VIVIANE MURER FRUCHI

Grãos de sorgo secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte

Pirassununga
2013

VIVIANE MURER FRUCHI

Grãos de sorgo secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque

Pirassununga

2013

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2815
FMVZ

Fruchi, Viviane Murer

Grãos de sorgo secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte / Viviane Murer
Fruchi. -- 2013.
57 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2013.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque.

1. DDGS. 2. Frangos de corte. 3. Níveis. 4. Sorgo. I. Título.

Comissão de Ética no uso de animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Utilização de co-produto de sorgo seco por destilação com solúveis para frangos de corte", protocolado sob o nº 2743/2012, utilizando 1248 (mil duzentas e quarenta e oito) aves, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da "Comissão de Ética no uso de animais" da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 17/10/2012.

We certify that the Research "Use of co-product dried by distillation sorghum with solubles for broiler chickens", protocol number 2743/2012, utilizing 1248 (one thousand, two hundred, forty eight) birds, under the responsibility Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by "Ethic Committee in the use of animals" of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved in the meeting of day 10/17/2012.

São Paulo, 18 de outubro de 2012.

Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: FRUCHI, Viviane Murer

Título: Grãos de sorgo secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof.Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof.Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

"I'm thankful to all those who said no to me. It's because of them, I did it myself."

Albert Einstein

Á minha mãe, que é a razão do meu viver.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, inteligência e persistência e por ter me mostrado o que realmente tem valor na vida.

À minha mãe, Tereza, que é tudo para mim, meu alicerce, meu porto seguro, meu exemplo de vida.

Aos meus irmãos e familiares que sempre me apoiaram.

Ao Professor Ricardo, pelo acolhimento.

À minha gata Nana, que ficou incessantemente ao meu lado enquanto dissertava.

À Professora Catarina, pela amizade e fé a mim transmitidos.

Aos estagiários Diego, Thais e Caroline e à Nayara e Maria Tereza pelo auxílio.

A todos, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

E também àqueles que não me ajudaram ao longo do mestrado, pois graças a eles a cada dia me tornei mais forte.

RESUMO

FRUCHI, V. M. **Grãos de sorgo secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte.** [Sorghum dried distillers grains with solubles in broilers diets]. 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP., 2013.

O sucesso da produção animal consiste em menores custos dos fatores de produção. A busca por fontes alternativas na alimentação de frangos de corte, que reduzam custos e mantenham a produtividade, é uma estratégia importante em períodos de crise do setor. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes níveis de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte sobre as características zootécnicas de desempenho (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes), digestibilidade aparente, coloração da carne e viabilidade econômica da utilização do ingrediente. Foram realizados dois ensaios experimentais. No primeiro ensaio, 864 frangos de corte machos da linhagem Cobb, foram distribuídos em seis tratamentos, com 12 repetições de 12 aves cada, criados de 1 a 41 dias de idade para avaliação do desempenho. Aos 42 dias de idade, as aves foram abatidas e submetidas a avaliações da carcaça. No segundo ensaio experimental, 336 pintainhos foram distribuídos em seis tratamentos, com oito repetições de sete aves cada. Foi realizada a coleta de total de excretas de 16 a 19 dias de idade das aves e verificados os parâmetros de digestibilidade aparente. Os tratamentos experimentais atenderam as exigências de Rostagno et al. (2011), sendo isoprotéicas e isoenergéticas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em ambos ensaios experimentais, sendo 0, 5, 10, 15, 20 e 25% de inclusão de DDGS de sorgo nas dietas. As aves apresentaram menores ganhos de peso médio ($p < 0,0001$) com inclusões de 20 e 25% de DDGS, respectivamente, em relação aos demais tratamentos, nas dietas pré-inicial, inicial, crescimento e durante o período total de criação (1 a 41 dias). O consumo médio de ração também foi menor ($p < 0,0001$) pelas aves com o fornecimento do nível máximo (25% de DDGS de sorgo) nas fases inicial, crescimento e durante todo o período de criação. A conversão alimentar também foi pior ($p < 0,0001$) nas fases pré-inicial, inicial e de 1 a 41 dias nas aves que consumiram dietas com 25% de DDGS de sorgo. Inclusões de 20 ou 25% de DDGS de sorgo nas dietas resultaram em menor ($p < 0,0001$) rendimento de carcaça e rendimento de peito. As digestibilidades aparentes da matéria seca, do extrato etéreo e da energia não diferiram entre o fornecimento de dieta convencional ou com 5% de inclusão de

DDGS de sorgo na dieta ($p<0,0001$). A digestibilidade aparente da proteína bruta e do fósforo não diferiram ($p<0,0001$) com o fornecimento de dieta convencional ou com até 10% de inclusão do DDGS de sorgo. A luminosidade foi menor ($p<0,0001$) com inclusão de 20 ou 25% de DDGS nas dietas em relação aos demais tratamentos. Já a intensidade da cor vermelha foi maior ($p=0,0009$) com o maior nível de inclusão de DDGS de sorgo. A margem bruta foi menor ($p<0,0001$) no período total de criação com inclusão de 20 e 25% de DDGS de sorgo nas dietas, respectivamente, em relação aos demais tratamentos. É viável a inclusão de até 15% de DDGS de sorgo em dietas para frangos de corte machos.

Palavras-chave: DDGS. Frangos de corte. Níveis. Sorgo.

ABSTRACT

FRUCHI, V. M. **Sorghum dried distillers grains with solubles in broilers diets.** [Grãos de sorgo secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte]. 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP., 2013.

The success of animal production is based in its lower costs of production factors. The search for alternative sources in broilers diet wich reduce costs and maintain productivity, is an important strategy in times of industry recession. Thus, the present study aimed to evaluate the effects of different levels of sorghum dried distillers grains with solubles in broilers diets on the zootechnical performance features (weight gain, feed intake, feed conversion, yield carcass and cuts), apparent digestibility, meat color and economic viability of the ingredient usage. Two experimental trials were performed. In the first trial, 864 Cobb male broilers, were distributed into six treatments, with 12 replicates of 12 birds each, raised from 1 to 41 days of age for performance evaluation. At 42 days of age, birds were slaughtered and submitted to carcass evaluations. In the second experimental trial, 336 chicks were distributed into six treatments with eight repetitions of seven chicks each. Total excreta was collected for 16-19 day old birds and checked the parameters of apparent digestibility. Experimental treatments met the requirements of Rostagno et al. (2011) and there were isoprotein and isoenergetic feed intakes. A completely randomized design was used in both experimental essays, with 0, 5, 10, 15, 20 and 25% inclusion of sorghum DDGS in diets. The birds gained less average weight ($p<0.0001$) with inclusions of 20 and 25% sorghum DDGS in diets, respectively, compared to other treatments, in pre-starter, starter, grower and also during the total period of growing (1-41 days). Average feed intake was also lower ($p<0.0001$) for the supply of birds maximum level (25% sorghum DDGS) at initial, growth and throughout the rearing period. The feed conversion ratio was also worse ($p<0.0001$) in the pre-starter, starter phases and 1-41 days on the birds fed with 25% sorghum DDGS in diets. Inclusions of 20 or 25% sorghum DDGS in diets resulted in lower ($p<0.0001$) carcass yield and breast meat yield. Apparent digestibility of dry matter, ether extract and energy did not differ between the supply of conventional diet or 5% inclusion of sorghum DDGS in the diet ($p<0.0001$). Apparent digestibility of crude protein and phosphorus did not differ ($p<0.0001$) with providing conventional diet or with up to 10% inclusion of sorghum DDGS. The brightness was lower ($p<0.0001$) with the inclusion of 20 or 25% DDGS in the diets compared to other

treatments. Already the red color intensity was higher ($p=0.0009$) with the highest level of inclusion of sorghum DDGS. Gross margin was lower ($p<0.0001$) in the total period including 20 and 25% sorghum DDGS in diets, respectively, compared to other treatments. It is recommended to include up to 15% sorghum DDGS in broilers diets.

Keywords: Broiler chickens. DDGS. Levels. Sorghum.

LISTA DE ABREVIATURAS

Ca	Cálcio
CA	Conversão alimentar corrigida
CD	Custo da dieta
CR	Consumo médio de ração
DDGS	Grãos secos por destilação com solúveis
DGM	Diâmetro geométrico médio
dig.	Digestível
FB	Fibra bruta
EE	Extrato etéreo
EMA	Energia Metabolizável Aparente
ENN	Extrativo não nitrogenado
g	Grama
GP	Ganho de peso médio
°C	Graus Celsius
kg	Quilograma
MB	Margem bruta média
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
N	Nitrogênio
Na	Sódio
p	Probabilidade de significância
P	Fósforo
Pt	Fósforo total
%	porcentagem
PB	Proteína bruta
R	Receita
RC	Rendimento de carcaça
RP	Rendimento de peito
RCCOX	Rendimento de coxa e sobrecoxa
T	Temperatura
SAS	Statistical Analysis System

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias ($\pm$ erro padrão) das temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) e umidades relativas máximas e mínimas (%) registradas diariamente no galpão experimental, de acordo com as fases de criação.....	26
Tabela 2 - Médias ($\pm$ erro padrão) das temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) e umidades relativas máximas e mínimas (%) registradas diariamente na sala de metabolismo, no período experimental (16 a 19 dias).	26
Tabela 3 - Composição centesimal (%) e energia bruta (kcal/kg) de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS de sorgo).....	28
Tabela 4 - Composição centesimal e composição calculada das dietas na fase pré-inicial (1 a 7 dias).....	30
Tabela 5 - Composição centesimal e composição calculada das dietas na fase inicial (8 a 21 dias).....	31
Tabela 6 - Composição centesimal e composição calculada das dietas na fase de crescimento (22 a 33 dias).	32
Tabela 7 - Composição centesimal e composição calculada das dietas na fase final (34 a 41 dias).....	33
Tabela 8 - Ganho de peso médio (kg), consumo médio de ração (kg) e conversão alimentar corrigida (kg/kg) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS) nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 33 dias), final (34 a 41 dias) e no período total de criação das aves (1 a 41 dias).....	38
Tabela 9 - Rendimento de carcaça quente eviscerada sem pescoço e sem pés (RC), rendimento de peito sem osso e sem pele (RP) e rendimento de coxas e sobrecoxas (RCCX), em porcentagem (%) ao abate (42 dias), de frangos de corte alimentados com	

dietas contendo diferentes níveis de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS)..... 41

Tabela 10 - Digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), extrativo não nitrogenado (ENN), sódio (Na), cálcio (Ca), fósforo (P) em porcentagem (%) e energia metabolizável aparente (EMA) em quilocalorias por quilograma (kcal/kg), com base na matéria seca, em frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS). 43

Tabela 11 - Colorimetria (luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*)) do músculo peitoral maior (*Pectoralis major*) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS). 46

Tabela 12 - Margem bruta média (MB) em reais (R\$) na fase pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 33 dias), final (34 a 41 dias) e no período total de criação (1 a 41 dias) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS). 48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Grãos secos por destilação com solúveis (DDGS)	16
2.2	Sorgo sacarino.....	22
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	Manejo dos animais	25
3.2	Delineamento experimental	27
3.3	Dietas Experimentais	27
3.4	Variáveis avaliadas	34
3.4.1	Desempenho zootécnico.....	34
3.4.2	Rendimento de carcaça e cortes.....	34
3.4.3	Digestibilidade aparente.....	34
3.4.4	Colorimetria.....	35
3.4.5	Análise econômica.....	36
3.5	Análise dos resultados.....	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
5	CONCLUSÃO.....	50
	REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

Em 2012, a conjunção de estoques elevados, custos de produção nas alturas e dificuldades em repassar preços culminou no pior ano para a avicultura brasileira desde 2000. A União Brasileira de Avicultura (UBABEF, 2013) revelou que a produção nacional de carne de frango totalizou 12,6 milhões de toneladas no ano passado, retração de 3,1% sobre as 13 milhões de toneladas de 2011.

As principais indústrias de frango do país começaram 2012 pressionadas pelo excesso de produção no mercado interno e elevados estoques de carne em seus dois maiores importadores: Oriente Médio e Japão.

A situação se agravou em julho, quando as informações sobre a estiagem que atingia as lavouras dos EUA revelaram uma forte quebra das safras de soja, milho e trigo. Segundo cálculos da Ubabef, os custos de produção subiram 40% no ano passado. O ápice da crise sentida pelo setor avícola brasileiro foi quando os custos de produção do frango subiram 60%, mais ou menos no meio do ano, e os preços do milho e da soja aumentaram 45%. Com a procura aquecida, os fornecedores de grãos também eliminaram o prazo usual de 45 dias para pagamento pelos insumos e passaram a cobrar à vista e até a exigir depósitos antecipados das agroindústrias. Com isso, muitas empresas tiveram que fazer caixa, mas não tinham crédito no mercado porque os bancos ficaram mais exigentes no Brasil.

Para fazer frente à forte alta dos grãos, as empresas esboçaram um movimento de repasse de preços para o atacado, mas esbarraram nos elevados níveis dos estoques.

O mau momento do setor avícola também afetou as exportações. Com os preços em queda em seus dois principais mercados, os exportadores brasileiros de carne de frango amargaram uma redução de 6,7% em receita no ano passado.

Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) compilados pela Ubabef, as exportações de carne de frango do Brasil renderam US\$ 7,7 bilhões, ante US\$ 8,2 bilhões registrados no ano anterior. Em volume, esses embarques recuaram 0,6% em relação a 2011, para 3,9 milhões de toneladas.

Com a queda das exportações em 2012, o Brasil reduziu sua participação no comércio global de carne de frango, segundo estimativa da Ubabef. No ano passado, as 3,9 milhões de toneladas vendidas para o exterior representaram 39,7% das 9,8 milhões de toneladas exportadas em todo o mundo. No ano anterior, essa taxa havia sido de 41,4%.

Apesar dessa queda, o Brasil se manteve como o maior exportador global de carne de frango, à frente dos Estados Unidos. Foram mais de 12,5 milhões de toneladas de carne de frango produzidas e 3,9 milhões de toneladas exportadas, segundo balanço da União Brasileira de Avicultura (Ubabef).

Frente a esse cenário, buscaram-se alternativas para redução de custos de produção da carne de frango.

A nutrição tem considerável responsabilidade no sucesso da avicultura sendo responsável por 70% do custo de sua produção (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2013). Dessa forma, reduzir os custos com alimentação animal reflete amplamente na redução do custo de produção da carne de frango, sendo o ponto-chave para reversão de crise no setor. Entretanto, a genética avícola atual é adaptada a trabalhar com alimentos de alto valor nutricional, com menor consumo de ração e maior ganho de peso, objetivando maior produtividade. Dessa forma, traça-se o desafio de aliar novas fontes nutricionais de menores custos e com adequado valor biológico para a espécie.

Nos últimos anos, tem-se aumentado o uso de grão de sorgo como matéria-prima para a produção de etanol. O teor de amido contido no grão de sorgo é superior ao grão de milho, com isso, a eficiência de utilização de sorgo na produção de biocombustível é cada vez maior, resultando em aumento da utilização do grão. São produzidos cerca de 62 litros de etanol por tonelada de grão (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2012), sendo que 20 a 30% desta quantidade irá resultar em co-produto (FIALHO, 2009). Uma destinação adequada e eficiente desse material é necessária para otimização da atividade. Dessa forma, grãos de sorgo secos por destilação com solúveis podem ser utilizados como ingrediente em dietas para frangos de corte.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte sobre as características zootécnicas de desempenho (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes), digestibilidade aparente, coloração da carne e viabilidade econômica da utilização do ingrediente.

A hipótese foi de que nível (is) adequado (s) de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis nas dietas para frangos de corte podem ser uma importante ferramenta para redução de custos, mantendo-se a produtividade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Grãos secos por destilação com solúveis (DDGS)

A maioria dos trabalhos de pesquisa sobre alimentação animal está focada no uso de co-produtos e na promoção destes ingredientes a fim de reduzir custos tanto na produção animal quanto na indústria de alimentos e combustíveis (BALAKRISHNAN, 2004). A utilização de resíduos secos de destilaria com solúveis, em inglês dried distillers grains with solubles (DDGS), na alimentação de não-ruminantes (FASTINGER; LATSHAW; MAHAN, 2006) é uma proposta relativamente nova, visto o DDGS ser historicamente utilizado na criação de ruminantes devido ao possível alto conteúdo em fibra (HAM et al., 1994). No caso de DDGS de sorgo, estudos têm sido realizados com a utilização do co-produto na alimentação de suínos, porém para frangos de corte as pesquisas ainda são escassas.

O DDGS é um subproduto da fabricação de etanol; são resíduos secos restantes após a fermentação do amido, seja proveniente do milho, trigo, cevada, sorgo ou mistura de todos esses, pelas leveduras e enzimas selecionadas para produzir o etanol e o dióxido de carbono. Cada matéria-prima utilizada na produção do etanol resulta em diferente composição do co-produto. Por definição, DDGS é um produto que contém todos os grãos destilados e pelo menos 75% dos destiladores solúveis condensados produzidos após a fermentação (AAFCO, 2007¹ apud BATAL; BREGENDAHL, 2012, p. 100). Este produto contém todas as partes do grão que não retornaram ao etanol durante a fermentação em etanol. Se os destiladores solúveis condensados não são adicionados de volta ao grão, o produto é chamado de grãos de destilaria secos (DDG). Este produto possui uma menor concentração de extrato etéreo em relação ao DDGS. A produção de DDG é limitada em comparação à produção de DDGS.

Em geral, o etanol biocombustível é produzido a partir da moagem do grão em moinho de martelos. A água é depois adicionada para fazer uma pasta à qual enzimas carboidrases são adicionados e o pH é ajustado. Essa pasta é preparada a temperaturas que variam de 90 a 165°C, para remover as bactérias do ácido lático, seguido por arrefecimento e adição de enzimas que convertem o amido em glicose ("liquefação"). A glicose é então fermentada em etanol (álcool etílico) e de dióxido de carbono, utilizando-se levedura (*Saccharomyces*

¹ AAFCO. Association of American Feed Control Officials. **AAFCO Official Publication:** Reference manual. Oxford: AAFCO, 2007.

cerevisiae) e o etanol é removido através da destilação e uso de peneiras moleculares (o último para remover a água do destilado). Posteriormente, toda a vinhaça é centrifugada para separar os grãos úmidos (ou bolo úmido) da vinhaça fina. O solúvel (ou xarope) é produzido a partir da vinhaça fina por evaporação e condensação. O DDGS é finalmente produzido por adição de alguns ou de todos os solúveis aos grãos úmidos seguido por secagem num forno rotativo ou num secador de anel, a temperaturas variando entre 127 e 621°C, dependendo da planta (BREGENDAHL, 2008).

Para a indústria avícola ser capaz de usar ao máximo os co-produtos da indústria de biocombustíveis, é necessário que pesquisas sejam realizadas para medir o valor nutricional de cada co-produto em termos de energia e digestibilidade dos nutrientes, determinar a taxa de inclusão máxima de cada co-produto, resultando no uso desse produto mais econômico para as diferentes fases de produção e quaisquer limitações para incluí-los na alimentação de frangos de corte. Limitações da inclusão de co-produtos de biocombustíveis na alimentação de aves existem, limitações estas que precisam ser documentadas para cada co-produto. As principais preocupações incluem a variação no teor de energia metabolizável e biodisponibilidade do teor de lisina e de biodisponibilidade de cálcio, fósforo e sódio e variação no conteúdo de sódio (WALDROUP et al., 2007).

Os grãos secos por destilação com solúveis (DDGS) são uma importante fonte de energia, proteína, vitaminas hidrossolúveis e minerais para frangos de corte (POTTER, 1966; JENSEN, 1978, 1981; WALDROUP et al., 1981; PARSONS; BAKER; HARTE, 1983; WANG et al., 2007a) assim como fonte de xantofilas (RUNNELS, 1957) e ácido linoléico (SCOTT, 1965). O DDGS de sorgo contém, em média, para aves, aproximadamente 90% de MS, 26% de PB, 9% de FB, 8% de EE, 4.400 kcal/kg de EB, 2.750 kcal/kg de EMA, e 0,6% de lisina, 0,83% de treonina e 0,95% de metionina+cistina (HANCOCK, 2002).

A variabilidade nos níveis nutricionais do DDGS e o baixo valor biológico da proteína são fatores limitantes ao seu uso em dietas para frangos de corte, por exemplo (FASTINGER; LATSHAW; MAHAN, 2006). Além disso, de acordo com Parsons et al. (2006), assim como no processamento da soja, o escurecimento do DDGS sugere um aquecimento excessivo e provavelmente a diminuição na digestibilidade de aminoácidos. Já o DDGS de sorgo é naturalmente de cor escura, o que não significa que tenha valor nutricional reduzido (BEYER, 2012). Também, o processamento de grãos de sorgo com calor e umidade pode resultar em nutrientes cruzados que são mais difíceis para as aves para metabolizarem, sendo crucial determinar a biodisponibilidade de nutrientes no DDGS de sorgo antes de adicioná-lo em rações para aves.

A digestibilidade da maioria dos aminoácidos de DDGS de milho é de aproximadamente 10 unidades percentuais menor do que do milho (FASTINGER; MAHAN, 2006; STEIN et al., 2006; PAHM; PEDERSEN; STEIN, 2008a). A digestibilidade de aminoácidos mais baixa no DDGS de milho comparado ao milho grão pode ser resultado de uma maior concentração de fibras no DDGS que no milho, visto que a fibra dietética reduz a digestibilidade dos aminoácidos. A variabilidade na digestibilidade dos aminoácidos entre as fontes de DDGS de milho também é maior do que entre as fontes de milho, o que pode ser devido a diferenças nas tecnologias de produção e procedimentos entre as plantas produtoras de DDGS de milho (PAHM et al., 2008b). No entanto, a variabilidade na digestibilidade dos aminoácidos não está relacionada ao local de produção do DDGS (PAHM et al., 2008b).

A variabilidade na concentração e digestibilidade da lisina no DDGS de milho é maior do que a variabilidade na digestibilidade da maioria dos outros aminoácidos. A principal razão para essa variabilidade é de que algumas unidades de produção superaquecem os DDGS durante a secagem, o que resulta na produção de produtos de Maillard, resultando em baixa digestibilidade da lisina (PAHM et al., 2008b). A produção de produtos de Maillard resulta em redução na concentração total de lisina, bem como na digestibilidade da lisina, mas a concentração de proteína bruta, não é alterada. Em DDGS de milho não danificados pelo calor, a concentração de lisina como porcentagem de proteína bruta é entre 3,1 e 3,3%, mas em DDGS de milho danificados pelo calor, esse percentual pode ser por volta de 2,10% (STEIN, 2007). Apenas as fontes que contêm pelo menos 2,80% de lisina em porcentagem de proteína bruta devem ser usadas em dietas para aves (STEIN, 2007).

Apesar do sorgo tem uma menor digestibilidade dos aminoácidos do que o milho (PEDERSEN et al., 2007a), para Urriola et al. (2009), o DDGS de sorgo tem digestibilidade de aminoácidos que estão dentro do intervalo de valores observados no DDGS de milho. No entanto, os dados de digestibilidade de aminoácidos para apenas uma fonte de DDGS de sorgo têm sido relatados. Já para Jacela et al. (2010), a digestibilidade ileal dos aminoácidos de DDGS de sorgo é geralmente menor do que a do trigo e do milho destilados, o que pode resultar novamente devido ao seu maior teor de fibra. No entanto, por conter mais proteína, o DDGS de sorgo ainda contém aminoácidos essenciais mais digestíveis do que o DDGS de milho. Em qualquer caso, como em outros grãos de DDGS, a digestibilidade de aminoácidos é bastante variável no DDGS sorgo (STEIN; SHURSON, 2009). Isto é particularmente verdadeiro para a lisina e pode ser devido a variações de dano de calor que ocorrem durante o processamento de grãos (JACELA et al., 2010). De acordo com Hancock (2002), a digestibilidade da lisina em DDGS de sorgo para frangos de corte é menor do que em DDGS

de milho, obtendo valores médios de 76% de digestibilidade da lisina no DDGS de milho e 72% de digestibilidade da lisina no DDGS de sorgo, valores localizados na faixa encontrada por Parsons et al., 2006 (59-84%).

De acordo com Parsons, Baker e Harter (1983), os aminoácidos limitantes do DDGS são lisina, triptofano e arginina. Ajustes na lisina dietética e na energia são necessários com inclusão superior a 10% de DDGS na dieta, para que o crescimento e a conversão alimentar não sejam prejudicados.

Pedersen, Boersma e Stein (2007b), em estudo realizado com suínos, concluíram que a energia digestível e a energia metabolizável do DDGS do milho não é diferente da energia metabolizável do milho. Batal e Dale (2006), verificaram valores de 2.490 a 3.190 kcal/kg de energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn) em 17 amostras de 6 plantas de produção de etanol de milho. Parsons et al. (2006), determinaram o valor de EMVn média em 20 amostras de DDGS de milho como sendo 2.863 kcal/kg, com um intervalo de 447 kcal / kg. Waldroup et al. (2007), indicaram que a EM do DDGS para frangos de corte foi de 2848 kcal/kg, valor confirmado por Wang et al. (2007b). Porém, de acordo Feoli et al. (2007), a digestibilidade da energia no DDGS de sorgo em suínos é aproximadamente 223 kcal/kg menor que no DDGS de milho, o que pode ser resultado de uma menor concentração de extrato etéreo no DDGS de sorgo. Já Hancock (2002) afirma que o DDGS de sorgo é similar ao DDGS de milho para energia metabolizável aparente em frangos de corte, encontrando valores de EMn de 2.677 kcal/kg em DDGS de sorgo bronze e 2.866 kcal/kg em DDGS de sorgo amarelo, quando se utilizaram grãos com 3.307 kcal/kg e 3.829 kcal/kg, respectivamente.

