digestíveis tem sido utilizada, principalmente, pela necessidade de se otimizar o uso de matérias-primas de alto custo e ainda pelo fato de possibilitar a substituição do milho e do farelo de soja por ingredientes alternativos, garantindo um aporte equivalente de aminoácidos digestíveis pela correção das deficiências com a suplementação de aminoácidos industriais (Sakomura & Rostagno, 2007).

Desta forma, o presente trabalho teve o objetivo de determinar o valor energético e a digestibilidade de aminoácidos do DDGS e o efeito da utilização desse resíduo sobre o

desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte nas fases de crescimento e terminação (21 a 45 dias de idade).

3.2. Material e métodos

Foram realizados dois experimentos na Fazenda Experimental “Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa”, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *campus* de Marechal Cândido Rondon/PR. O primeiro experimento foi dividido em dois ensaios de metabolismo realizados no Laboratório de Fisiologia e Metabolismo de Aves, com o objetivo de determinar os valores de energia metabolizável e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros do DDGS. O segundo experimento foi realizado em três ensaios, no Aviário Experimental, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de DDGS em rações para frangos de corte, de 1 a 21, de 21 a 35 e de 21 a 45 dias de idade, sobre o desempenho e características de carcaça. Todos os procedimentos experimentais foram previamente submetidos à apreciação do Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação da UNIOESTE, tendo sido aprovados para execução.

3.2.1. Determinação dos valores energéticos e de aminoácidos digestíveis

Para realização deste trabalho, o ingrediente estudado foi obtido junto à Cooperativa Agroindustrial COPAGRIL, sendo adquiridos 300kg de DDGS de origem Paraguaia. O alimento em estudo foi amostrado em diferentes pontos, e após amostragem e homogeneização, uma alíquota de 1 quilo foi encaminhada ao Laboratório de Nutrição Animal, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), para determinação da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e matéria mineral, segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). O teor de energia bruta foi determinado em bomba calorimétrica adiabática IKA C2000.

Para determinação dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA_n) foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas. O ensaio foi realizado no Laboratório de Fisiologia e Metabolismo de Aves da

UNIOESTE, utilizando 48 pintos machos da linhagem Cobb Slow com 21 dias de idade, peso médio de $932 \pm 4,55$ gramas, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos, seis repetições e quatro aves por unidade experimental. As aves foram criadas em galpão de alvenaria até os 21 dias de idade e então transferidas às gaiolas metabólicas com dimensões de 50 x 50 cm, providas de bebedouros tipo nipple e comedouros individuais por gaiola.

A temperatura e a umidade relativa durante o período experimental foram de $30,07^{\circ}\text{C}$ e $78,96\%$, respectivamente, para máxima, e de $23,62^{\circ}\text{C}$ e $49,96\%$, respectivamente, para mínima.

As dietas experimentais foram constituídas de uma ração-referência (RR) à base de milho e farelo de soja, formulada para atender as exigências nutricionais dos animais de 21 a 35 dias de idade, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) e uma ração-teste, obtida pela substituição (kg.kg^{-1}) em 20% do DDGS na RR (Tabela 1).

O período experimental teve duração de dez dias, sendo os cinco primeiros dias utilizados para adaptação das aves às gaiolas e às dietas, e os cinco dias restantes utilizados para coleta total de excretas. Durante todo o período experimental, as aves receberam ração e água à vontade. Foram utilizadas bandejas metálicas sob as gaiolas, revestidas com plástico, coletando-se as excretas duas vezes ao dia, para evitar fermentações. A cada coleta, tomou-se o cuidado para evitar possíveis contaminações com ração, penas e escamas. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados por unidade experimental e armazenados em freezer à temperatura de -18°C até o momento das análises.

Ao término da última coleta, foi determinado o consumo de ração e após descongelamento das excretas estas foram quantificadas, homogeneizadas e amostras retiradas para realização da pré-secagem (55°C por 72 horas, em estufa de ventilação forçada), moagem em moinho tipo Willye e posterior determinação da matéria seca, nitrogênio total e energia bruta.

Com base nos resultados das análises laboratoriais, consumo de ração e total de excretas produzidas, foram calculados os valores de EMA e EMA_n , utilizando as equações propostas por Matterson et al. (1965) e os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta, em relação aos valores de EMA e EMA_n (CMA e CMA_n).

Tabela 1. Composição centesimal, energética e química da ração referência frangos de corte de 21 a 35 dias de idade.

Ingrediente	g.kg ⁻¹
Milho grão	590,61
Farelo de soja	328,00
Óleo de soja	44,00
Fosfato monocálcico	11,90
Calcário calcítico	11,73
Sal comum	4,57
L-lisina.HCl (78%)	2,26
DL-metionina (99%)	2,90
L-treonina (99%)	0,67
L-valina	0,41
Suplemento vitamínico ¹	1,00
Suplemento mineral ²	0,50
Cloreto de colina 60%	0,60
Anticoccidiano ³	0,60
Antioxidante ⁴	0,20
Promotor de crescimento ⁵	0,07
Composição calculada	
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)	3150
Proteína bruta (g.kg ⁻¹)	220,00
Cálcio (g.kg ⁻¹)	7,60
Fósforo disponível (g.kg ⁻¹)	3,55
Sódio (g.kg ⁻¹)	2,00
Cloro (g.kg ⁻¹)	3,24
Potássio (g.kg ⁻¹)	7,71
Metionina + Cistina digestível (g.kg ⁻¹)	8,26
Lisina digestível(g.kg ⁻¹)	11,30
Treonina digestível (g.kg ⁻¹)	7,35
Valina digestível (g.kg ⁻¹)	8,82
Isoleucina digestível (g.kg ⁻¹)	7,72
Arginina digestível (g.kg ⁻¹)	12,58
Triptofano digestível (g.kg ⁻¹)	2,20

¹Conteúdo: Vit A – 10000000 UI; Vit D3 – 2000000UI; Vit E – 30000UI; Vit B1 – 2.0 g; Vit B6 – 4.0 g; Ac. Pantotênico – 12.0 g; Biotina – 0.10 g; Vit K3 – 3.0 g; Ac. Fólico – 1.0 g; Ac. Nicotílico – 50.0 g; Vit B12 – 15000 mcg; Selênio – 0.25 g e Veículo q.s.p. – 1000 g; ²Conteúdo: Mg – 16.0 g; Fe – 100.0 g; Zn – 100.0 g; Cu – 2.0 g; Co – 2.0 g; I – 2.0 g e veículo q.s.p. – 1.000 g; ³Coxistac 12% (Salinomicina); ⁴BHT; ⁵ Stafac 500 (Virginiamicina).

Um segundo ensaio de digestibilidade foi realizado no Laboratório de Metabolismo e Fisiologia de Aves da UNIOESTE, para determinação dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos do alimento DDGS, utilizando a técnica da “alimentação forçada”, descrita por Sibbald (1976), com galos Leghorn adultos cecectomizados, com peso médio de

1.912 ± 133,73 g. Os galos foram cecectomizados conforme a metodologia descrita por Pupa et al. (1998), utilizando anestesia local e laparotomia abdominal.

Foram utilizados 12 galos, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por um alimento teste, seis repetições e um galo por unidade experimental. Concomitantemente, seis aves foram mantidas em jejum para determinação das perdas endógenas e metabólicas dos aminoácidos.

Os aminogramas do alimento e das excretas foram realizados no Laboratório da Evonik Industries AG, na Alemanha, por meio de cromatografia líquida de alta performance (HPLC), segundo metodologia descrita pela AOAC (1995).

Os galos foram alojados individualmente em gaiolas metálicas de recria adaptadas para ensaios de metabolismo (50 x 50 cm) e submetidos a um período de adaptação de cinco dias onde receberam alimentação (dieta formulada à base de milho e farelo de soja para atender às exigências de frangos de corte em crescimento (Rostagno et al., 2011) em dois turnos de uma hora cada, sendo uma hora pela manhã e outro à tarde, a fim de promover dilatação do papo.

Antes da ingestão forçada do alimento, os galos foram submetidos a jejum de 24 horas, para esvaziamento do trato digestório e após este período, cada ave foi alimentada com 30 g do alimento teste divididos em duas porções de 15 g, fornecidos as 8 e 17 h, a fim de evitar regurgitações. A introdução do alimento ocorreu por intermédio de um funil-sonda, via esôfago até o ingluvívio. A coleta total de excretas foi realizada durante 56 horas após a primeira alimentação, coleta esta realizada em dois horários, as 8 e 17 h, afim de evitar fermentação das mesmas. As excretas foram depositadas em bandejas revestidas com plásticos e colocadas sob o piso das gaiolas. Ao final do período de coleta, estas foram quantificadas, homogeneizadas, secas em estufa de ventilação forçada a 50°C, moídas e realizadas análises de matéria seca e aminoácidos. A temperatura e a umidade relativa durante o período experimental foram de 30,07°C e 78,96%, respectivamente para máxima e de 23,62°C e 49,96%, respectivamente para mínima.

Com base nos aminogramas, no consumo de alimentos e na produção de excretas, foi calculada a quantidade de aminoácidos ingeridos e excretados, bem como a fração metabólica e endógena obtida com galos em jejum. Em seguida, procedeu-se à determinação dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e o conteúdo digestível verdadeiro de cada

aminoácido presente no alimento (DDGS). Todos os cálculos utilizados foram descritos por Rostagno e Featherston (1977).

3.2.2. Avaliação dos níveis de inclusão do DDGS sobre o desempenho e características de carcaça

Para a avaliação da inclusão de DDGS em rações para frangos de corte foram realizados três ensaios de desempenho. Em todos os ensaios de desempenho foram utilizados frangos de corte Cobb Slow, machos e fêmeas, distribuídos em 50 unidades experimentais (UE), em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, sendo um dos fatores o sexo (macho e fêmea) e o outro fator a inclusão de cinco níveis de DDGS (0; 5; 10; 15; e 20% de inclusão).

Os ensaios foram conduzidos em Aviário Experimental, localizado na Fazenda Experimental Prof. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, construído em alvenaria, com 20 metros de comprimento e 8 metros de largura, dividido em 50 boxes de 1,76m².

De 1 a 21 dias de idade, foram utilizadas 23 aves por UE (1150 pintos de corte), com peso médio inicial de $46,33 \pm 0,22$ g. De 22 a 42 dias de idades, foram utilizados 900 frangos de corte (18 aves/UE), com peso médio inicial de $972,50 \pm 25,79$ g e de 36 a 45 dias de idades, foram utilizados 16 aves por UE (800 frangos de corte), com peso médio inicial de $1930,69 \pm 152,95$ g. Todas as aves foram pesadas individualmente e distribuídas uniformemente por faixa de peso e sexo em 50 UE de acordo com a metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2007). Em cada UE foi utilizado como material de cama 10 cm de maravalha de pinus nova.

As aves utilizadas de 22 a 42 e de 36 a 45 dias de idade foram recriadas em aviário comercial recebendo rações comerciais (pré-inicial, inicial e de crescimento) e ao atingirem a respectiva idade, foram pesadas e transferidas para o galpão experimental.

O controle de temperatura foi realizado para cada fase de acordo com as exigências das aves, sendo que o aquecimento, quando necessário, foi individual por UE com lâmpadas infravermelhas de 250 watts. Para resfriar o ambiente foram utilizados ventiladores e nebulizadores. O aquecimento e o resfriamento foi controlado automaticamente por um painel de controle.

Durante todo o período experimental, as aves receberam 24 horas de iluminação (natural mais artificial). A temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente, (8:00 e 17:00 horas) utilizando termo-higrômetro digital localizado no centro do Aviário Experimental a cinco centímetros de distância das aves. As médias de temperatura máxima, para 1 a 21; 22 a 42 e 36 a 45 dias de idade foram de 33,1°C; 31,5°C; e 30,9°C, respectivamente. As médias de temperatura mínima, para 1 a 21; 22 a 42 e 36 a 45 dias de idade foram de 25,4°C; 27,3°C; e 28,6°C, respectivamente. A média da umidade relativa do ar foi de 69% e de 55%, para máxima e mínima, respectivamente no período de 1 a 21 dias de idade. De 22 a 42 dias de idade a umidade relativa média do ar foi de 80% para máxima e de 43% para mínima e de 36 a 45 dias de idade foi de 87% para máxima e de 55% para mínima.

As exigências nutricionais utilizadas para a formulação das rações experimentais foram baseadas nas recomendações de Rotagno et al. (2011) para a fase de 1 a 21 dias de idade (Tabela 2); de 22 a 35 dias de idade (Tabela 3) e de 36 a 45 dias de idade (Tabela 4). As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja e foram isoenergéticas e isonutritivas (proteína, cálcio, fósforo disponível, sódio, lisina digestível, metionina+cistina digestível e treonina digestível). A composição nutricional do DDGS foi determinada em análise bromatológica e os valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis obtidos em ensaios de metabolismo.

O fornecimento de ração foi realizado em comedouros tubulares, sendo que de 1 a 5 dias de idade foram utilizados comedouros tipo bandejas. A água foi fornecida em bebedouros infantis tipo pressão até o quinto dia de idade e em bebedouros tipo nipple. Ração e água foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental, sempre regulando vazão e altura dos bebedouros e comedouros de acordo com a idade das aves.

A mortalidade foi anotada diariamente, sendo realizada a pesagem da ração da unidade experimental no momento que ocorreu a morte dos animais, para realização das correções no consumo de ração e conversão alimentar (Sakomura e Rostagno, 2007).

Aos 21, 42 e 45 dias de idade, as aves e as sobras de ração foram pesadas, para avaliação do consumo de peso, ganho de peso e conversão alimentar. O ganho de peso foi calculado realizando a diferença entre o peso final com o peso inicial de cada UE em cada período avaliado e a conversão alimentar foi calculada considerando o consumo de ração por ave e o ganho de peso de cada ave, durante cada período avaliado.

Tabela 2. Composição centesimal e química das rações experimentais para frangos de corte (1 a 21 dias) alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS.

Ingredientes (%)	Níveis de inclusão de DDGS (%)				
	0	5	10	15	20
Milho grão	59,71	56,82	53,95	51,10	46,87
Farelo de soja 46%	29,33	27,12	24,90	22,68	22,49
DDGS	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00
Farinha de vísceras integral	4,00	4,00	4,00	4,00	2,64
Óleo de soja degomado	3,20	3,23	3,26	3,27	3,80
Calcário calcítico 38%	1,11	1,14	1,17	1,20	1,28
Fosfato bicálcico	0,61	0,58	0,55	0,52	0,62
Sal comum	0,34	0,32	0,29	0,26	0,25
Bicarbonato de sódio	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11
DL-Metionina 98%	0,382	0,417	0,451	0,487	0,522
L-Lisina.HCl 78%	0,353	0,394	0,437	0,478	0,503
L-Treonina 98%	0,111	0,107	0,103	0,099	0,091
Cloreto de colina 60%	0,061	0,075	0,090	0,105	0,126
Vegpro ¹	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Actigen ²	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Premix Vitamínico Mineral ³	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Notox ⁴	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição					
Proteína bruta (%)	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160
Cálcio (%)	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950
Fósforo disponível (%)	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloro (%)	0,353	0,356	0,359	0,360	0,360
Potássio (%)	0,804	0,813	0,822	0,830	0,870
M+C digestível (%)	0,986	0,986	0,986	0,986	0,986
Lisina digestível (%)	1,280	1,280	1,280	1,280	1,280
Treonina digestível (%)	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819
Triptofano digestível (%)	0,312	0,306	0,301	0,296	0,295

¹Complexo enzimático (amilase, protease e celulase);

²Promotor de crescimento natural;

³Composição: ácido fólico (mín) 816,67mg; ácido pantotênico (mín) 8041,07mg; biotina (mín) 133,33mg; cobre (mín) 6666,67mg; ferro (mín) 40,00g; hidróxido de tolueno butilado 150,00mg; iodo (mín) 2000,00mg; manganês (mín) 66,67g; niacina (mín) 27,58g; selênio (mín) 200,00mg; vitamina a (mín) 6666666,60ui; vitamina b1 (mín) 1304,40mg; vitamina b12 (mín) 20000,00mcg; vitamina b2 (mín) 4000,00mg; vitamina b6 (mín) 2621,11mg; vitamina d3 (mín) 2000000,00ui; vitamina e (mín) 26666,67ui; vitamina k3 (mín) 2032,63mg e zinco (mín) 66,67g;

⁴Adsorvente de micotoxina.

Tabela 3. Composição centesimal e química das rações experimentais para frangos de corte (22 a 35 dias) alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS.