Somado à variação na energia disponível, outro fator considerável é o teor do sódio das amostras de DDGS (0,05 a 0,17%) (PARSONS et al., 2006). O teor de fósforo no DDGS de milho pode variar 0,62-0,77% (versus 0,3%; no milho, PARSONS et al., 2006.). A biodisponibilidade, no entanto, é de pelo menos duas a três vezes maior do que a do milho e pode variar entre 62 e 100% (PARSONS et al., 2006). Não existem dados sobre a digestibilidade aparente total do fósforo em fontes de co-produtos produzidos a partir da destilação do sorgo (SHURSON et al., 2012).

O uso de DDGS nas dietas de frangos de corte tem sido limitado em 5% devido a limitações, tais como disponibilidade e preço do produto (WALDROUP et al., 1981) assim como a variabilidade dos nutrientes contidos e digestibilidade (NOLL et al., 2001). Cuevas et al. (2012) verificaram que a inclusão de até 7% de DDGS em dietas a base de sorgo e soja é um fonte alternativa de proteínas e energia para frangos de corte. Loar et al. (2009)

encontraram um melhor desempenho em frangos de corte quando 8% DDGS foi incluído, sem diferenças no rendimento de carcaça.

Bolu, Alli e Esuola (2012), verificaram que inclusão de 10% de DDG de milho em dietas para frangos de corte não afetou o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes, podendo diminuir custos na produção de aves. Jung, Mitchell e Batal (2012), verificaram que a inclusão de até 12% de DDGS na dieta não afetou o ganho de peso ou o consumo de ração, mas houve impacto negativo sobre a eficiência alimentar. Também observou que a inclusão de DDGS na dieta tende a reduzir o rendimento de carne de peito.

Em estudo realizado por Lumpkins, Batal e Dale (2004), não houve diferença no ganho de peso e consumo de ração de frangos de corte de 0 a 18 dias de idade alimentados com inclusão de 0 ou 15% de DDGS nas dietas com ajuste no nível da energia dietética. Em outro estudo, esses mesmos autores verificaram que o ganho de peso de 1 a 42 dias foi reduzido com inclusão de 18% de DDGS. Não foram observados efeitos no rendimento de carcaça e cortes com inclusão de 0, 6, 12 ou 18% de DDGS. Concluíram que a inclusão recomendada é de até 12% de DDGS em dietas iniciais e de 12 a 15% em dietas de crescimento e finais. Para inclusões maiores de 10%, deve ser feito o ajuste para lisina, metionina, treonina, triptofano e energia.

Outros autores estudaram a inclusão de DDGS em dietas à base de milho, farelo de soja e farelo de canola e observaram que a adição de até 20% de DDGS não afetou os parâmetros de produção (MIN et al., 2009). Uma pesquisa feita por Wu-Haan et al. (2010), encontraram que a adição de 10 e 20% DDGS não afeta negativamente o desempenho; também observaram que a inclusão de 20% de DDGS, diminuiu a emissão de gás do efeito estufa.

No entanto, de acordo com Wang et al. (2007a), não houve efeito significativo do nível de DDGS sobre o peso corporal para níveis de inclusão de até 25%. Aves alimentadas com dietas contendo 25% de DDGS consumiram significativamente mais ração e tiveram pior conversão alimentar em relação à dieta controle sem DDGS. Aves alimentadas com 15 e 25% de DDGS apresentaram significativamente menor rendimento de carcaça do que aves que receberam a dieta controle sem DDGS. 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. 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. Estes resultados indicam que DDGS de boa qualidade possa 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.

Schilling et al. (2010), demonstraram os efeitos de DDGS na qualidade da carne de frangos de corte. Todos os tratamentos produziram carne de peito de alta qualidade e qualidade da carne da coxa foi semelhante para os tratamentos contendo 0 a 12% de DDGS. No entanto, os níveis mais elevados de inclusão resultaram em carne de coxa mais suscetível à oxidação. Os pesquisadores forneceram os níveis de 0, 6, 12, 18 e 24% de DDGS para frangos de corte até 42 dias de idade. Para a carne de peito, DDGS resultou em um pH mais elevado, embora sem efeitos significativos foram observados em perda por cocção, cor instrumental e aceitação do consumidor. A composição química da carne de peito e coxa não foi afetada pelo tratamento. No entanto, como a concentração de DDGS aumentou, houve um aumento linear significativo de ácidos gordos poli-insaturados linoléico, o que indica um maior potencial para a oxidação de lipídios, a qual foi confirmada pelos valores de TBARS que eram maiores para os tratamentos de 18 e 24% de DDGS que os tratamentos controle e 6% de DDGS.

Trabalhos têm sido feitos para avaliar o efeito da suplementação enzimática em dietas contendo DDGS para frangos de corte.

Estudos sobre o uso grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) têm-se centrado, em grande parte, em DDGS de milho na América do Norte e menor número em DDGS predominantemente de sorgo. Em testes preliminares realizados por Barekatain, Choct e Iji (2013), foi investigada a variação na composição de nutrientes do DDGS de sorgo e, em seguida, realizou-se um estudo sobre a utilização na alimentação de frangos de corte. O estudo envolveu 432 pintainhos de um dia de idade, machos, em um esquema fatorial 2 x 4 (quatro níveis de inclusão de DDGS - 0, 100, 200 ou 300 g/kg, com ou sem a enzima xilanase, Ronozyme WX), sendo fornecidas as dietas para a fase inicial até os 21 dias e para fase final de criação até os 35 dias de idade. Em comparação à dieta controle, o consumo de ração foi significativamente maior ($p < 0,001$), com a inclusão de DDGS nas dietas durante as primeiras três semanas e durante todo o período analisado. Não houve efeito sobre o ganho de peso (GP) da adição de DDGS ou de xilanase. A conversão alimentar (CA) foi significativamente

menor ($p < 0,05$) com o aumento do nível de DDGS nas dietas durante a fase inicial. Durante esse período, o efeito da suplementação de xilanase não foi significativo em até 200 g/kg de inclusão de DDGS. No entanto, aves alimentadas com inclusão de 300 g/kg de DDGS, a conversão alimentar foi significativamente melhorada ($p < 0,05$) através da adição de xilanase, durante a fase inicial e a totalidade do período de alimentação das aves, com aves com peso final semelhante, mas que tendem a consumir menos ração como resultado da adição de xilanase.

Enquanto o DDGS dietético ou a suplementação enzimática não alteraram a digestibilidade do amido, a digestibilidade da proteína foi influenciada negativamente ($p < 0,001$) pelo aumento do nível de DDGS, que ficou de acordo com os resultados apresentados por Youssef et al. (2008). Aumentando o DDGS para 300 g/kg de inclusão na dieta tende a aumentar a viscosidade da digesta ileal, que foi reduzida em consequência da adição de enzimas à dieta. Enquanto não houve efeito sobre a atividade das enzimas pancreáticas, as atividades da invertase e maltase foram reduzidas ($p < 0,001$) quando as aves receberam 200 e 300 g/kg de DDGS. A xilanase pode ajudar a limitar o efeito negativo da alta inclusão de DDGS especialmente na fase inicial da alimentação.

Leksrisonpong (2010), avaliou a otimização da dose de protease, com ou sem xilanase e amilase, para aumentar a digestibilidade dos aminoácidos em frangos de corte alimentados com dietas contendo 10% de DDGS. A adição de protease, sozinha ou em combinação com xilanase e amilase, aumentou a digestibilidade de aminoácidos, a qual foi maximizada em cerca de 5.000 unidades de protease/kg de ração.

Couch et al. (1970), relataram que até 37% de DDGS pode ser utilizado em dietas de crescimento para frangos de corte.

Dessa forma, a utilização de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte pode ser uma alternativa na redução dos custos com alimentação, desde que as limitações sejam definidas e ajustadas.

2.2 Sorgo sacarino

O alto preço atingido pelo etanol durante a entressafra da cana não é o único motivo de preocupação para as usinas do setor nesse período. Outra preocupação é o prejuízo

ocasionado pela imobilização de maquinário e mão-de-obra durante os meses em que não se produz a matéria-prima do biocombustível. Uma alternativa para a resolução dessas duas questões vem sendo recentemente apresentada: o sorgo sacarino, uma variedade da planta utilizada na alimentação animal que tem capacidade de gerar açúcar fermentável para a produção de álcool.

Atualmente, 30% dos grãos de sorgo nos EUA são utilizados para a produção de etanol e há projeções que indicam que a produção de etanol vai continuar a aumentar, resultando em mais co-produto disponível para a alimentação animal.

No Brasil, o futuro da expansão das indústrias de biocombustível pode ser composto por avanços em biocombustíveis e/ou bioprodutos com maior exigência de “flexibilidade do produto final”. Usinas do estado de São Paulo estão começando a cultivar o sorgo sacarino para produção de etanol nos meses de entressafra, com um ganho de 30 a 60 dias na produção do biocombustível.

O sorgo sacarino complementa a produção de cana-de-açúcar e é uma matéria-prima ideal para produção de etanol. O sorgo sacarino cresce rapidamente, utilizando menos água e fertilizante e alcança picos de açúcar em diferentes épocas do ano. Além do mais, em muitos casos o sorgo pode produzir açúcar a um custo equivalente ao da cana. Com o uso de sementes, o sorgo pode ser plantado em rotação com outros cultivos anuais e potencialmente semeado em áreas não cultivadas assim como em terras onde a cana não se adapta bem. Essa flexibilidade é resultado, em parte, do sorgo ser uma planta de características naturais fortes e de rápido crescimento.

As plantas atingem a maturidade geralmente entre 90 a 140 dias, com potencial para cortes adicionais após a primeira colheita. A cana de sorgo ainda pode ser colhida em épocas de alta umidade desde que haja cuidado com sistema radicular. E, já que o açúcar acumula ao redor do centro da planta, pode ser cortada num distância maior do solo, o que reduz a sujeira no material colhido.

Por ser uma cultura nova no país, o manejo do sorgo sacarino vem apresentando várias mudanças, desde o plantio até a colheita. Uma delas está relacionada ao aproveitamento da planta. Antes, uma parte das sementes era descartada porque tem muito amido, o que interfere no processo de fermentação. Agora, com ajuda da tecnologia, a haste inteira é utilizada, o que aumentou a produtividade. O plantio passou a ser direto e o espaçamento entre ruas também está diferente.

Comparando-se a produção de etanol de cana-de-açúcar e etanol de sorgo, para produzir 1 kg de biomassa seca, a cana utiliza 600 litros de água, já o sorgo utiliza metade

dessa quantidade (300 L de água/kg de biomassa seca); a produção de biomassa é de 83 t/ha de cana e 60 t/ha de sorgo. Em 1 hectare de cana, produz-se 7,3 mil L de etanol, já na mesma área, a produção de etanol de sorgo é de 3,3 mil L/ha, sendo o maior entrave para a utilização do sorgo. Porém, o custo de produção é proporcional ao rendimento, sendo R\$4.000,00/ha de cana e R\$2.700,00/ha de sorgo (MONSANTO, 2013).

A Embrapa Milho e Sorgo, de Minas Gerais, trabalha com variedades do grão desde a década de 1980. Atualmente, mantém no mercado duas cultivares do sorgo sacarino, cujos testes em laboratório mostraram que é possível chegar a aproximadamente 4 mil litros de etanol por hectare. O desafio é em relação às sementes, já que não existem máquinas capazes de colher em uma planta com três metros de altura, fazendo com que seja necessária a colheita manual. A entidade retomou o programa de melhoramento genético do sorgo sacarino e 25 variedades estão sendo avaliadas em todas as regiões brasileiras. A expectativa é que num prazo de dois ou três anos novos materiais estejam disponíveis no mercado. Para o cultivo de sorgo como alternativa à cana deslanchar, faltam ainda o lançamento de novas cultivares (com maiores teores de açúcares fermentáveis presentes no caldo e com maior teor de caldo nos colmos) e o registro no Ministério da Cultura de novos defensivos para o controle de pragas na cultura. Mesmo assim, o sorgo pode ser a alternativa para garantir a produção e o abastecimento de etanol durante todo o ano.

A maior parte das pesquisas realizadas com DDGS na alimentação animal tem incidido sobre DDGS à base de milho. Há um número muito limitado de publicações com foco no DDGS à base de sorgo e todos têm analisado resultados do fornecimento de DDGS para suínos, gado de corte e gado leiteiro. Praticamente não existem estudos publicados sobre a alimentação de frangos de corte à base de DDGS de sorgo.

Acredita-se que o DDGS à base de sorgo seja um ingrediente alimentar valioso para frangos, galinhas poedeiras e perus. DDGS à base de milho têm sido usado em grandes quantidades pelos produtores de aves há uma década, e não há razão para indicar que o sorgo não seja tão bem sucedido. O grão de sorgo é bem utilizado pelas aves, então o DDGS de sorgo devem ter características semelhantes na alimentação das aves. Este tem sido o caso de grãos de milho e DDGS de milho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois ensaios experimentais no galpão experimental do Laboratório de Pesquisa em Aves da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga, entre os meses de outubro e novembro de 2012.

3.1 Manejo dos animais

Foram realizados dois ensaios experimentais, utilizando 1.200 pintainhos de um dia de idade, da linhagem comercial Cobb 500, machos, peso inicial médio ($\pm$ erro padrão) de $45,70 \pm 0,85$ g.