Ingredientes (%)	Níveis de inclusão de DDGS (%)				
	0	5	10	15	20
Milho grão	63,36	60,51	57,63	52,37	46,63
Farelo de soja 46%	22,19	19,98	17,76	17,34	17,28
DDGS	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00
Farinha de vísceras integral	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Farinha de pena	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Óleo soja degomado	4,56	4,59	4,62	5,08	5,64
Calcário calcítico 38%	0,78	0,81	0,84	0,91	0,99
Fosfato bicálcico	1,15	1,10	1,07	1,16	1,26
Sal comum	0,32	0,29	0,27	0,25	0,24
Bicarbonato de sódio	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DL-Metionina 98%	0,272	0,307	0,341	0,377	0,413
L-Lisina.HCl 78%	0,289	0,331	0,373	0,399	0,422
L-Treonina 98%	0,054	0,050	0,046	0,038	0,029
Cloreto de colina 60%	0,053	0,067	0,082	0,102	0,124
Vegpro ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Actigen ²	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Premix vitamínico e mineral ³	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição					
Proteína Bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
EM (kcal/kg)	3.250	3.250	3.250	3.250	3.250
Cálcio (%)	0,842	0,838	0,838	0,841	0,839
Fósforo disponível (%)	0,422	0,419	0,419	0,421	0,419
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloro (%)	0,332	0,336	0,339	0,339	0,338
Potássio (%)	0,678	0,687	0,696	0,732	0,773
M+C digestível (%)	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
Lisina digestível (%)	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Treonina digestível (%)	0,691	0,691	0,691	0,691	0,691
Triptofano digestível (%)	0,184	0,179	0,174	0,173	0,173

¹ Complexo enzimático (amilase, protease e celulase);

² Promotor de crescimento natural;

³ Composição: ácido fólico (mín) 816,67mg; ácido pantotênico (mín) 8041,07mg; biotina (mín) 133,33mg; cobre (mín) 6666,67mg; ferro (mín) 40,00g; hidróxido de tolueno butilado 150,00mg; iodo (mín) 2000,00mg; manganês (mín) 66,67g; niacina (mín) 27,58g; selênio (mín) 200,00mg; vitamina a (mín) 6666666,60ui; vitamina b1 (mín) 1304,40mg; vitamina b12 (mín) 20000,00mcg; vitamina b2 (mín) 4000,00mg; vitamina b6 (mín) 2621,11mg; vitamina d3 (mín) 2000000,00ui; vitamina e (mín) 26666,67ui; vitamina k3 (mín) 2032,63mg e zinco (mín) 66,67g.

Tabela 4. Composição centesimal e química das rações experimentais para frangos de corte (36 a 45 dias) alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS.

Ingredientes (%)	Níveis de inclusão de DDGS (%)				
	0	5	10	15	20
Milho grão	69,27	65,19	61,12	57,04	52,95
Farelo de soja 46%	17,47	16,13	14,98	13,84	12,69
DDGS	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00
Farinha de vísceras de aves	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Farinha de penas	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Óleo de soja degomado	2,78	3,24	3,47	3,70	3,93
Calcário calcítico 38%	0,92	0,90	0,93	0,96	0,98
Fosfato bicálcico	0,10	0,15	0,12	0,08	0,04
Sal comum	0,22	0,24	0,22	0,19	0,17
Bicarbonato de sódio	0,22	0,19	0,18	0,18	0,18
DL-Metionina 98%	0,29	0,23	0,25	0,28	0,30
L-Lisina.HCL 78%	0,34	0,36	0,37	0,38	0,39
L-Treonina 98%	0,06	0,04	0,02	0,01	0,04
Cloreto de colina 60%	0,06	0,06	0,07	0,08	0,06
Vegpro ¹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Actigen ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Premix Vitamínico e mineral ³	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição					
Proteína Bruta (%)	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300
Cálcio (%)	0,800	0,801	0,801	0,801	0,799
Fósforo disponível (%)	0,380	0,380	0,381	0,381	0,379
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloro (%)	0,313	0,313	0,312	0,308	0,304
Potássio (%)	0,618	0,629	0,656	0,683	0,711
M + C digestível (%)	0,766	0,766	0,766	0,766	0,767
Lisina digestível (%)	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
Treonina digestível (%)	0,682	0,682	0,682	0,682	0,695
Triptofano digestível (%)	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168

¹ Complexo enzimático (amilase, protease e celulase);

² Promotor de crescimento natural;

³ Composição: ácido fólico (mín) 1000,00mg/kg; ácido pantotênico (mín) 12,00g/kg; biotina (mín) 200,00mg; cobre (mín) 10,00g/kg; ferro (mín) 60,00g; sódio 2,00 g/kg; iodo (mín) 3000,00mg; manganês (mín) 100,00g/kg; niacina (mín) 40,00g/kg; selênio (mín) 300,00mg; vitamina A (mín) 10000,00UI/kg; vitamina B1 (mín) 2000,00mg; vitamina B12 (mín) 30000,0mcg; vitamina B2 (mín) 6000,00mg; vitamina B6 (mín) 4000,00mg/kg; vitamina D3 (mín) 3000,00UI/kg; vitamina E (mín) 40,00UI/kg; vitamina K3 (mín) 3000,00mg/kg; zinco (mín) 100,00g/kg.

Ao final dos 42 e 45 dias de idade, 2 aves por unidade experimental variando até 5% do peso médio da UE foram selecionadas para avaliação do rendimento de carcaça. Após jejum de 8 horas, as aves foram sacrificadas por deslocamento cervical, posteriormente foi realizada sangria, depena e evisceração. As carcaças evisceradas foram lavadas, gotejadas, e espotejadas. A carcaça inteira, os cortes (peito, pernas e asas), o fígado e a gordura abdominal foram pesados. Para cálculo do rendimento de carcaça foi considerando o peso da carcaça limpa em relação ao peso vivo da ave, enquanto que o rendimento de peito, pernas (coxa e sobrecoxa) e asa foram considerados em relação ao peso da carcaça eviscerada. A gordura abdominal foi constituída pelo tecido adiposo presente ao redor da cloaca, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes e o peso relativo do fígado, foi determinado em função do peso da carcaça.

Os resultados obtidos para desempenho e rendimento de carcaça, cortes, fígado e gordura abdominal, foram submetidos às análises variância e posterior análises de regressão polinomial. Os graus de liberdade referentes aos níveis de inclusão do DDGS, em cada período (1 a 21; 22 a 42 e 36 a 45 dias de idade) foram desdobrados em polinômios ortogonais, para obtenção das equações de regressão. Para a comparação dos resultados da ração testemunha (sem inclusão de DDGS) com cada um dos níveis de inclusão, foi aplicado o teste de Dunnett (Sampaio, 1998). As análises estatísticas foram efetuadas utilizando o sistema de análises estatísticas e genéticas (SAEG) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV, 1999).

3.3. Resultados e discussão

3.3.1. Determinação dos valores energéticos e de aminoácidos digestíveis

A composição química e os valores energéticos do DDGS estão apresentados na Tabela 5. O valor de proteína bruta do DDGS expresso neste trabalho (25,65%) é superior ao do milho (7,88%), similar ao valor do farelo de glúten de milho (21,10%) e inferior ao valor do farelo de soja (44,28%), todos propostos por Rostagno et al. (2011).

Tabela 5. Composição química e valores energéticos do DDGS determinados com frangos de corte de 21 dias de idade, expressos na matéria seca

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

EMA = Energia Metabolizável Aparente; EMAn = EMA corrigida pelo Balanço de Nitrogênio; CMA = Coeficiente de Metabolizabilidade Aparente; CMAn = CMA corrigido pelo Balanço de Nitrogênio.

Quando se compara o valor de EMA do DDGS (2.461 Kcal/Kg) com outros alimentos é possível verificar que os valores são semelhantes aos do farelo de soja (2.254 Kcal/Kg) e abaixo do valor de EMA do milho (3.165 Kcal/Kg), propostos por Rostagno et al. (2011). Ao avaliar a composição do DDGS para frangos de corte, Foltyn et al. (2013) obtiveram valores de proteína bruta e cinzas (26,80% e 4,56% respectivamente) semelhantes aos obtidos no presente estudo, porém o valor de EMA (1.457 Kcal/Kg) obtido pelos autores esteve inferior ao valor obtido nesse estudo. Esta diferença de valores pode estar relacionada tanto com a variedade do milho utilizada para obtenção do etanol, e posteriormente o DDGS, como também com a forma de fabricação do etanol. O DDGS oriundo de fábricas com menor nível tecnológico apresentam valores de energia menores que resíduo proveniente das fábricas modernas (Spiehs et al., 2002).

Guney et al. (2013) avaliou a EMA de cinco amostras diferentes de DDGS para frangos de corte e obteve os valores de 2.944, 2.559, 2.409, 2.319 e 2.255 kcal/kg. Três dos valores apresentados pelo autor estiveram próximos aos valores obtidos neste trabalho. A variação percentual da EMA está intimamente ligada aos valores de extrato etéreo das amostras (Guney et al., 2013). Quando o valor de gordura é alto, o valor de EMA tende a ser alto também e vice-versa.

Na Tabela 6, estão apresentados os valores aminoacídicos do DDGS, determinados no presente trabalho.

Tabela 6. Aminoácidos totais na matéria natural (AAT), coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDV) e seus respectivos desvios padrão, aminoácidos digestíveis na matéria seca (AADMS) e na matéria natural (AADMN) do DDGS.

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

Os valores de aminoácidos totais, quando comparados aos resultados encontrados por Cuevas et al. (2012), apresentaram valores inferiores para lisina, arginina, histidina, valina e triptofano (0,81; 1,26; 0,72; 1,30 e 0,21%), respectivamente. Comparando ainda com o mesmo autor, os valores de cistina e isoleucina (0,51% e 0,98%) apresentaram semelhança, já os demais aminoácidos apresentaram valores superiores, com destaque para leucina, cuja variação foi de 15%. Esta variação pode estar relacionada às diferenças na matéria-prima e particularidades no processo de fabricação, tais como métodos de fermentação, secagem e moagem. Zeng (2012), ao utilizar DDGS oriundo de indústrias localizadas no Canadá, reportou valores de aminoácidos totais semelhantes aos encontrados neste trabalho.

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

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

3.3.2. Avaliação dos níveis de inclusão do DDGS sobre o desempenho e características de carcaça

3.3.2.1. Desempenho de 1 a 21 dias de idade

Nas variáveis de desempenho avaliadas em frangos de corte, de 1 a 21 dias (Tabela 7), não foi observada interação ($P>0,05$) entre sexo e níveis de inclusão de DDGS na alimentação dos animais. Ainda assim, o consumo de ração foi influenciado negativamente pelos níveis crescentes de inclusão do DDGS, cujos valores médios obtidos nos níveis de 5 a 20% diferiram do tratamento-controle, pelo teste de Dunnett ($P<0,05$). Entre sexos, houve diferença ($P<0,05$) para essa mesma variável, cujos valores para machos e fêmeas foram, respectivamente, de 1033,53 e 998,46g.

Ainda assim, a inclusão de até 6% de DDGS, em rações à base de milho e farelo de soja, para frangos de corte de 1 a 21 dias não afetou o consumo de ração das aves, de acordo com trabalho realizado por Lumpkins et al. (2004).

O ganho de peso apresentou efeito linear decrescente ($P<0,01$) em função dos níveis de inclusão do DDGS ($Y = -3,718 \cdot \text{DDGS} + 759,548$ $R^2=0,45$). O teste de Dunnett ($P<0,05$) corroborou esse resultado, uma vez que os valores médios de ganho de peso obtidos em todos os níveis de inclusão de DDGS (5 a 20%) nas rações diferiram do tratamento-controle. Também houve diferenças entre sexos ($P<0,05$) para o ganho de peso, em que os machos (742,57g) apresentaram uma média 4% superior às fêmeas (714,05g). O ganho de peso superior para os machos já era um resultado esperado, uma vez que os animais desse sexo tendem a ganharem mais peso que as fêmeas, devido a questões hormonais e de consumo alimentar.

Em experimento com níveis de 0 a 21% de DDGS para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, Cuevas et al. (2012) obtiveram piora no ganho de peso a partir de 14% de inclusão do resíduo na alimentação das aves. Em trabalho realizado por Lumpkins et al. (2004), o ganho de peso foi prejudicado, em relação ao grupo-controle, apenas a partir da inclusão de 12% de DDGS em rações à base de milho e farelo de soja, para frangos de corte de 1 a 21 dias.

Uma explicação possível para a queda no ganho de peso das aves em função da inclusão de níveis crescentes de DDGS nas rações é que a substituição do farelo de soja pelo resíduo tenha afetado a qualidade aminoacídica da proteína presente na dieta. Além disso, como o DDGS

substituí em até 23% o farelo de soja, pode ter ocorrido um desequilíbrio de aminoácidos essenciais na formulação, e mesmo as rações tendo sido corrigidas pela inclusão de aminoácidos sintéticos, o efeito tampão do alto conteúdo de fibra presente no resíduo (72,95% de FDN) pode ter contribuído para a elevação do pH gástrico (Martínez, 2005) e, conseqüentemente, a baixa ativação das enzimas proteolíticas, comprometendo a hidrólise e absorção dos aminoácidos essenciais presentes na dieta, conforme já relatado em outros trabalhos (Dale & Batal, 2003; Lumpkins et al. 2004; Cuevas et al., 2012). Em função disso, o ganho de massa muscular pode ter sido prejudicado, sobretudo na fase inicial, em que as aves ainda apresentam baixa capacidade de digestão da fração fibrosa solúvel.

Tabela 7. Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS, de 1 a 21 dias de idade

Níveis de DDGS (%)	Consumo ração (g) ¹	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g/g)
0 (controle)	1060,25 ± 14,43 ³	789,27 ± 6,55	1,343 ± 0,011
5	1013,59 ± 11,43*	739,47 ± 5,67*	1,371 ± 0,011
10	1007,19 ± 13,55*	719,76 ± 9,41*	1,399 ± 0,008*
15	1008,73 ± 14,41*	713,44 ± 7,68*	1,414 ± 0,015*
20	990,22 ± 8,75*	679,61 ± 5,92*	1,457 ± 0,006*
Macho ²	1033,53 ± 8,40 ^a	742,57 ± 7,98 ^a	1,394 ± 0,011
Fêmea	998,46 ± 8,07 ^b	714,05 ± 7,83 ^b	1,400 ± 0,009
CV (%)	3,65	2,37	2,57
Sexo x Inclusão	0,82	0,46	0,98
Sexo	<0,01	<0,01	0,54
Inclusão	<0,01	<0,01	<0,01
Desdobramento em polinômios ortogonais (regressão polinomial)			
Inclusão	0,48	<0,01	<0,01
Linear	0,18	<0,01	<0,01
Quadrática	0,59	0,22	0,53
Equações de regressão polinomial			
Ganho de peso	GP = -3,718 * DDGS + 759,548 (R ² = 0,45)		
CA	CA = 0,00548 * DDGS + 1,34181 (R ² = 0,47)		

¹Médias com asterisco diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de significância;

²Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si a 5% de significância pelo teste F;

³Erro padrão da média.

Os níveis crescentes de inclusão do DDGS nas rações resultaram em piora na conversão alimentar, que sofreu elevação linear (P<0,01) em função da elevação nos níveis do resíduo avaliado (Y= 0,00548*DDGS+1,34181 R²=0,47). Ainda assim, pelo teste de Dunnett (P<0,05), houve piora na conversão alimentar apenas nos níveis de 10 a 20% de inclusão do DDGS em relação ao tratamento-controle. Esse resultado parece coerente com o obtido Loar et al. (2010),

que avaliaram níveis de 0 a 8% de inclusão de DDGS na alimentação de frangos de corte de 1 a 14 dias e não obtiveram efeito sobre a conversão alimentar e nenhuma outra variável de desempenho. Assim, os autores concluíram que o DDGS pode ser empregado em até 8% de substituição ao milho e/ou farelo de soja nas rações para aves em fase inicial.

De modo geral, todas as variáveis de desempenho avaliadas para frangos de corte machos e fêmeas, de 1 a 21 dias de idade, foram prejudicadas pela inclusão de diferentes níveis de DDGS nas rações, não sendo indicado seu uso na alimentação dessa categoria animal.

3.3.2.2. Desempenho de 22 a 42 dias de idade

Entre as variáveis de desempenho estudadas dos 22 aos 42 dias (Tabela 8), o consumo de ração foi influenciado negativamente pelos níveis crescentes de inclusão do DDGS, cujos valores médios obtidos nos níveis de 5 a 20% diferiram do tratamento-controle, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$). Entre sexos, houve diferença ($P < 0,05$) para essa mesma variável, cujos valores para machos e fêmeas foram, respectivamente, de 3246,26 e 2906,16g, o que permite inferir que o consumo de ração de machos foi 11,70% superior ao de fêmeas. Resultados semelhantes foram reportados por Klingenberger & Ferrufino (2006), os quais avaliando a inclusão de DDGS em rações de frangos de corte também não observaram diferença significativa no consumo de ração a partir dos 21 dias de idade, onde machos ingeriram mais ração do que fêmeas.

O ganho de peso apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,01$) em função dos níveis de inclusão do DDGS ($Y = -5,73518 * DDGS + 1706,35$ $R^2 = 0,45$). O teste de Dunnett ($P < 0,05$) corroborou esse resultado, uma vez que os valores médios de ganho de peso obtidos em todos os níveis de inclusão de DDGS (5 a 20%) nas rações diferiram do tratamento-controle. Este efeito provavelmente pode estar relacionado com a digestibilidade dos nutrientes. Segundo Morita (2011), a ingestão de fibra pode aumentar o número de células caliciformes intestinais, diminuindo o pH intestinal e conseqüentemente o tamanho dos vilos, o que ocasiona redução no desempenho das aves.