No primeiro ensaio experimental, foram utilizadas 864 aves de um dia e criadas até os 42 dias de idade. No segundo ensaio, foram avaliadas 336 aves, alojadas com um dia de idade e avaliadas de 16 a 19 dias de idade.

No primeiro ensaio experimental, os animais foram distribuídos em 72 parcelas experimentais (boxes) com 12 aves cada. No segundo ensaio, as aves foram distribuídas em 48 gaiolas com capacidade para sete aves cada.

No primeiro ensaio, foi ocupado um galpão tradicional dividido em 100 boxes de 1,20 m² cada com comedouros tipo tubular e bebedouro tipo *nipple*. Foram excluídos do experimento os boxes das extremidades para melhor controle da termoneutralidade das aves. O aquecimento ambiental realizado na fase inicial foi feito por lâmpadas infravermelhas. A temperatura foi verificada diariamente a fim de se proporcionar condições de termoneutralidade para as aves ao longo do estudo. O ambiente foi limpo e a cama não foi reutilizada.

No segundo ensaio, foi ocupada uma sala com 72 gaiolas de aço inoxidável de 0,34 m x 1,0 m x 0,21 m de dimensão, dispostas em três baterias de seis andares, com capacidade para sete aves cada gaiola, equipadas com aquecimento elétrico feito por uma lâmpada incandescente de 60W, comedouro do tipo calha (0,7m x 0,06m e 0,06m) e dois bebedouros tipo *nipple* e bandeja de aço inoxidável (0,9m x 0,32m) para a retirada das excretas. Para

maior termoneutralidade das aves, foram excluídas do experimento as duas últimas fileiras de gaiolas em cada conjunto de baterias.

O manejo dos bebedouros, comedouros e cortinas laterais foi realizado diariamente, sendo a água e a dieta ofertada *ad libitum* durante os períodos experimentais. As temperaturas e as umidades relativas máximas e mínimas no interior das instalações foram registradas diariamente, sendo as médias ($\pm$ erro padrão) de cada fase de criação do galpão apresentadas na tabela 1 e as médias ($\pm$ erro padrão) durante ensaio de digestibilidade apresentadas na tabela 2 .

Tabela 1 - Médias ($\pm$ erro padrão) das temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) e umidades relativas máximas e mínimas (%) registradas diariamente no galpão experimental, de acordo com as fases de criação

Fase de criação	Temperatura		Umidade	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
1 a 7 dias	30,57 $\pm$ 1,74	27,83 $\pm$ 1,71	39,56 $\pm$ 3,22	36,81 $\pm$ 4,51
8 a 21 dias	28,98 $\pm$ 3,15	22,23 $\pm$ 2,77	70,71 $\pm$ 13,66	47,07 $\pm$ 13,00
22 a 33 dias	31,66 $\pm$ 3,16	22,63 $\pm$ 1,97	83,14 $\pm$ 4,80	47,58 $\pm$ 11,99
34 a 42 dias	28,97 $\pm$ 3,86	21,20 $\pm$ 1,97	82,04 $\pm$ 10,83	44,46 $\pm$ 12,14

Tabela 2 - Médias ($\pm$ erro padrão) das temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) e umidades relativas máximas e mínimas (%) registradas diariamente na sala de metabolismo, no período experimental (16 a 19 dias)

Fase de criação	Temperatura		Umidade	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
16 a 19 dias	30,60 $\pm$ 1,93	24,75 $\pm$ 2,31	71,63 $\pm$ 5,37	46,25 $\pm$ 6,79

As aves foram adquiridas em incubatório registrado no Ministério da Agricultura, e vacinadas contra doença de Marek, Gumboro e Bouda.

O programa de luz foi realizado de acordo com o manual da linhagem a partir do 13º dia de idade das aves, visto que o aquecimento artificial dos pintos foi até o 12º dia de idade, de acordo com a necessidade ao longo do dia, utilizando-se lâmpadas infravermelho de 250W em cada box.

3.2 Delineamento experimental

As aves foram alojadas em delineamento inteiramente casualizado, sendo previamente pesadas, procurando obter médias de peso semelhantes em cada unidade experimental a fim de reduzir a desuniformidade das aves dentro cada parcela. Para o ensaio de desempenho, 864 aves foram distribuídas em seis tratamentos, com 12 repetições, sendo cada unidade experimental composta por 12 aves. Para o ensaio de digestibilidade, 336 aves foram distribuídas em seis tratamentos com oito repetições com sete aves cada.

3.3 Dietas Experimentais

As dietas foram fornecidas na forma farelada e formuladas de acordo com resultados bromatológicos, aminograma e energia previamente realizados no ingrediente teste (grãos de sorgo secos por destilação com solúveis) (Tabela 3) e de acordo com as Tabelas de Composição Química e Valores Energéticos dos Principais alimentos Usados nas Rações de Aves e Suínos (ROSTAGNO, 2011). O valor da energia metabolizável e da digestibilidade dos aminoácidos do DDGS de sorgo para aves foi obtido por levantamento bibliográfico de estudos realizados com DDGS de milho e DDGS de sorgo para aves e DDGS de milho e de DDGS de sorgo para suínos.

Tabela 3 - Composição centesimal (%) e energia bruta (kcal/kg) de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS de sorgo)

Composição DDGS de sorgo	
MS	75,36
PB	33,74
FB	6,96
EE	4,11
MM	1,52
EB	4.032
Tanino	0,24
Ca	0,43
Na	0,01
Pt	0,31
Alanina	3,07
Arginina	1,17
Ác. aspártico	2,07
Glicina	1,05
Isoleucina	1,28
Leucina	4,47
Ác. glutâmico	7,07
Lisina	0,72
Cistina	0,45
Metionina	0,57
Fenilalanina	1,80
Tirosina	1,48
Treonina	1,08
Prolina	2,98
Valina	1,69
Histidina	0,71
Serina	1,55
Taurina	*
Triptofano	0,24

Nota:* Taurina abaixo do limite de detecção analítico de 0,1 mg/kg

A dieta controle foi à base de milho e farelo de soja, sendo que nas demais dietas ocorreu inclusão gradativa de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS de sorgo) em relação à dieta total. As dietas atenderam as exigências de Rostagno et al. (2011) para cada fase de criação (fase pré-inicial de 1 a 7 dias de idade, fase inicial de 8 a 21 dias de idade, fase de crescimento de 22 a 33 dias de idade e fase final de 34 a 41 dias de idade) e foram isoprotéicas e isoenergéticas, sendo: T1 – dieta controle à base de milho e farelo de soja; T2 – dieta com 5% de inclusão do grão de sorgo seco por destilação com solúveis; T3 – dieta com 10% de inclusão do grão de sorgo seco por destilação com solúveis; T4 – dieta com 15% de inclusão do grão de sorgo seco por destilação com solúveis; T5 – dieta com 20% de inclusão do grão de sorgo seco por destilação com solúveis e T6 – dieta com 25% de inclusão do grão de sorgo seco por destilação com solúveis. As dietas foram formuladas utilizando-se o software Super Crac 5.7 Master.

As tabelas 4, 5, 6 e 7 apresentam a composição centesimal e a composição nutricional das dietas utilizadas em cada fase de criação, respectivamente.

Tabela 4 - Composição centesimal e composição calculada das dietas na fase pré-inicial (1 a 7 dias)

Ingrediente (%)	DDGS					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Milho	55,33	53,89	52,46	51,05	49,65	48,25
Farelo de Soja	38,27	34,54	30,81	27,05	23,29	19,53
DDGS	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Óleo de Soja	2,11	2,15	2,19	2,22	2,24	2,27
Fosf. Bicálcico	1,80	1,83	1,87	1,90	1,93	1,96
Calcário	0,91	0,86	0,82	0,77	0,73	0,68
Supl. Vitamínico e Mineral ¹	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Sal	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
L-Lisina	0,28	0,38	0,48	0,58	0,68	0,77
L-Treonina	0,11	0,13	0,16	0,19	0,21	0,24
DL-Metionina	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
L-Triptofano	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04
Composição Calculada						
EM (kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
Proteína Bruta (%)	22,20	22,20	22,20	22,20	22,20	22,20
Fibra Bruta (%)	2,99	3,12	3,24	3,36	3,49	3,61
Metionina dig. (%)	0,65	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69
Met. + Cis.dig. (%)	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Lisina dig. (%)	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
Treonina dig. (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Triptofano dig. (%)	0,25	0,24	0,22	0,22	0,22	0,22
Valina dig. (%)	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,85
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Fósforo dig. (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Cloro (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

Notas: ¹Níveis de garantia: ácido fólico (min) 300,00 mg/kg; ácido pantotênico (min) 2.330,00 mg/kg; biotina (min) 16,67 mg/kg; niacina (min) 6.667,00 mg/kg; colina (min) 63,00 g/kg; vitamina A (min) 1.500.000,00 UI/kg; vitamina D3 (min) 416.667,00 UI/kg; vitamina E (min) 3.330,00 UI/kg; vitamina K3 (min) 500,00 mg/kg; vitamina B1 (min) 366,00 mg/kg; vitamina B2 (min) 1.000,00 mg/kg; vitamina B6 (min) 500,00 mg/kg; vitamina B12 (min) 2.500,00 mcg/kg; ferro (min) 8.330,00 mg/kg; cobre (min) 18,30 g/kg; manganês (min) 11,67 g/kg; zinco (min) 10,00 g/kg; iodo (min) 166,67 mg/kg; selênio (min) 66,67 mg/kg; metionina (min) 450,00 g/kg; narsina + nicarbazina 16,67 g/kg; clorohidroxiquinolina 5.000,00 mg/kg.

Tabela 5 - Composição centesimal e composição calculada das dietas na fase inicial (8 a 21 dias)

Ingrediente (%)	DDGS					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Milho	59,49	58,09	56,68	55,31	53,94	52,57
Farelo de Soja	34,70	30,94	27,17	23,38	19,57	15,77
DDGS	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Óleo de Soja	2,06	2,09	2,11	2,13	2,14	2,15
Fosf. Bicálcico	1,44	1,48	1,51	1,54	1,58	1,61
Calcário	0,90	0,85	0,81	0,76	0,72	0,67
Supl. Vitamínico e Mineral ¹	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Sal	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49	0,49
L-Lisina	0,21	0,31	0,41	0,51	0,61	0,71
L-Treonina	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17	0,20
L-Valina	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12
DL-Metionina	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
L-Triptofano	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04
Composição Calculada						
EM (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína Bruta (%)	20,80	20,80	20,80	20,80	20,80	20,80
Fibra Bruta (%)	2,87	2,99	3,12	3,24	3,36	3,49
Metionina dig. (%)	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61
Met. + Cis.dig. (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Lisina dig. (%)	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Treonina dig. (%)	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Triptofano dig. (%)	0,23	0,22	0,20	0,20	0,20	0,20
Valina dig. (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Cálcio (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Fósforo dig. (%)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Cloro (%)	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33

Notas: Níveis de garantia: ácido fólico (min) 300,00 mg/kg; ácido pantotênico (min) 2.330,00 mg/kg; biotina (min) 16,67 mg/kg; niacina (min) 6.667,00 mg/kg; colina (min) 63,00 g/kg; vitamina A (min) 1.500.000,00 UI/kg; vitamina D3 (min) 416.667,00 UI/kg; vitamina E (min) 3.330,00 UI/kg; vitamina K3 (min) 500,00 mg/kg; vitamina B1 (min) 366,00 mg/kg; vitamina B2 (min) 1.000,00 mg/kg; vitamina B6 (min) 500,00 mg/kg; vitamina B12 (min) 2.500,00 mcg/kg; ferro (min) 8.330,00 mg/kg; cobre (min) 18,30 g/kg; manganês (min) 11,67 g/kg; zinco (min) 10,00 g/kg; iodo (min) 166,67 mg/kg; selênio (min) 66,67 mg/kg; metionina (min) 450,00 g/kg; narasina + nicarbazina 16,67 g/kg; clorohidroxiquinolina 5.000,00 mg/kg.