Resultados divergentes foram observados por Klingenberger & Ferrufino (2006), os quais alimentaram frangos de corte com ração contendo DDGS e farinha de carne, tendo obtido valores de ganho de peso superior aos animais alimentados com rações convencionais, à base de milho e farelo de soja. Em contrapartida, Cuevas et al. (2012) avaliaram níveis de inclusão de DDGS para

frangos de corte de 22 a 42 dias e observaram diminuição do ganho de peso e aumento da conversão alimentar quando a inclusão foi superior a 7%.

Tabela 8. Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS, de 22 a 42 dias de idade

Níveis de DDGS (%)	Consumo ração (g) ¹	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g/g)
0 (controle)	3169,68 ± 70,21 ³	1742,89 ± 52,52	1,823 ± 0,017
5	3063,84 ± 50,94*	1677,55 ± 39,63*	1,829 ± 0,014
10	3045,06 ± 48,77*	1651,77 ± 35,89*	1,846 ± 0,014
15	3044,60 ± 64,24*	1615,16 ± 39,14*	1,887 ± 0,013*
20	3057,87 ± 76,23*	1594,17 ± 40,50*	1,919 ± 0,012*
Macho ²	3246,26 ± 19,27 ^a	1773,69 ± 14,77 ^a	1,832 ± 0,012
Fêmea	2906,16 ± 18,75 ^b	1538,93 ± 12,75 ^b	1,889 ± 0,006
CV (%)	2,72	2,90	1,61
Sexo x Inclusão	0,10	0,36	0,05
Sexo	<0,01	<0,01	<0,01
Inclusão	<0,01	<0,01	<0,01
Desdobramento em polinômios ortogonais (regressão polinomial)			
Inclusão	0,93	<0,01	<0,01
Linear	0,87	<0,01	<0,01
Quadrática	0,43	0,85	0,40
Sexo	0,06	0,80	0,04
Macho			<0,01 (Linear)
Fêmea			<0,01 (Linear)
Equações de regressão polinomial			
Ganho de peso	GP = -5,73518 * DDGS + 1706,35 (R ² = 0,45)		
CA (macho)	CA _{macho} = 0,0085315 * DDGS + 1,73749 (R ² = 0,72)		
CA (fêmea)	CA _{fêmea} = 0,0038457 * DDGS + 1,84797 (R ² = 0,46)		

¹Médias com asterisco diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de significância;

²Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si a 5% de significância pelo teste F;

³Erro padrão da média.

Também houve diferenças entre sexos (P<0,05) para o ganho de peso, em que os machos (1773,69g) apresentaram uma média 15,25% superior às fêmeas (1538,93g). Silva Filho (2004), avaliando níveis energéticos para frangos de corte, também reportou que os animais machos apresentaram melhor eficiência em ganho de peso quando comparados com animais de sexo feminino.

Houve interação (P=0,05) entre sexo e níveis de inclusão do DDGS apenas para a conversão alimentar. Ao desdobrar a interação, observou-se efeito linear crescente (P<0,01) para sexo, de modo que os níveis de inclusão do DDGS elevaram a conversão alimentar de machos (Y= 0,0085315*DDGS+1,73749 R²=0,72) e fêmeas (Y= 0,0038457*DDGS+1,84797 R²=0,46).

Embora a queda na conversão alimentar tenha sido mais acentuada para machos em função dos níveis crescentes de inclusão do DDGS, de modo geral, já a partir do primeiro nível de inclusão do alimento-teste (5%) ocorreu piora na conversão alimentar para ambos os sexos. Ainda assim, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$), houve piora na conversão alimentar apenas para os níveis de 15 e 20% de inclusão do DDGS em relação ao tratamento-controle, o que pode estar relacionado com a ação causada pela fração solúvel da fibra presente nesse resíduo.

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

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

3.3.2.3. Desempenho de 36 a 45 dias de idade

Não houve interação ($P > 0,05$) entre o sexo das aves e os níveis de inclusão do DDGS nas rações de frangos de corte, de 36 a 45 dias de idade, para as variáveis de desempenho (Tabela 9). Ainda assim, houve efeito ($P < 0,05$) do sexo sobre o consumo de ração, em que os valores para machos e fêmeas foram, respectivamente, de 1684,98 e 1417,93g; o que permite denotar que o consumo de ração de machos foi 18,83% superior ao de fêmeas.

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

O ganho de peso foi influenciado negativamente pelos níveis de inclusão do DDGS, cujos valores médios obtidos nos níveis de 10 a 20% diferiram do tratamento-controle, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$). Além disso, houve diferenças entre sexos ($P < 0,05$), cujo valor médio obtido para machos (858,74g) foi 27,10% superior ao das fêmeas (675,65g). De certo modo, esse

resultado já era previsto, uma vez que o consumo de ração também foi superior para os machos, o que conseqüentemente resultou em maior acréscimo de peso corporal.

Ainda assim, Bolu et al. (2012) verificaram que a inclusão de 10% de DDGS em dietas para frangos de corte não afetou o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes, podendo diminuir custos na produção de aves. Já Jung et al. (2012) verificaram que a inclusão de até 12% de DDGS na dieta não afetou o ganho de peso ou o consumo de ração, mas houve impacto negativo sobre a eficiência alimentar. Esses autores também observaram que a inclusão de DDGS na dieta tende a reduzir o rendimento de carne de peito.

Em estudo realizado por Lumpkins et al. (2004), o ganho de peso de frangos de 1 a 42 dias foi reduzido com inclusão de 18% de DDGS. Assim, os autores concluíram que a inclusão recomendada foi de até 12% de DDGS em dietas de crescimento e 15% em dietas finais, e salientaram que inclusões maiores de 10% exigem que se faça um ajuste para lisina, metionina, treonina, triptofano e energia metabolizável.

Tabela 9. Consumo de ração, conversão alimentar e ganho de peso de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS, de 36 a 45 dias de idade

Níveis de DDGS (%)	Consumo ração (g) ¹	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g/g)
0 (controle)	1579,62 ± 55,28 ³	808,25 ± 41,73	1,970 ± 0,038
5	1545,06 ± 54,95	774,06 ± 36,27	2,006 ± 0,028
10	1545,75 ± 46,44	757,94 ± 29,94*	2,047 ± 0,021*
15	1541,17 ± 46,03	752,81 ± 30,97*	2,056 ± 0,025*
20	1545,69 ± 51,52	742,92 ± 30,35*	2,087 ± 0,021*
Macho ²	1684,98 ± 15,97 ^a	858,74 ± 11,89 ^a	1,966 ± 0,016
Fêmea	1417,93 ± 14,41 ^b	675,65 ± 8,37 ^b	2,100 ± 0,008
CV (%)	5,28	6,39	2,40
Sexo x Inclusão	0,80	0,40	0,18
Sexo	<0,01	<0,01	0,12
Inclusão	0,83	0,04	<0,01
Desdobramento em polinômios ortogonais (regressão polinomial)			
Inclusão	0,99	0,56	<0,01
Linear	0,98	0,17	<0,01
Quadrática	0,94	0,84	0,75
Regressão Polinomial			
CA	CA = -0,00500518 * DDGS + 1,98629 (R ² = 0,13)		

¹Médias com asterisco diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de significância;

²Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si a 5% de significância pelo teste F;

³Erro padrão da média.

A conversão alimentar foi influenciada negativamente pelos níveis de inclusão do DDGS, cujos valores médios obtidos nos níveis de 10 a 20% diferiram do tratamento-controle, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$). Também foi observada resposta linear crescente ($P < 0,01$) da conversão alimentar em função dos níveis de inclusão do DDGS ($Y = -0,00500518 * DDGS + 1,98629$, $R^2 = 0,13$), provavelmente devido à menor digestibilidade dos nutrientes causada pelo maior teor de fibras presente no DDGS. Ainda assim, observou-se que a equação linear para conversão alimentar em função dos níveis de DDGS apresentou ajuste insatisfatório, uma vez que o coeficiente de determinação (R^2) obtido correspondeu a apenas 0,13; considerado baixo, de acordo com Sampaio (2007).

De acordo com Pimentel-Gomes (2000), o coeficiente de determinação representa o percentual da variância de uma das variáveis que pode ser explicado a partir do valor de outra variável. Em outras palavras, no presente caso, 13% dos valores obtidos para conversão alimentar podem ser explicados pela variabilidade dos níveis de inclusão de DDGS nas rações. Os outros 87% de variância são devidos a outros fatores não mensurados, tais como condições ambientais, de manejo, status sanitário dos animais, entre outros. Nesse sentido, Banzatto & Kronka (1989) explicam que o valor de R^2 representa o percentual de acurácia dos resultados obtidos numa determinada regressão.