Tabela 6 - Composição centesimal e composição calculada das dietas na fase de crescimento (22 a 33 dias)

Ingrediente (%)	DDGS					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Milho	62,13	60,72	59,34	57,97	56,60	55,23
Farelo de Soja	31,50	27,74	23,95	20,15	16,35	12,54
DDGS	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Óleo de Soja	3,05	3,07	3,09	3,10	3,11	3,12
Fosfato Bicálcico	1,26	1,29	1,33	1,36	1,39	1,43
Calcário	0,81	0,77	0,72	0,68	0,63	0,58
Supl. Vitamínico e Mineral ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
L-Lisina	0,19	0,29	0,39	0,49	0,59	0,69
L-Treonina	0,04	0,07	0,10	0,12	0,15	0,18
DL-Metionina	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
L-Valina	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11
L-Triptofano	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05
Composição Calculada						
EM (kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína Bruta (%)	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
Fibra Bruta (%)	2,74	2,87	2,99	3,11	3,24	3,36
Metionina dig. (%)	0,52	0,53	0,54	0,55	0,55	0,56
Met. + Cis.dig. (%)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Lisina dig. (%)	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Treonina dig. (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Triptofano dig. (%)	0,21	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19
Valina dig. (%)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Cálcio (%)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Fósforo dig. (%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Cloro (%)	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32

Notas: ¹ Níveis de garantia: ácido fólico (min) 300,00 mg/kg; ácido pantotênico (min) 2.400,00 mg/kg; biotina (min) 16,00 mg/kg; niacina (min) 6.000,00 mg/kg; colina (min) 64,00 g/kg; vitamina A (min) 1.600.000,00 UI/kg; vitamina D3 (min) 400.000,00 UI/kg; vitamina E (min) 3.600,00 UI/kg; vitamina K3 (min) 500,00 mg/kg; vitamina B1 (min) 400,00 mg/kg; vitamina B2 (min) 1.000,00 mg/kg; vitamina B6 (min) 500,00 mg/kg; vitamina B12 (min) 2.400,00 mcg/kg; ferro (min) 10,00 g/kg; cobre (min) 22,00 g/kg; manganês (min) 14,00 g/kg; zinco (min) 12,00 g/kg; iodo (min) 200,00 mg/kg; selênio (min) 70,00 mg/kg; metionina (min) 420,00 g/kg; salinomicina 13,20 g/kg; clorohidroxiquinolina 6.000,00 mg/kg.

Tabela 7 - Composição centesimal e composição calculada das dietas na fase final (34 a 41 dias)

Ingrediente (%)	DDGS					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Milho	66,78	65,39	64,02	62,65	61,28	59,91
Farelo de Soja	27,28	23,50	19,70	15,90	12,09	8,29
DDGS	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Óleo de Soja	2,89	2,91	2,92	2,93	2,94	2,95
Fosf. Bicálcico	1,01	1,04	1,07	1,11	1,14	1,17
Calcário	0,76	0,71	0,67	0,62	0,58	0,53
Supl. Vitamínico e Mineral ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,44	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
L-Lisina	0,23	0,33	0,43	0,53	0,63	0,73
L-Treonina	0,05	0,08	0,10	0,13	0,16	0,19
L-Valina	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13
DL-Metionina	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09
L-Triptofano	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,06
Composição Calculada						
EM (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína Bruta (%)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Fibra Bruta (%)	2,60	2,72	2,85	2,97	3,09	3,22
Metionina dig. (%)	0,49	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53
Met. + Cis.dig. (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Lisina dig. (%)	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Treonina dig. (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Triptofano dig. (%)	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Valina dig. (%)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Cálcio (%)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Fósforo dig. (%)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Cloro (%)	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31

Notas: ¹ Níveis de garantia: ácido fólico (min) 300,00 mg/kg; ácido pantotênico (min) 2.400,00 mg/kg; biotina (min) 16,00 mg/kg; niacina (min) 6.000,00 mg/kg; colina (min) 64,00 g/kg; vitamina A (min) 1.600.000,00 UI/kg; vitamina D3 (min) 400.000,00 UI/kg; vitamina E (min) 3.600,00 UI/kg; vitamina K3 (min) 500,00 mg/kg; vitamina B1 (min) 400,00 mg/kg; vitamina B2 (min) 1.000,00 mg/kg; vitamina B6 (min) 500,00 mg/kg; vitamina B12 (min) 2.400,00 mcg/kg; ferro (min) 10,00 g/kg; cobre (min) 22,00 g/kg; manganês (min) 14,00 g/kg; zinco (min) 12,00 g/kg; iodo (min) 200,00 mg/kg; selênio (min) 70,00 mg/kg; metionina (min) 420,00 g/kg; salinomicina 13,20 g/kg; clorohidroxiquinolona 6.000,00 mg/kg.

3.4 Variáveis avaliadas

3.4.1 Desempenho zootécnico

As características de desempenho foram verificadas para cada fase e no período total de criação das aves. Foi avaliado o ganho de peso médio (kg), consumo médio de ração (kg) e conversão alimentar corrigida (kg/kg).

3.4.2 Rendimento de carcaça e cortes

No 42º dia, duas aves de cada repetição (144 aves no total), com peso corporal próximo da média de cada parcela ($\pm 5\%$), foram identificadas por anilhas numeradas e submetidas a jejum de 10 horas e posteriormente levadas ao abatedouro experimental onde as aves foram processadas, segundo os procedimentos normais de abate (atordoamento, sangria, depenagem e evisceração) para avaliação de rendimentos (%) de carcaça quente eviscerada sem pescoço e sem pés, peito sem osso e sem pele e coxas e sobrecoxas através de pesagem (kg). O rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo após o jejum, enquanto os rendimentos dos cortes foram calculados em relação ao peso absoluto da carcaça, após resfriamento em *chiller* (MENDES, 1990).

3.4.3 Digestibilidade aparente

O ensaio de digestibilidade foi realizado de 16 a 19 dias de idade das aves, utilizando-se o método de coleta total de excretas sem o uso de marcador (CORTÉS et al., 2009).

Foram avaliadas a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, matéria mineral, extrativo não nitrogenado, sódio, cálcio e fósforo e energia.

O ensaio de digestibilidade teve início no 16º dia de idade das aves às 16h com a pesagem e início de fornecimento das rações e colocação das bandejas limpas e término às

16h do 19º dia de idade das aves com a última retirada das excretas das bandejas e pesagem das sobras de ração. As excretas foram retiradas duas vezes ao dia, de 17 a 19 dias de idade das aves, às 8h e às 16h, pesadas e acondicionadas em sacos plásticos identificados e congeladas a -18°C. Ao final dos ensaios, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas e submetidas à pré-secagem. O processo de pré-secagem foi realizado em estufas de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Foram realizadas análises laboratoriais nas rações da fase inicial e nas excretas coletadas durante o período experimental a fim de se verificar a digestibilidade dos diferentes níveis de inclusão de DDGS de sorgo nas dietas para frangos de corte. A determinação de energia foi realizada em Bomba Calorimétrica (modelo Parr 1261). As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), sódio (Na), cálcio (Ca) e fósforo (P) foram realizadas segundo a metodologia de Silva e Queiroz (2002).

O cálculo da digestibilidade aparente foi realizado pela equação $dn=1-[(F.fn)/(A.an)].100$, onde: dn= digestibilidade do nutriente, em %; F= excreção de fezes, em MS; fn= % nutriente na MS das fezes; A= consumo de alimento, em MS e an= % nutriente na MS do alimento.

3.4.4 Colorimetria

A colorimetria foi realizada utilizando-se o espectrofotômetro Minolta® CM 2600d versão 1.41, da Konica Minolta Sensing, Inc., de acordo com a metodologia descrita pela *Comission Internationale d'Eclairage* (CIE, 1976). Foram realizadas três medidas com contato direto em três pontos distintos do músculo *Pectoralis major* e a área de iluminação do aparelho com diâmetro de abertura de 3 mm (SAV), obtendo-se, os valores médios de L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha) e b* (intensidade da cor amarela).

Utilizou-se o iluminante padrão D65, ângulo de observação de 10º e luz especular incluída. Para efetuar as medições, o aparelho foi calibrado com o padrão preto e branco, sendo que para a calibração do preto utilizou-se um local escuro, sem contato com qualquer superfície e para o branco, utilizou-se a placa CM-A145.

3.4.5 Análise econômica

Foi realizada a análise econômica da utilização de diferentes níveis de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis na alimentação de frangos de corte em cada fase e no período total de criação (1 a 41 dias). Foi verificada a margem bruta média (MB), definida como a diferença entre a renda bruta média (RB) e o custo médio da dieta (CD) ($MB = R - CD$). É uma medida usual no processo de tomada de decisão quanto à utilização eficaz dos fatores de produção, que, no caso específico, é a ração o principal componente do custo de produção de frangos de corte. A MB corresponde à margem bruta média, ou seja, à rentabilidade da venda obtida por ave em reais (R\$) de acordo com cada tratamento; CD ao custo médio em reais (R\$) da dieta de acordo com o consumo ($\text{preço (R\$/kg)} \times \text{quantidade (kg)}$) consumida por ave no período e R à receita, que é a entrada monetária por ave (R\$) de acordo com o peso em cada período (kg) e o preço de venda do quilograma da carne (R\$/kg) por tratamento.

Para análise econômica, os preços dos últimos cinco anos dos ingredientes utilizados nas dietas como milho, farelo de soja, óleo de soja, sal comum, calcário e também do sorgo, assim como os preços recebidos pelo frango de corte foram obtidos junto ao Instituto de Economia Agrícola - IEA/ CATI - SAAESP (IEA, 2013) e os valores tiveram a inflação corrigida para o mês de outubro de 2012, obtendo-se a média de preço de cada item no período. Foram feitas algumas adequações dos valores encontrados, como no caso da formulação das dietas foi utilizado o milho moído, por isso adicionou-se 15% aos preços obtidos e 48% a mais sob o valor do calcário dolomítico para obtenção dos preços do calcário calcítico. Também, verificou-se que o preço do DDGS do sorgo acompanha o preço do sorgo por isso, utilizou-se a relação do preço do sorgo dos últimos cinco anos para o ingrediente teste. Para os ingredientes ou produtos não localizados na base de dados do IEA foram realizadas cotações junto a empresas fornecedoras, sendo os valores referentes ao mês de outubro de 2012.

3.5 Análise dos resultados

Os dados obtidos foram avaliados por ANOVA em delineamento inteiramente casualizado e analisados pelo procedimento GLM do SAS Institute, versão 9.0 (SAS, 2002). As médias de cada tratamento foram comparadas através do teste de Duncan a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios e os coeficientes de variação para as características de desempenho como ganho de peso médio (GP), consumo médio de ração (CR) e conversão alimentar corrigida (CA) para cada fase e no período total de criação das aves estão expressos na tabela 8.

Tabela 8 - Ganho de peso médio (kg), consumo médio de ração (kg) e conversão alimentar corrigida (kg/kg) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS) nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 33 dias), final (34 a 41 dias) e no período total de criação das aves (1 a 41 dias)

Variável	DDGS (%)						CV (%)
	0	5	10	15	20	25	
Período de 1 a 7 dias							
GP	0,11 AB	0,11 A	0,11 BC	0,11 C	0,10 D	0,09 E	5,31
CR	0,13	0,18	0,13	0,13	0,13	0,13	6,17
CA	1,14 D	1,19 CD	1,21 C	1,24 BC	1,29 B	1,41 A	6,32
Período de 8 a 21 dias							
GP	0,69 A	0,67 AB	0,65 B	0,61 C	0,56 D	0,46 E	4,50
CR	1,03 AB	1,05 A	1,06 A	1,02 AB	0,10 B	0,91 C	6,27
CA	1,50 D	1,59 C	1,62 C	1,67 C	1,78 B	1,96 A	6,30
Período de 22 a 33 dias							
GP	1,07 A	1,03 AB	0,99 BC	0,96 C	0,89 D	0,80 E	5,55
CR	1,75 A	1,68 BC	1,71 AB	1,68 ABC	1,61 C	1,46 D	5,11
CA	1,52 C	1,52 C	1,54 BC	1,54 BC	1,65 AB	1,69 A	8,66
Período de 34 a 41 dias							
GP	0,80 A	0,81 A	0,77 AB	0,76 AB	0,72 BC	0,68 C	11,20
CR	1,61	1,62	1,58	1,63	1,56	1,52	7,50
CA	1,84	1,95	1,85	1,90	1,95	1,95	11,19
Período de 1 a 41 dias							
GP	2,66 A	2,62 AB	2,52 BC	2,45 C	2,26 D	2,03 E	5,62
CR	4,57 A	4,50 AB	4,51 AB	4,47 AB	4,33 B	4,01 C	5,04
CA	1,56 D	1,65 BC	1,64 CD	1,68 BC	1,73 B	1,81 A	5,61

Nota: Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste Duncan.

Na fase pré-inicial (1 a 7 dias), não houve diferença significativa ($p=0,6005$) para consumo médio de ração. Não houve diferença ($p<0,0001$) entre o fornecimento de dieta convencional e dietas com inclusão de 5% de DDGS para a característica de ganho de peso médio. Menores ganhos de peso médio ($p<0,0001$) foram verificados com inclusão de 20% e 25% de DDGS de sorgo nas dietas em relação aos demais tratamentos, respectivamente. A inclusão de 25% do co-produto em dietas para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias) resultou em pior ($p<0,0001$) conversão alimentar das aves em relação aos demais tratamentos. A conversão alimentar das aves foi melhor ($p<0,0001$) quando as aves foram alimentadas com dietas convencionais ou com 5% de inclusão de DDGS de sorgo.

Devido ao alto teor de fibra e baixa digestibilidade dos aminoácidos, não são recomendadas inclusões de 25 a 30% de DDGS em dietas pré-iniciais para frangos de corte. Lumpkins, Batal e Dale (2004), observaram menor ganho de peso vivo e pior conversão alimentar quando as aves foram alimentadas com dietas contendo 18% de DDGS no período pré-inicial. Os mesmos autores recomendaram uma taxa de inclusão de até 12% de DDGS em dietas pré-iniciais. Bregendahl (2008) sugere que frangos de corte jovens devem receber níveis de inclusão baixos, mas os níveis de inclusão devem ser aumentados à medida que a ave amadurece.