Ainda assim, embora o valor de R^2 obtido na regressão linear ajustada para a conversão alimentar tenham sido baixo (Tabela 10), a comparação entre as médias dos tratamentos (10, 15 e 20% de inclusão de DDGS) e a média da ração referência, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$), corroboram o efeito prejudicial do DDGS sobre a taxa de conversão, em nível igual ou superior a 10%.

De modo geral, os níveis crescentes de inclusão de DDGS nas rações para frangos de corte, nas fases de crescimento (1-21 dias) e terminação (22-42 e 36-45 dias) apresentaram efeitos prejudiciais sobre as variáveis de desempenho, reduzindo o consumo de ração e o ganho de peso, e elevando a conversão alimentar, tanto para machos quanto para fêmeas.

3.3.2.4. Rendimento de carcaça e cortes aos 42 e 45 dias de idade.

O rendimento de carcaça de frangos de corte, machos e fêmeas, abatidos aos 42 dias (Tabela 10) foi influenciado negativamente pelos níveis de inclusão do DDGS, cujos valores

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

Lumpkins et al. (2004) avaliaram DDGS de milho para frangos de corte e observaram valores de 70% de rendimento de carcaça nas aves alimentadas com 0 a 18 % do DDGS. Fruchi (2013), em trabalho utilizando DDGS de sorgo, encontrou 69% de rendimento de carcaça em frangos de corte alimentados com inclusão de até 15%, sendo que quando a inclusão aumentou para 20 a 25% a média de rendimento de carcaça baixou para 66%. No trabalho desta autora, o rendimento de carcaça foi semelhante ao obtido no presente estudo, em que conforme aumentou o nível de inclusão do alimento DDGS, ocorreu uma diminuição dos valores de rendimento.

Houve interação significativa ($P < 0,01$) entre o sexo e os níveis de inclusão de DDGS para o rendimento de peito, em que as fêmeas apresentaram comportamento linear decrescente ($Y = -0,0701 * DDGS + 39,1314$ $R^2 = 0,13$) em função dos níveis crescentes de inclusão de DDGS nas rações.

Foi observado efeito quadrático ($P < 0,01$) dos níveis de inclusão de DDGS sobre o rendimento de perna ($Y = -0,01244 * DDGS^2 + 0,35995 * DDGS + 25,8563$), em que o maior valor (28,46%) foi estimado ($R^2 = 0,15$) ao nível de 14,47% de inclusão DDGS na ração. Ainda assim, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$), o nível considerado inferior ao tratamento-controle para rendimento de perna foi apenas o de 15%. Essa variável sofreu ainda efeito ($P < 0,05$) de sexo, cujos valores para machos e fêmeas foram, respectivamente, de 28,12 e 27,68%, o que permite denotar que o rendimento de perna dos machos foi 1,59% superior ao das fêmeas.

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

Houve comportamento quadrático ($P < 0,01$) do rendimento de asa ($Y = -0,005888 * DDGS^2 + 0,158712 * DDGS + 9,22756$) em função dos níveis de inclusão de DDGS, cujo maior valor (28,46%) foi estimado ($R^2 = 0,14$) ao nível de 13,48% de inclusão DDGS na ração. Entretanto, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$), os níveis considerados inferiores ao tratamento-controle para rendimento de asa foram apenas os de 10 e 15%.

No entanto, Wang et al. (2007) não obtiveram resposta do nível de DDGS sobre o peso corporal para níveis de inclusão de até 25%. De acordo com os autores, aves alimentadas com

dietas contendo 25% de DDGS tiveram menor rendimento de peito em relação ao peso vivo, mas não quando expresso em relação ao peso de carcaça, comparadas com aves que receberam a dieta controle sem DDGS. No entanto, aves alimentadas com 15 e 25% de DDGS apresentaram significativamente menor rendimento de carcaça do que aves que receberam a dieta controle sem DDGS. O rendimento de carcaça foi significativamente maior para as aves alimentadas com dietas contendo 15% de DDGS em comparação ao controle, enquanto o rendimento da asa em relação ao peso da carcaça foi significativamente maior para aves alimentadas com a dieta com 25% de DDGS em comparação aos alimentados com a dieta controle sem DDGS.

Os resultados supracitados, obtidos por Wang et al. (2007), indicam que o DDGS de boa qualidade pode ser usado em dietas de frangos em níveis de 15 a 20%, com pouco efeito adverso sobre o desempenho, mas pode resultar em alguma perda de rendimento de carcaça e rendimento de carne de peito. Da mesma forma, Waldroup et al. (1981) verificaram que a inclusão de 25% de DDGS em dietas para frangos de corte não reduz o peso corporal ou a utilização do alimento, desde que sejam ajustados os níveis de lisina, metionina, treonina, triptofano e energia.

Foi obtida resposta linear decrescente ($P < 0,01$) para rendimento de GA de frangos de corte, machos e fêmeas, em função dos níveis crescentes de DDGS adicionados às rações ($Y = -0,025138 * DDGS + 2,71452$ $R^2 = 0,09$). Ainda assim, os níveis de inclusão de DDGS que geraram valores de GA inferiores aos do tratamento-controle, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$), foram de 15 e 20% apenas. Para essa mesma variável, houve ainda efeito ($P < 0,05$) de sexo, em que as fêmeas apresentaram um rendimento de GA 32,38% superior ao dos machos. Essas apresentaram 2,78% enquanto aqueles 2,10%.

Estes valores foram diferentes dos encontrados por Silva Filho et al. (2004), que avaliaram o efeito do nível energético das rações em função do desempenho de frangos de corte. Os autores não observaram diferença significativa entre frangos de corte machos e fêmeas. A esse respeito, Gaya (2003) afirma que a deposição de gordura é influenciada pelas características fenotípicas e genotípicas das aves, não tendo um padrão dentro da espécie, o que pode explicar a diferença apresentada neste trabalho.

Tabela 10. Rendimento de carcaça, peito, perna, asa, gordura abdominal (GA) e peso relativo de fígado (PRF), para frangos abatidos aos 42 e 45 dias de idade

Níveis de DDGS (%)	Carcaça (%) ¹	Peito (%)	Perna (%)	Asa (%)	GA (%)	PRF (%)
Rendimento de carcaça e cortes de 22 a 42 dias de idade						
0 (controle)	74,28 ±0,22 ³	37,78 ±0,26	27,42 ±0,20	9,81 ±0,08	2,60 ±0,09	2,43 ±0,05
5	73,32±0,21*	38,16 ±0,20	27,52 ±0,19	9,88 ±0,10	2,59 ±0,11	2,40 ±0,05
10	73,01±0,16*	38,37 ±0,23	27,66 ±0,21	10,22 ±0,10*	2,43 ±0,11	2,43 ±0,06
15	72,93±0,24*	37,92 ±0,25	29,00 ±0,20*	10,29 ±0,08*	2,38 ±0,10*	2,32 ±0,05
20	72,80±0,18*	37,68 ±0,21	27,90 ±0,19	10,04 ±0,07	2,19 ±0,07*	2,50 ±0,06
Macho ²	73,49 ±0,15	38,06 ±0,14	28,12 ±0,16 ^a	10,10 ±0,06	2,10 ±0,04 ^b	2,43 ±0,03
Fêmea	73,05 ±0,16	38,02 ±0,17	27,68 ±0,14 ^b	9,99 ±0,06	2,78 ±0,05 ^a	2,41 ±0,04
CV (%)	1,38	2,62	3,12	3,85	11,23	10,10
Sexo x Inclusão	0,73	<0,01	0,11	0,16	0,11	0,18
Sexo	0,03	0,86	0,01	0,15	<0,01	0,71
Inclusão	<0,01	0,38	<0,01	<0,01	<0,01	0,24
Desdobramento em polinômios ortogonais (regressão polinomial)						
Inclusão	0,42	0,46	<0,01	<0,01	<0,01	0,14
Linear	0,11	0,29	<0,01	0,14	<0,01	0,45
Quadrática	0,69	0,70	<0,01	<0,01	0,82	0,20
Sexo x Inclusão	0,59	<0,01	0,08	0,14	0,06	0,16
Macho		>0,05				
Fêmea		0,02 (Lin)				
Perna	Perna = -0,01244*DDGS ² + 0,35995*DDGS + 25,8563 (R ² =0,15) (X= 14,47% DDGS)					
Asa	Asa = -0,005888*DDGS ² + 0,158712*DDGS + 9,22756 (R ² =0,14) (X= 13,48% DDGS)					
GA	GA = -0,025138*DDGS + 2,71452 (R ² =0,09)					
Peito fêmea	Peito fêmea = -0,0701*DDGS + 39,1314 (R ² =0,13)					
Rendimento de carcaça e cortes de 36 a 45 dias de idade						
0 (controle)	76,25±0,22	37,54 ± ,09	27,82 ±0,21	10,23 ±0,09	2,50 ± 0,09	2,12 ± 0,03
5	75,83±0,23	37,44 ±0,22	27,72 ±0,15	10,44 ±0,09	2,50 ± 0,08	2,15 ± 0,03
10	75,22±0,21*	37,53 ±0,22	28,16 ±0,17	10,27 ±0,11	2,42 ± 0,09	2,06 ± 0,04
15	74,28±0,23*	36,98 ±0,21	28,31 ±0,23	10,70 ±0,46*	2,28 ± 0,10*	2,12 ± 0,05
20	74,18±0,22*	37,68 ±0,21	28,02 ±0,22	10,56 ±0,10*	2,24 ± 0,08*	2,12 ± 0,05
Macho	75,32 ±0,18	37,30 ±0,13	28,15 ±0,14	10,37 ±0,07	2,10 ± 0,04 ^b	2,07 ± 0,03 ^b
Fêmea	74,98 ±0,19	37,57 ±0,15	27,86 ±0,12	10,51 ±0,06	2,68 ± 0,04 ^a	2,16 ± 0,03 ^a
CV (%)	1,34	2,62	2,99	4,30	11,26	8,14
Sexo x Inclusão	0,51	0,66	<0,01	0,10	0,98	<0,01
Sexo	0,10	0,18	0,09	0,13	<0,01	<0,01
Inclusão	<0,01	0,20	0,16	<0,01	<0,01	0,57
Desdobramento em polinômios ortogonais (regressão polinomial)						
Inclusão	<0,01	0,15	0,14	0,03	0,01	0,46
Linear	<0,01	0,86	0,21	0,09	<0,01	0,86
Quadrática	0,27	0,18	0,05	0,89	0,71	0,30
Sexo x Inclusão	0,62	0,63	<0,01	0,13	0,97	<0,01
Macho			<0,01(Quad)			0,02 (Quad)
Fêmea			>0,05			>0,05
Rend. Carcaça	Carcaça = - 0,118 * DDGS + 76,3516 (R ² = 0,30)					
GA	GA = - 0,01797 * DDGS + 2,58594 (R ² = 0,06)					
Perna Macho	Perna Macho = -0,02181*DDGS ² + 0,563706*DDGS + 25,1693 (R ² =0,30) (X=12,92%DDGS)					
Fígado Macho	Fígado Macho = 0,00282*DDGS ² - 0,06291*DDGS + 2,32576 (R ² =0,15) (X=11,15%DDGS)					

¹Médias com asterisco diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de significância;

²Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si a 5% de significância pelo teste F;

³Erro padrão da média.

O rendimento de carcaça de frangos de corte, machos e fêmeas, abatidos aos 45 dias (Tabela 10) foi influenciado ($P < 0,01$) negativamente pelos níveis de inclusão do DDGS, tendo havido comportamento linear decrescente ($Y = -0,118 * DDGS + 76,3516$ $R^2 = 0,30$) em função dos níveis crescentes de inclusão de DDGS nas rações. Nesse sentido, Lumpkins et al. (2004) encontraram rendimento de carcaça em torno de 70% para aves alimentadas com 0 a 18% de DDGS de milho, sendo inferiores aos obtidos no presente estudo, que oscilaram entre 74,18 e 76,25%.

Ainda assim, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$), os valores médios do rendimento de carcaça obtidos apenas nos níveis de 10 a 20% foram inferiores aos obtidos no tratamento-controle. Já para o rendimento de asa, apenas os níveis de inclusão de 15 e 20% de DDGS resultaram em valores médios inferiores aos obtidos no tratamento-controle, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$). Entretanto, Lumpkins et al. (2004) relataram que frangos de corte podem ser alimentados com 15% de DDGS de milho sem afetar o rendimento de carcaça ou cortes. Por outro lado, Wang et al. (2007) verificaram que o rendimento de carcaça reduziu linearmente em função do aumento do conteúdo de DDGS, sendo que o rendimento de carcaça de frangos de corte foi menor quando foram alimentados com dietas contendo 15% e 25% de DDGS, mas não em dietas contendo 5%, 10% e 20% de DDGS.

Também Foltyn et al. (2013) não observaram diferença no rendimento de carcaça com o fornecimento de 6, 12 ou 18% de DDGS de milho em dietas para frangos de corte machos. Já Abdel-Raheem et al. (2011) observaram uma redução significativa no rendimento de carcaça quente e fria para 12% de inclusão de DDGS de milho e trigo. Wang et al. (2007) observaram que quando alimentados com 30% de DDGS, frangos apresentaram menor rendimento de carne de peito, atribuível a uma deficiência de arginina (Corzo et al., 2003).

Houve interação significativa ($P < 0,01$) entre o sexo e os níveis de inclusão de DDGS para o rendimento de perna, em que os machos apresentaram comportamento quadrático, de modo que o maior valor estimado ($R^2 = 0,30$) pela equação de regressão ($Y = -0,02181 * DDGS^2 + 0,563706 * DDGS + 25,1693$) correspondeu a 28,82%, ao nível de 12,92% de inclusão de DDGS na ração.

Novamente, o maior rendimento de perna obtido para machos pode estar relacionado ao maior ganho de peso obtido para esse sexo que, por sua vez, foi resultante do maior consumo de ração em relação às fêmeas. Ainda assim, Wang et al. (2007) não verificaram diferença

significativa no rendimento de coxa e sobrecoxa para frangos de corte de 1 a 42 dias em função do fornecimento de 0, 15 ou 30% de DDGS na dieta.

Houve resposta linear decrescente ($P < 0,01$) para rendimento de GA de frangos de corte, machos e fêmeas, em função dos níveis crescentes de DDGS adicionados às rações ($Y = -0,01797 * DDGS + 2,58594$ ($R^2 = 0,06$)). Ainda assim, o teste de Dunnett revelou ($P < 0,05$) que apenas os níveis de inclusão de 15 e 20% de DDGS resultaram em valores médios inferiores aos obtidos no tratamento-controle. Para essa variável, ainda houve diferenças entre sexos ($P < 0,05$), cujos valores para machos e fêmeas foram, respectivamente, de 2,10 e 2,68%, o que permite inferir que o rendimento de GA dos machos foi 27,68% inferior ao das fêmeas.

As aves do sexo feminino apresentaram maior teor de gordura na carcaça em relação aos machos, nesse estudo. Isto pode ser explicado devido à tendência das fêmeas terem um acúmulo maior de gordura, em virtude dos hormônios envolvidos nos processos fisiológicos. No entanto, Foltyn et al. (2013) avaliaram níveis de inclusão de DDGS em rações para frangos de corte de 1 a 35 dias de idade, porém não observaram diferença na deposição de gordura abdominal, avaliando aos 35 dias de idade para o abate. O nível máximo de rendimento de GA obtido pelos autores supracitados foi 2%, enquanto no presente estudo foram obtidos valores de até 2,5% para rendimento de GA. Esta diferença pode ser explicada devido à idade de abate dos animais, cerca de 10 dias mais jovens que no os animais abatidos no presente estudo.

Foi observada interação significativa ($P < 0,01$) entre o sexo e os níveis de inclusão de DDGS para o peso relativo de fígado (PRF), em que os machos apresentaram comportamento quadrático, de modo que o menor valor estimado ($R^2 = 0,15$) pela equação de regressão ($Y = 0,00282 * DDGS^2 - 0,06291 * DDGS + 2,32576$) correspondeu a 1,97%, ao nível de 11,15% de inclusão de DDGS na ração. Além disso, os valores obtidos para PRF também diferiram ($P < 0,05$) em função dos sexos, em que as fêmeas novamente apresentaram um valor superior ao dos machos. O PRF médio dessas foi de 2,16%, enquanto o daqueles foi de 2,07%, indicando uma diferença de 4,35% entre os valores.

O maior peso relativo de fígado obtido para fêmeas pode ser justificado pela maior deposição de gordura abdominal encontrada para aves desse mesmo sexo. Isso porque, conforme Guyton & Hall (2006), é no fígado que grande parte da síntese de lipídios ocorre, o que pode gerar hipertrofia dos adipócitos, elevando seu peso e, conseqüentemente, o peso do fígado. Ainda

assim, Loar et al. (2010) avaliaram níveis de 0 a 30% de inclusão de DDGS na alimentação de frangos de corte de 14 a 28 dias e não obtiveram efeito sobre o peso relativo de fígado.

De modo geral, os níveis crescentes de inclusão de DDGS nas rações para frangos de corte abatidos aos 42 e aos 45 dias resultaram em queda no rendimento de carcaça e maior deposição de gordura abdominal nas fêmeas.