Não houve diferença ($p<0,0001$) para ganho de peso médio na fase inicial (8 a 21 dias) com o fornecimento de ração convencional (sem inclusão) ou com 5% de inclusão de DDGS de sorgo nas dietas. Inclusões de 10, 15, 20 e 25% de DDGS de sorgo nas dietas iniciais (8 a 21 dias), resultaram em menores ganhos de peso médio das aves em relação à dieta convencional, sendo o nível máximo de inclusão (25% de DDGS), o que resultou aves mais leves ($p<0,0001$). O consumo médio de ração não diferiu ($p<0,0001$) até o nível de 15% de inclusão do ingrediente. O maior nível de inclusão resultou em menor ($p<0,0001$) consumo de ração pelas aves em relação aos demais tratamentos. A melhor conversão alimentar ($p<0,0001$) foi verificada quando houve fornecimento da dieta convencional (sem inclusão de DDGS de sorgo) em relação aos demais tratamentos, seguida de inclusões de 5, 10 e 15% de DDGS de sorgo, as quais não diferiram entre si ($p<0,0001$), 20% e 25% de inclusão de DDGS de sorgo, sendo que o maior nível de inclusão resultou em pior conversão alimentar ($p<0,0001$) das aves no período inicial em relação aos demais tratamentos.

No período de crescimento das aves (22 a 33 dias), não foi verificada diferença ($p<0,0001$) nos ganhos de peso médios das aves quando foram alimentadas com dieta controle ou com 5% de inclusão do DDGS de sorgo. Inclusões de 15, 20 ou 25% de DDGS de sorgo diferiram entre si ($p<0,0001$), sendo que o ganho de peso médio ($p<0,0001$) foi menor com o

aumento do nível de inclusão de DDGS de sorgo nas dietas. O fornecimento de dieta controle ou com 10 ou 15% de inclusão de DDGS de sorgo não diferiram entre si ($p < 0,0001$) para consumo médio de ração, apresentando os maiores valores. O menor consumo de ração ($p < 0,0001$) foi observado para aves alimentadas com 25% de inclusão de DDGS de sorgo em relação aos demais tratamentos. A conversão alimentar foi melhor ($p = 0,0063$) em aves alimentadas com dietas convencionais ou com até 15% de inclusão do ingrediente teste em relação ao nível máximo de inclusão. A inclusão de 30% de DDGS em dietas para frangos de corte no período de crescimento reduz o peso corporal, aumenta a conversão alimentar e pode reduzir o rendimento de peito em relação à inclusão de 15% ou à dieta controle sem DDGS (WANG et al., 2007b).

O ganho de peso médio pelas aves na fase final (34 a 41 dias) não diferiu ($p = 0,0028$) com até 20% de inclusão de DDGS de sorgo nas dietas. Aves alimentadas com dietas contendo 20 ou 25% de inclusão do DDGS de sorgo demonstraram menores valores de ganhos de peso médio, não diferindo entre si ($p = 0,0028$). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para consumo médio de ração e conversão alimentar entre os tratamentos. Os resultados obtidos corroboram com Lumpkins, Batal e Dale (2004), sugeriram níveis de 12 a 15% de DDGS na fase de crescimento e final, embora não houve diferença no ganho de peso entre 0 a 18% de DDGS nas fases de crescimento e final. Os resultados também estão de acordo com Abdel-Raheem, Leitgeb e Iben (2011), que observaram redução de peso corporal nos frangos alimentados com 12% de DDGS de milho e trigo comparado ao grupo de controle na fase final de criação das aves.

Durante o período total de criação das aves (1 a 41 dias), não houve diferença ($p < 0,0001$) para ganho de peso médio entre o fornecimento de dietas convencionais ou com 5% de inclusão do DDGS de sorgo nas dietas. Porém, os maiores níveis de inclusão de DDGS de sorgo nas dietas (20 e 25%, respectivamente) resultaram em aves mais leves ($p < 0,0001$), respectivamente, em relação aos demais tratamentos. Para consumo médio de ração, aves alimentadas com dietas convencionais ou com até 15% de inclusão de DDGS de sorgo não diferiram entre si ($p < 0,0001$). Entretanto, aves que receberam dietas contendo 25% de DDGS de sorgo demonstraram menor consumo de ração ($p < 0,0001$) em relação aos demais tratamentos. A conversão alimentar foi melhor ($p < 0,0001$) tanto com o fornecimento de dieta convencional quanto com 10% de inclusão de DDGS de sorgo nas dietas. Inclusões de 5, 15 e 20% não diferiram entre si ($p < 0,0001$). A pior conversão alimentar ($p < 0,0001$), em relação aos demais tratamentos, foi verificada quando as aves consumiram dietas com 25% de inclusão de DDGS de sorgo. Os resultados corroboram com os obtidos por Wang et al.

(2007b,c), Bregendahl (2008) e Youssef et al. (2008) que concluíram que dietas contendo até 15% de DDGS podem ser utilizadas ao longo do período de alimentação das aves, sem efeitos adversos sobre o desempenho. Os resultados também estão de acordo com Abdel-Raheem, Leitgeb e Iben (2011), que verificaram que não houve diferença significativa no consumo de ração e conversão alimentar no período total de criação das aves com o fornecimento de 12% de DDGS de milho e trigo. Foltyn et al. (2013) também concluíram que é possível a utilizar 120 g/kg de DDGS de milho em frangos de corte de 9 a 35 dias de idade sem efeito adverso no crescimento e na conversão alimentar.

Foram observados menores valores de ganho de peso médio e consumo médio de ração no período total de criação em relação aos dados disponibilizados no manual da linhagem (COBB 500, 2012).

Os valores médios e os coeficientes de variação para as características de rendimento como rendimento de carcaça quente eviscerada sem pescoço e sem pés (RC), rendimento de peito sem osso e sem pele (RP) e rendimento de coxas e sobrecoxas (RCCX) estão expressos na tabela 9.

Tabela 9 - Rendimento de carcaça quente eviscerada sem pescoço e sem pés (RC), rendimento de peito sem osso e sem pele (RP) e rendimento de coxas e sobrecoxas (RCCX), em porcentagem (%) ao abate (42 dias), de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS)

Variável (%)	DDGS (%)						CV (%)
	0	5	10	15	20	25	
RC	69,16 A	68,79 A	68,30 A	68,13 A	66,59 B	66,34 B	1,75
RP	32,52 AB	32,95 A	32,67 AB	31,75 B	29,68 C	29,87 C	3,98
RCCX	34,16 ABC	33,93 BC	33,63 C	34,12 ABC	34,97 A	34,70 AB	3,20

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste Duncan.

O rendimento de carcaça foi maior ($p < 0,0001$) em frangos de corte alimentados tanto com fornecimento de dieta convencional quanto com dietas contendo até 15% de inclusão de DDGS de sorgo durante o período de criação em relação aos níveis máximos de inclusão. Lumpkins, Batal e Dale (2004) encontraram rendimento de carcaça em torno de 70% para aves alimentadas com 0 a 18% de DDGS de milho. Aves alimentadas com dietas convencional, 5 e 10% de inclusão de DDGS de sorgo nas dietas não diferiram entre si

($p < 0,0001$), demonstrando maiores rendimentos de peito ($p < 0,0001$) e os menores valores foram observados quando houve inclusão de 20 ou 25% de DDGS de sorgo nas dietas, não apresentando diferença entre si ($p < 0,0001$). Não houve diferença ($p = 0,0422$) entre o fornecimento de dieta convencional ou com 15, 20 e 25% de inclusão de DDGS de sorgo para rendimento de coxas e sobrecoxas. A inclusão de 10% de DDGS de sorgo diferiu dos níveis máximos de inclusão (20 e 25%).

Pesquisadores também relataram que frangos de corte podem ser alimentados com 15% de DDGS de milho sem afetar a composição de carcaça (LUMPKINS; BATAL; DALE, 2004; WANG et al., 2007b,c). Entretanto, Wang et al. (2007a) verificaram que o rendimento de carcaça pareceu diminuir linearmente com o aumento do conteúdo de DDGS comparado à dieta controle, sendo que o rendimento de carcaça de frangos de corte foi menor quando foram alimentados com dietas que contêm 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 0, 60, 120 ou 180 g/kg de DDGS de milho em dietas para frangos de corte machos. Já Abdel-Raheem, Leitgeb e Iben (2011), observaram uma redução significativa no rendimento de carcaça quente e fria para 12% de inclusão de DDGS de milho e trigo em dietas.

Apesar da diminuição do desempenho do crescimento em frangos de corte alimentados com 18% de DDGS, Lumpkins, Batal e Dale em 2004, verificaram que o rendimento de carne de peito e outros cortes não foram afetados pelos tratamentos dietéticos. Wang et al. (2007 b,c) observaram que quando alimentados com 30% de DDGS, frangos apresentaram menor rendimento de carne de peito, atribuível a uma deficiência de arginina (CORZO; MORAN; HOEHLER, 2003; WANG et al., 2007a). Já estes mesmos autores (WANG et al., 2007c), não verificaram diferença significativa no rendimento de coxa e sobrecoxa para frangos de corte com o fornecimento de 0, 15 ou 30% de DDGS.

Os valores médios e os coeficientes de variação da digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), extrativo não nitrogenado (ENN), sódio (Na), cálcio (Ca), fósforo (P) em porcentagem (%) e energia metabolizável aparente (EMA) estão expressos na tabela 10.

Tabela 10 - Digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), extrativo não nitrogenado (ENN), sódio (Na), cálcio (Ca), fósforo (P) em porcentagem (%) e energia metabolizável aparente (EMA) em quilocalorias por quilograma (kcal/kg), com base na matéria seca, em frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS)

Variável (%)	DDGS (%)						CV (%)
	0	5	10	15	20	25	
MS	74,58 A	74,10 A	72,86 B	71,30 C	69,92 D	67,85 E	1,64
PB	65,08 A	65,47 A	63,46 A	60,36 B	57,42 C	54,65 D	4,04
FB	30,93 B	36,70 B	37,16 B	37,70 B	51,04 A	38,05 B	21,34
EE	86,83 A	86,31 A	83,94 B	80,45 C	79,30 C	73,90 D	2,07
MM	46,78 BC	47,77 AB	50,45 A	48,78 AB	43,09 D	44,78 DC	5,70
ENN	81,06 A	81,10 A	79,76 A	79,93 A	77,82 B	77,18 B	1,84
Na	20,52 C	24,95 BC	34,43 A	28,12 AB	14,01 D	23,73 BC	26,42
Ca	59,44 B	59,53 B	64,25 A	59,41 B	56,03 C	57,30 BC	4,96
P	57,63 AB	59,13 A	59,93 A	55,64 B	51,83 C	50,96 C	4,82
EMA	78,67 A	77,88 A	76,29 B	74,95 C	72,79 D	70,59 E	1,55

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste Duncan.

Apesar das dietas formuladas serem isoprotéicas e isoenergéticas e apesar do nível de inclusão do DDGS de sorgo, os teores de Na, Ca e P_{dig.} nas dietas formuladas apresentaram os mesmos valores entre si, em todas as fases de criação, em especial nas dietas durante o período do ensaio de digestibilidade (dietas da fase inicial), foram observadas diferenças ($p < 0,05$) na digestibilidade desses nutrientes e da energia de acordo com a inclusão de diferentes níveis de DDGS de sorgo.

Não houve diferença ($p < 0,0001$) para digestibilidade aparente da matéria seca com o fornecimento de dieta convencional ou com 5% de inclusão do DDGS de sorgo na dieta, os quais apresentaram maior digestibilidade aparente em relação aos demais tratamentos. A partir de 5% de inclusão de DDGS de sorgo nas dietas, a digestibilidade da matéria seca foi decrescendo ($p < 0,0001$) com a inclusão gradativa do co-produto.

Para proteína bruta (PB), a dieta convencional ou inclusão de até 10% de DDGS de sorgo demonstraram maior ($p < 0,0001$) digestibilidade aparente em relação aos demais níveis de inclusão, sendo que inclusão de 25% de DDGS de sorgo na dieta resultou em menor ($p < 0,0001$) digestibilidade aparente da proteína bruta. A digestibilidade de vários aminoácidos é relativamente baixa no DDGS, especialmente treonina e lisina (BATAL; DALE, 2006; FIENE; YORK; SHASTEEN, 2006; PARSONS et al., 2006; FASTINGER;

LATSHAW; MAHAN, 2006; WALDROUP et al., 2007), resultando baixa digestibilidade da proteína desta proteína (HSU et al., 1977), o que pode limitar seu uso em altos níveis.

Um ponto negativo citado por Roberts et al. (2007b) e Pineda et al. (2008) é que o consumo e a excreção de nitrogênio podem aumentar dependendo da inclusão de DDGS, porém com efeito reduzido na emissão de amônia (ROBERTS et al., 2007a), pois o nitrogênio parece ficar retido nas excretas, quando aplicado corretamente no campo, pode aumentar a fertilidade e consequentemente, o valor econômico da adubação. Da mesma forma, Leytem, Kwanyuen e Thacker (2008), relataram uma diminuição linear na retenção de N com o aumento nos níveis de DDGS de trigo (0, 5, 10, 15 ou 20%) em dietas para frangos de corte.