3.4. Conclusões

No presente trabalho, os valores de EMA, EMAn, CMA e CMAn do DDGS foram de 2.461 kcal/kg, 2.282kcal/kg, 51,37% e 47,63%, respectivamente, para frangos de corte aos 21 dias de idade. Os valores de aminoácidos totais variaram de 0,180% a 3,370%, para triptofano e leucina, respectivamente. Os valores dos coeficientes de digestibilidade variaram entre 89,17% (lisina) e 97,01% (leucina).

Níveis de 5 a 20% de inclusão de DDGS em rações para frangos de corte machos e fêmeas, de 1 a 21; de 22 a 42; e de 35 a 45 dias de idade promoveram queda no desempenho, além de queda no rendimento de carcaça de frangos de corte abatidos aos 42 e 45 dias e maior deposição de gordura abdominal nas fêmeas.

3.5. Considerações Finais

O conhecimento do valor nutricional dos ingredientes empregados em rações para animais é essencial para o correto balanceamento das dietas, de acordo com cada espécie e categoria. E, quando se trata de um alimento alternativo, quer seja um resíduo industrial ou uma matéria-prima específica, torna-se ainda mais importante o estudo detalhado dos componentes desse alimento.

A composição química, energética e aminoacídica do DDGS avaliado caracterizou-lhe como um alimento rico em nutrientes, mas com alto teor de fibra (72,95% de FDN), o que pode representar um fator limitante em sua utilização para frangos de corte, sobretudo nas fases mais jovens, em que a capacidade de utilização da fibra solúvel ainda é reduzida.

De todo modo, mesmo nas fases de crescimento e terminação (22-42 dias e 35-45 dias), a inclusão do alimento na alimentação dos frangos resultou em queda no desempenho e no rendimento de carcaça, elevando ainda a deposição de gordura abdominal nas fêmeas. Assim, apesar dos níveis apreciáveis de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis, não é

recomendada a utilização do DDGS em rações para frangos de corte, machos e fêmeas, em fase inicial, de crescimento e terminação.

Novos estudos ainda deverão ser conduzidos para avaliar a possibilidade de uso do DDGS em associação com enzimas glicosídicas (Ex: amilase, xilanase, b-glucanase), para verificar a utilização da fibra pelas aves e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça.

3.6. Referências

- ABDEL-RAHEEM, S. M.; LEITGEB, R.; IBEN, C. Effects of dietary inclusion level of distillers' dried grains with solubles (DDGS) from wheat and corn on amino acid digestibilities in broilers. **International Journal of Poultry Science**, v. 10, n. 12, p. 952-958, 2011.
- AOAC International. **Official Methods of Analysis**. 16th ed. AOAC Int., Washington, DC, 1995.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal, FUNEP, 1989. 247p.
- BASTOS, S.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; et al. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**. v.38, n.3, p. 297-303, 2007.
- BOLU, S. A.; ALLI, O. I.; ESUOLA, P. O. Response of broilers to graded levels of distillers dried grain. **Sustainable Agriculture Research**, v. 1, n. 1, p. 147-150, 2012.
- CORZO, A.; MORAN JR., E. T.; HOEHLER, D. Arginine need of heavy broiler males: applying the ideal protein concept. **Poultry Science**, v. 82, p. 402-407, 2003.
- 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 Ciências Pecuárias**, v. 3, n.3, p.331-341, 2012.
- DALE, N. & A. BATAL. Nutritional value of distillers dried grains and solubles for poultry. Pages 1-6 in: 19th Annual Carolina Nutrition Conf., **Proceedings...** Research Triangle Park, NC, 2003.
- FOLTYN, M.; RADA, V.; LICHOVNÍKOVÁ, M.; DRAČKOVÁ, E. Effect of corn DDGS on broilers performance and meat quality. **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, v. 61, p. 59-64, 2013.

- FRUCHI, V.M. Grãos de sorgo secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte. **Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal)**. Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013. 57f.
- GAYA, L.G. Estudo Genético da Deposição de Gordura Abdominal e de Características de Desempenho, Carcaça e Composição Corporal em Linhagem Macho de Frangos de Corte. **Dissertação de Mestrado** – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga. 2003. 99p.
- GUNEY, A.C.; SHIM, M.Y.; BATAL, A.B.; DALE, N.M.; PESTI, G.M. Effect of feeding low-oil distillers dried grains with solubles on the performance of broilers. **Poultry Science**, v.92, p.2070-2076, 2013.
- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- JUNG, B.; MITCHELL, R. D.; BATAL, A. B. Evaluation of the use of feeding distillers dried grains with solubles in combination with canola meal on broiler performance and carcass characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 2, n. 4, p. 776-787, 2012.
- KLINGENBERGER, J.M.R. & FERRUFINO, M.J.O. Determinación de la dieta base para pollos de engorde en Zamorano. **Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura**. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Noviembre. Honduras. 2006.
- LOAR, R.E.; MORITZ, J.S.; DONALDSON, J.R.; CORZO, A. 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, n.10, p.2242-2250, 2010.
- LUMPKINS, B.; BATAL, A.; DALE, N. Use of distillers dried grains plus soluble in laying hen diets. **Journal of Applied Poultry Research** v. 14, p. 25-31, 2005.
- 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.
- MARTÍNEZ, A.C. Nutritional evaluation of DDGS for poultry [**PhD thesis**]. Urbana-Champaign (Illinois), USA: University of Illinois; 2005.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W.; et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. **Agricultural Experiment Station Research Report**, v.11, 11p, 1965.
- MENEGHETTI, C.C.; DOMINGUES, J.L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletronica Nutritime**, v.5, p.512-536, 2008.

- MIN, Y.N.; HANCOCK, A.; YAN, F.; et al. Use of combinations of canola meal and distillers dried grains with soluble in broiler starter diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.18, p.725-733, 2009.
- MORITA, V.S. Efeito da pectina cítrica sobre o desempenho e a saúde do intestino delgado de frangos. **Tese (doutorado em Zootecnia)**. Universidade estadual Paulista, Jaboticabal, 2011. 125f.
- PENZ JR., A.M. & GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de bio-combustível. **Acta Scientiae Veterinariae**, n.36 (Supl 1), p.s107-s117, 2008.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14ed. Piracicaba: DEGASPARI, 2000, 477 p.
- PUPA, J.M.R.; Leão, M.I.; CARVALHO, A.U.; et al. Cecectomia em galos sob anestesia local e incisão abdominal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.5, p.531-535, 1998.
- RIBEIRO, A.M.L.; HENN, J.D.; SILVA, G.L. Alimentos alternativos para suínos em crescimento e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**, n.38 (Supl 1), p.61-71, 2010.
- ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ed. Viçosa, MG: UFV, 2011, 252p.
- ROSTAGNO, H.S. & FEATHERSTON, W.R. Estudos de métodos para determinar disponibilidade de aminoácidos em pintos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.6, n.1, p.64-76, 1977.
- SAKOMURA, N.K. & ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.
- SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 3ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2007, 264p.
- SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada a experimentação animal**. Belo Horizonte- MG, Universidade Federal de Minas Gerais, p. 221, 1998.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. **Poultry Science**, v.55, p. 303-308, 1976.
- SILVA FILHA, O.L.; BARBOZA, W.A.; FARIAS FILHO, R.V.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; RABELLO,C.B.V.; OLIVEIRA, R.J.F.. Efeito do Nível Energético da Ração Sobre o Desempenho e Avaliação de Carcaça de Frangos de Corte no Período de 22 a 42 Dias de Idade. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.11, n.1, p. 194-207. 2004.

- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 2002, 235p.
- 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.26-39, 2002.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV.CPD. **SAEG – Sistema para análise estatística e genética**. Viçosa, MG, 1999, 59p.
- WALDROUP, P. W.; OWEN, J. A.; RAMSEY, B. E.; WHELCHER, D. L. The use of high levels of distillers dried grains plus solubles in broiler diets. **Poultry Science**, v. 60, p. 1479-1484, 1981.
- WANG, Z.; CERRATE, S.; COTO, C. Evaluation of high levels of distillers dried grains with soluble (DDGS) in broiler diets. **International Journal of Poultry Science**, v.10, p.990-996, 2008.
- WANG, Z.; CERRATE, S.; COTO, C.; YAN, F.; WALDROUP, P. W. Utilization of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets using a standardized nutrient matrix. **International Journal Poultry Science**, v. 6, n. 7, p. 470-477, 2007.
- WU, F.; MUNKVOLD, G. Mycotoxins in ethanol co-products: modeling economic impacts on the livestock industry and management strategies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.3900-3911, 2008.
- WYMAN, C.E. **Handbook on Bioethanol: production and utilization**. USA, Washington, DC: Applied Energy Technology Series, 1996, 417p.
- ZENG, Xianjian. Is starch an essential nutrient for growing pigs? **Thesis**. Department of Animal and Poultry Science. University of Saskatchewan. Saskatoon. Canada. July, 2012. 95p.