A digestibilidade aparente da fibra bruta foi maior ($p=0,0008$) com 20% de inclusão de DDGS de sorgo na dieta em relação aos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si ($p=0,0008$). Dieta convencional e dieta com 5% de inclusão do DDGS demonstraram digestibilidade aparente semelhante do extrato etéreo ($p<0,0001$), sendo maior ($p<0,0001$) em relação aos demais tratamentos. Também não houve diferença ($p<0,0001$) entre 15 e 20% de inclusão de DDGS de sorgo na dieta para a digestibilidade aparente do EE. Menor digestibilidade aparente do extrato etéreo ($p<0,0001$) foi obtida com o fornecimento de dieta com 25% de inclusão de DDGS de sorgo em relação aos demais tratamentos.

A digestibilidade aparente da matéria mineral não diferiu ($p<0,0001$) entre 5, 10 e 15% de inclusão de DDGS de sorgo na dieta. A inclusão de 20% de DDGS de sorgo na dieta resultou em menor ($p<0,0001$) digestibilidade aparente da matéria mineral em relação aos menores níveis de inclusão ou à dieta controle. O fornecimento de dieta convencional ou inclusão de até 15% de DDGS de sorgo na dieta demonstrou digestibilidade do extrativo não nitrogenado semelhantes ($p<0,0001$) e maiores ($p<0,0001$) do que quando houve inclusão de 20 ou 25% de DDGS de sorgo na dieta.

Em relação aos minerais avaliados, a digestibilidade aparente do sódio não diferiu ($p<0,0001$) para a dieta com 10 ou 15% de inclusão de DDGS de sorgo. A menor digestibilidade aparente ($p<0,0001$) foi observada quando houve inclusão de 20% de DDGS de sorgo na dieta em relação aos demais tratamentos. O cálcio apresentou maior digestibilidade aparente ($p<0,0001$) na dieta com inclusão de 10% de DDGS de sorgo em relação aos demais tratamentos. Não houve diferença ($p<0,0001$) na digestibilidade aparente do fósforo entre a não inclusão ou a inclusão de até 10% de DDGS de sorgo na dieta. Menor digestibilidade aparente do P ($p<0,0001$) foi observada com inclusão de 20 ou 25% de DDGS de sorgo na dieta em relação aos demais tratamentos. Lumpkins e Batal (2005) relataram que a digestibilidade do fósforo em uma amostra de DDGS contendo 0,74% de P total foi de 54%

em frangos de corte, valor próximo à média encontrada neste estudo (56%). Para Pedersen, Boersma e Stein (2007b), a digestibilidade do fósforo no DDGS de milho é maior que no milho (19,3%). Isto pode ser, em parte, devido ao fósforo fornecido pela levedura residual, que é considerado altamente disponível, e porque a fermentação pode liberar um pouco de fósforo do vínculo fitato (WALDROUP et al., 2007). Leytem, Kwanyuen e Thacker (2008), relataram diminuição linear na retenção de fósforo com o aumento de DDGS de trigo (0, 5, 10, 15 ou 20%) em dietas para frangos de corte.

A dieta convencional e dieta com 5% de inclusão de DDGS de sorgo não diferiram entre si para energia metabolizável aparente ($p < 0,0001$), sendo que menores ($p < 0,0001$) valores de EMA foram observados com a inclusão gradativa do produto. O valor médio da digestibilidade aparente da energia de DDGS de sorgo encontrado foi de 75%, valor próximo aos observados por Stein, Connot e Pedersen (2009), que encontraram valores de 74-83%. Como em outros grãos, a digestibilidade da energia é muito mais baixa no DDGS do que no grão (NOBLET; SÈVE; JONDREVILLE, 2002). DDGS de sorgo pode ser utilizado, preferencialmente, para os animais em fases fisiológicas com menores exigências de energia (PEDERSEN et al., 2007a). De acordo com Tinoco et al. 2011, a digestibilidade dos aminoácidos e o valor energético das dietas formuladas DDGS para frangos de corte poderiam ser melhorados com a adição de protease.

Não foram encontrados dados na literatura que relatem valores de digestibilidade para DDGS até mesmo de milho para as variáveis analisadas neste ensaio, com exceção do P e energia.

Os valores médios e os coeficientes de variação da coloração do músculo peitoral maior (*Pectoralis major*) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS de sorgo nas dietas estão expressos na tabela 11.

Tabela 11 - Colorimetria (luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*)) do músculo peitoral maior (*Pectoralis major*) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS)

Variável	DDGS (%)						CV (%)
	0	5	10	15	20	25	
L*	57,24 A	56,25 AB	54,63 BC	53,55 C	48,63 D	49,46 D	4,50
a*	-1,07 B	-0,90 B	-1,12 B	-1,13 B	-1,24 B	-0,47 A	44,75
b*	3,77 A	3,43 AB	3,30 ABC	2,62 BC	2,85 BC	2,46 C	32,25

Nota: Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste Duncan.

A cor é considerada um importante parâmetro de qualidade para produtos alimentícios, principalmente para produtos cárneos, já que influencia a aceitabilidade do produto. Os consumidores normalmente rejeitam produtos em que a cor é diferente da esperada, portanto esta variável pode ser utilizada para determinar o valor comercial do alimento (QIAO et al., 2001). Defeitos de cor na carne de frango, como PSE (pálida, mole e exsudativa), tem sido um problema para a indústria processadora de alimentos a partir da carne de aves frescas ou cozidas. Jensen et al. (1997) afirmaram que a descoloração das carnes frescas está relacionada com a oxidação de pigmentos e com a eficiência dos sistemas enzimáticos redutores de metamioglobina.

Não houve diferença ($p < 0,0001$) para luminosidade (L*) músculo peitoral maior (*Pectoralis major*) de frangos de corte entre o tratamento controle e a inclusão de 5% de DDGS de sorgo nas dietas. Menor ($p < 0,0001$) luminosidade em relação aos demais tratamentos foi observada quando houve inclusão de 20 ou 25% de DDGS de sorgo nas dietas. Resultados semelhantes foram obtidos por Schilling et al. (2010), que aumentaram o nível de DDGS de 60 para 240 g/kg e a luminosidade (L*) diminuiu insignificativamente e Foltyn et al. (2013), observaram maior ($p < 0,05$) luminosidade (L*) na carne de frango com adição de 120 g/kg e comparação a 180 g/kg de DDGS.

Segundo Qiao et al. (2001), o valor L* (luminosidade), dentre as demais medidas de cor (a* e b*), é o que tem uma correlação maior com o PSE. Quanto mais alta a luminosidade, mais pálida encontra-se a carne. Amostras de peito de frango com valor de L* (luminosidade) maior que 53 (sistema de análise de cor objetiva CIE L* a* b*) são cortes tipicamente PSE (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006). Dessa forma, inclusões de 20 e 25% de DDGS de sorgo em dietas para frangos de corte não resultaram em carne de peito PSE, ao contrário dos demais tratamentos. Entretanto, Sartori et al. (2003) e Madeira (2005), atribuem maiores

valores de luminosidade (L^*) ao maior crescimento do animal, já que por apresentar maior crescimento, apresentam fibras brancas de maior diâmetro do que as fibras vermelhas, sendo que as fibras mais claras apresentam pequena densidade de capilares sanguíneos, contêm pequeno número de mitocôndrias e pouca mioglobina. Devido a isso, refletem mais a luminosidade, apresentando então maiores valores de L^* , justificativa a qual se enquadra perfeitamente no estudo, visto que o peso ao abate foi diminuindo à medida que se aumentou o nível de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação nas dietas dos frangos de corte (Tabela 8) resultando, conseqüentemente, em menor luminosidade e carne de intensidade mais avermelhada.

A intensidade da cor amarela (b^*) não diferiu ($p=0,0133$) no músculo peitoral maior (*Pectoralis major*) de frangos de corte com o fornecimento de dieta controle, com 5 ou 10% de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis nas dietas. O nível máximo de inclusão estudado (25% de DDGS de sorgo) resultou em menor ($p=0,0133$) intensidade da cor amarela em relação ao fornecimento de dieta controle ou com 5% de inclusão de DDGS de sorgo. Já a inclusão de 25% de DDGS de sorgo nas dietas para frangos de corte resultaram em maior ($p=0,0009$) intensidade da cor vermelha (a^*) do músculo peitoral maior (*Pectoralis major*) em relação aos demais tratamentos. O sorgo possui baixo teor de xantofila e caroteno, que são responsáveis pela pigmentação amarela-alaranjada na pele dos frangos, por isso, níveis elevados de inclusão do DDGS resultaram em menor intensidade da cor amarela (b^*).

Corzo et al. (2009) não observaram diferença significativa ($p>0,05$) para L^* , a^* ou b^* com fornecimento de dieta convencional ou fornecimento de 8% de DDGS de milho em dietas para frangos de corte. Em contrapartida, Garcia et al. (2005) observaram diminuição ($p<0,05$) dos valores de a^* e b^* e aumento de L^* (luminosidade) à medida que aumentaram os níveis de substituição do milho grão pelo sorgo.

Os valores médios e os coeficientes de variação da margem bruta (MB) nas diferentes fases de criação e no período total de criação das aves estão expressos na tabela 12.

Tabela 12 - Margem bruta média (MB) em reais (R\$) na fase pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 33 dias), final (34 a 41 dias) e no período total de criação (1 a 41 dias) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS)

MB (R\$) por período	DDGS (%)						CV (%)
	0	5	10	15	20	25	
1 a 7 dias	0,11 A	0,10 AB	0,10 AB	0,10 BC	0,09 C	0,08 D	9,87
8 a 21 dias	0,52 A	0,49 AB	0,46 B	0,42 C	0,36 D	0,26 E	11,29
22 a 33 dias	0,72 A	0,71 A	0,63 B	0,64 B	0,54 C	0,49 C	12,83
34 a 41 dias	0,40 AB	0,41 A	0,37 ABC	0,36 ABC	0,33 BC	0,30 C	23,79
1 a 41 dias	1,66 A	1,66 A	1,53 AB	1,47 B	1,27 C	1,10 D	13,80

Nota: Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste Duncan.

No período de 1 a 7 dias (fase pré-inicial), o fornecimento de dietas convencional ou com 5 ou 10% de inclusão de DDGS de sorgo não diferiram entre si ($p < 0,0001$), apresentando os maiores valores. O fornecimento de dietas com 15 ou 20% de inclusão de DDGS de sorgo, a margem bruta foi menor ($p < 0,0001$) em relação aos demais tratamentos. Na fase inicial (8 a 21 dias), o fornecimento de dieta convencional ou com 5% de inclusão de DDGS não diferiram entre si ($p < 0,0001$) para margem bruta. Inclusões de 15, 20 e 25% resultaram em menores margens brutas ($p < 0,0001$), respectivamente. O fornecimento de dieta convencional ou 5% de inclusão de DDGS de sorgo na dieta resultaram em maior ($p < 0,0001$) margem bruta na fase de crescimento (22 a 33 dias). Inclusão de 10 ou 15% também não demonstraram diferença entre si ($p < 0,0001$). Os menores valores ($p < 0,0001$) foram observados com os maiores níveis de inclusão do DDGS de sorgo (20 e 25%), os quais não apresentaram diferença entre si ($p < 0,0001$). Na fase final de criação das aves (34 a 41 dias), não houve diferença ($p = 0,0430$) entre o fornecimento de dieta convencional ou com 5 a 15% de inclusão de DDGS de sorgo para margem bruta. Inclusões de 20 ou 25% de DDGS de sorgo nas dietas diferiram do nível de 5% de inclusão, para margem bruta.

No período total de criação das aves (1 a 41 dias de idade), não houve diferença ($p < 0,0001$) entre o fornecimento de dieta convencional ou fornecimento de dietas contendo até 10% de inclusão de DDGS de sorgo, apresentando maiores valores de margem bruta. Inclusões de 20 e 25% de grãos de sorgo secos por destilação com solúveis (DDGS de sorgo), em dietas para frangos de corte, nos diferentes períodos de criação das aves, resultaram em menor ($p < 0,0001$) margem bruta, respectivamente, em relação aos demais tratamentos.

Dessa forma, inclusão de até 10% de DDGS de sorgo é viável em dietas pré-iniciais (1 a 7 dias). Em dietas iniciais (8 a 21 dias) e crescimento (22 a 33 dias), o nível de inclusão recomendado é de até 5% de DDGS de sorgo. Na fase final (34 a 41 dias), inclusões de até 15% podem ser feitas. Durante o período total de criação das aves (1 a 41 dias), recomenda-se inclusão de até 10% de DDGS de sorgo.

Pode-se verificar que, em geral, o DDGS de sorgo demonstrou um comportamento semelhante ao DDGS do milho quando inseridos em dietas para frangos de corte.

O estudo não teve como objetivo avaliar a digestibilidade dos aminoácidos do DDGS de sorgo, porém os resultados obtidos indicam que este pode ser um fator limitante da alta inclusão do co-produto em dietas para frangos de corte, mesmo que ajustados os níveis dos aminoácidos através da inclusão de aminoácidos sintéticos na formulação das dietas.

Além disso, a granulometria das dietas contendo maiores inclusões de DDGS de sorgo pode ter interferido no consumo de ração pelas aves, visto que a pré-moagem do DDGS pode não ter atingido valores desejáveis do diâmetro geométrico médio (DGM 800 a 1.000 micrometros), o que pode ter induzido as aves à seleção de partículas dentro da ração. Durante o período experimental, observações visuais puderam constatar que as aves com maior inclusão de DDGS de sorgo permaneciam maior tempo “no comedouro” em relação às aves com menores inclusões do co-produto nas dietas, o que pode ter resultado em menor consumo e maior gasto de energia pelas aves.

5 CONCLUSÃO

É viável a inclusão de até 15% de DDGS de sorgo em dietas para frangos de corte.

É preciso que sejam realizadas análises antes da inclusão do DDGS de sorgo em dietas para frangos de corte, visto às grandes variações nos co-produtos e à falta de estudos que reúnam dados, além da disponibilidade e preço do produto. Outro ponto importante é a aquisição de DDGS de sorgo de qualidade, com armazenamento em local adequado, livre de micotoxinas, as quais podem ser três a quatro vezes maiores do que no grão.

Mais estudos devem ser realizados com outros níveis de inclusão e também a utilização de enzimas que aumentem a digestibilidade dos nutrientes, viabilizando a utilização como ingrediente para a redução de custos de produção.

Apesar da produção do DDGS a partir do sorgo ainda não ser uma realidade brasileira, seu uso como ingrediente alternativo para as formulações de dietas para aves é possível. Não há dúvidas de que, nos próximos anos, a demanda por etanol impactará de alguma forma a cadeia produtora de carne de frango.

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.
- BALAKRISHNAN, V. Developments in the Indian feed and poultry industry and formulation of rations based on local resources. In: PROTEIN SOURCES FOR THE ANIMAL FEED INDUSTRY EXPERT CONSULTATION AND WORKSHOP, 2004, Bangkok. **Proceedings...** Bangkok : FAO Animal Production and Health Proceedings, 2004. 390 p.
- BAREKATAIN, M. R.; CHOCT, M.; IJI, P. A. Xylanase supplementation improves the nutritive value of diets containing high levels of sorghum distillers' dried grains with solubles for broiler chickens. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 7, p. 1552–1559, 2013.
- BATAL, A. B.; DALE, N. M. True Metabolizable Energy and Amino Acid Digestibility of Distillers Dried Grains with Solubles. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 15, p. 89-93, 2006.
- BATAL, A. B.; BREGENDAHL, K. Feeding Ethanol Coproducts to Poultry. In: LIU, K.; ROSENTRATER, K. A. **Distillers grains: production, properties and utilization**. Boca Raton: CRC Press, 2012. p. 139.
- BEYER, S. **Sorghum in poultry production feeding guide**. Manhattan: Kansas State University, 2012. 16 p.
- 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.
- BREGENDAHL, K. Use of Distillers Co-products in Diets Fed to Poultry. In: BABCOCK, B. A.; HAYES, D. J.; LAWRENCE, J. D. **Using distillers grains in the u.s. and international livestock and poultry industries**. Ames: Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center at the Center for Agricultural and Rural Development of Iowa State University, 2008. p.100.
- COBB 500. **Suplemento: Desempenho e Nutrição para Frangos de Corte**. Arkansas: CobbVantress, 2012.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE ECLAIRAGE – CIE. **Colorimetry**. 2. ed. Viena: CIE, 1976. (CIE Publications, 15.2).
- CORTES, M. E. M.; RIBEIRO, A. M. L.; GIANFELICI, M. F.; KESSLER, A. M.; MORAES, M. L. Estudo de variações metodológicas na determinação do metabolismo aparente de nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p. 1921-1927, 2009.

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.

CORZO, A.; SCHILLING, M. W.; LOAR, R. E.; JACKSON, V.; KIN, S.; RADHAKRISHNAN, V. The effects of feeding distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. **Poultry Science**, v. 88, p. 432-439, 2009.

COUCH, J. R.; TRAMMELL, J. H.; TOLAN, A.; ABBOTT, W. W. Corn distillers dried grains with solubles in low lysine diets for rearing broiler breeder replacement pullets. In: DISTILLERS FEED RESEARCH COUNCIL CONFERENCE, 1970, Cincinnati. **Proceedings...** Cincinnati: The Council, 1970. p. 25-33.

CUEVAS, A. C.; CARRILLO, C. A. E.; ELIZALDE, G. S.; IRIARTE, J. M.; ROA, M. O.; GONZÁLEZ, E. A. El uso de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en dietas sorgo-soya para pollos de engorda y gallinas de postura. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v. 3, n. 3, p. 331-341, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013.

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.

FASTINGER, N. D.; LATSHAW, J. D.; MAHAN, D. C. Amino acid availability and true metabolizable energy content of corn distillers dried grains with solubles in adult cecectomized roosters. **Poultry Science**, v. 85, p. 1212-1216, 2006.

FEOLI, C.; HANCOCK, J. D.; MONGE, C.; GUGLE, T. L.; CARTER, S. D.; COLE, N. A. Digestible Energy Content of Corn- vs. Sorghum-Based Dried Distillers Grains with Solubles and Their Effects on Growth Performance and Carcass Characteristics in Finishing Pigs. In: KANSAS STATE UNIVERSITY SWINE DAY REPORT, 2007, Kansas. **Proceedings...** Kansas: Kansas State University, 2007. p. 131-136.

FIALHO, E. T. **Alimentos Alternativos para Suínos**. Lavras: Editora UFLA/FAEPE, 2009. 232 p.

FIENE, S. P.; YORK, T. W.; SHASTEEN, C. Correlation of DDGS IDEA digestibility assay for poultry with cockerel true amino acid digestibility. In: PROC. 4TH MID-ATLANTIC NUTRITION CONFERENCE, 2006, Timonium. **Proceedings...** Timonium: University of Maryland, 2006. p. 82-89.

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.

GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; COSTA, C.; PAZ, I. C. L. A.; TAKAHASHI, S. E.; PELÍCIA, K. P.; KOMIYAMA, C. M.; QUINTEIRO, R. R. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 5, p. 634-643, 2005.

HAM, G. A.; STOCK, R. A.; KLOPFENSTEIN, T. J.; LARSON, E. M.; SHAIN, D. H.; HUFFMAN, R. P. Wet corn distillers byproducts compared with dried corn distillers grains with solubles as a source of protein and energy for ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 3246-3257, 1994.

HANCOCK, J. D. Experiences with sorghum-based DDGS in swine and poultry diets. IN: NCGA/NGSPA SOUTHWEST CO-PRODUCTS CONFERENCE, 2002, Kansas. **Proceedings...** Kansas: Kansas State University, 2002. 35 p.

HSU, H. W.; VAVAK, D. L.; SATTERLEE, L. D.; MILLER, G. A. Multienzyme technique for estimating protein digestibility. **Journal of Food Science**, v. 42, n. 5, p. 1269-1273, 1977.

IEA. INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Banco de dados IEA**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

JACELA, J. Y.; FROBOSE, H. L.; DEROUCHÉY, J. M.; TOKACH, M. D.; DRITZ, S. S.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L. Amino acid digestibility and energy concentration of high-protein corn dried distillers grains and high-protein sorghum dried distillers grains with solubles for swine. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 11, p. 3617-3623, 2010.

JENSEN, L. S. Distillers feeds as sources of unidentified factors for laying hens. In: DISTILLERS FEED RESEARCH COUNCIL CONFERENCE, 1978, Louisville. **Proceedings...** Louisville: The Council, 1978. p. 17-22.

JENSEN, L. S. Value of distillers dried grains with solubles in poultry feeds. In: DISTILLERS FEED RESEARCH COUNCIL CONFERENCE, 1981, Cincinnati. **Proceedings...** Cincinnati: The Council, 1981. p. 87-93.

JENSEN, C.; ENGBERG, R.; JAKOBSEN, K.; SKIBSTED, L. H.; BERTELSEN, G. Influence of the oxidative quality of dietary oil on broiler meat storage stability. **Meat Science**, v. 47, n. 3/4, p. 211-222, 1997.

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.

LEKSRIOMPONG, N. **Effects of feeder space and feeding programs during rearing and laying on broiler breeder reproductive performance and livability**. 2010. 217 p. Ph.D. Dissertation (Degree of Doctor of Philosophy) - Graduate Faculty of North Carolina State University, North Carolina, 2010.

LEYTEM, A. B.; KWANYUEN, P.; THACKER, P. Nutrient excretion, phosphorus characterization, and phosphorus solubility in excreta from broiler chicks fed diets containing

graded levels of wheat distillers grains with solubles. **Poultry Science**, v. 87, p. 2505- 2511, 2008.

LOAR, R. E.; SRINIVASAN, R.; KIDD, M. T.; DOZIER, W. A.; CORZO A. 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 grains with soluble as a feed ingredient for broilers. **Poultry Science**, v. 83, p. 1891-1896, 2004.

LUMPKINS, B. S.; BATAL, A. B. The bioavailability of lysine and phosphorus in distillers dried grains with solubles. **Poultry Science**, v. 84, n. 4, p. 581-586, 2005.

MADEIRA, L. A. **Morfologia das fibras musculares esqueléticas de frango de corte criados nos sistemas confinado e semi-confinado**. 2005. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

MENDES, A. A. **Efeito de fatores genéticos, nutricionais e de ambiente sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte**. 1990. 103 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

MIN, Y. N.; HANCOCK, A.; YAN, F.; LU, C.; COTO, C.; KARIMI, A.; PARK, J. H.; LIU, F. Z.; WALDROUP, P. W. Use of combination of canola meal and distillers dried grains with soluble in broiler starter diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, p. 725-733, 2009.

MONSANTO. **MONSANTO BRASIL**. Disponível em: <<http://www.monsanto.com.br/busca.asp?q=sorgo%20sacarino>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

NOBLET, J.; SÈVE, B.; JONDREVILLE, C. **Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: valeur nutritive pour le porc**. Paris: INRA-AFZ, 2002. 301 p.

NOLL, S. L.; STANGELAND, V.; SPEERS, G.; BRANNON, J. Distillers grains in poultry diets. In: 62ND MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE AND MINNESOTA CORN GROWERS ASSOCIATION TECHNICAL SYMPOSIUM, 2001, Bloomington. **Proceedings...** Bloomington: University of Minnesota, 2001. 44 p.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Carne PSE em aves. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. (Ed.). **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006. p. 95-113.

PAHM, A. A.; PEDERSEN, C.; STEIN, H. H. Application of the reactive lysine procedure to estimate lysine digestibility in distillers dried grains with solubles fed to growing pigs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 9441-9446, 2008.

PAHM, A. A.; PEDERSEN, C.; HOEHLER, D.; STEIN, H. H. Factors affecting the variability in ileal amino acid digestibility in corn distillers dried grains with solubles fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 2180-2189, 2008.

PARSONS, C. M.; BAKER, D. H.; HARTER, J. M. Distillers dried grains with soluble as a protein source for the chick. **Poultry Science**, v. 62, p. 2445-2451, 1983.

PARSONS, C. M.; MARTINEZ, C.; SINGH, V.; RADHAKRISHMAN, S.; NOLL, S. Nutritional value of conventional and modified DDGS for poultry. In: MULTI-STATE POULTRY NUTRITION AND FEEDING CONFERENCE, 2006, Indianapolis. **Proceedings...** Indianapolis: Purdue University Conference Division, 2006. 7 p.

PEDERSEN, C.; BOERSMA, M. G.; STEIN, H. H. Energy and Nutrient Digestibility in NutriDense Corn and Other Cereal Grains Fed to Growing Pigs. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2473-2483, 2007a.

PEDERSEN, C.; BOERSMA, M. G.; STEIN, H. H. Digestibility of energy and phosphorus in ten samples of distillers dried grains with solubles fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 5, p. 1168-1176. 2007b.

PINEDA, L.; ROBERTS, S.; KERR, B.; KWAKKEL, R.; VERSTEGEN, M; BREGENDAHL, K. Maximum Dietary Content of Corn Dried Distiller's Grains with Solubles in Diets for Laying Hens. In: EFFECTS ON NITROGEN BALANCE, MANURE EXCRETION, EGG PRODUCTION, AND EGG QUALITY, 2008, Ames. **Proceedings...** Ames: Iowa State University Animal Industry Report, 2008.

POTTER, L. M. Studies with distillers feeds in turkey rations. In: DISTILLERS FEED RESEARCH COUNCIL CONFERENCE, 1966, Cincinnati. **Proceedings...** Cincinnati: The Council, 1966. p. 47-51.

QIAO, M.; FLETCHER, D. L.; SMITH, D. P.; NORTHCUTT, J. K. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity and emulsification capacity. **Poultry Science**, v. 80, n. 5, p. 676-680, 2001.

ROBERTS, S. A.; XIN, H.; KERR, B. J.; RUSSELL, J. R.; BREGENDAHL, K. Effects of Dietary fiber and reduced crude protein on ammonia emission from laying-hen manure. **Poultry Science**, v. 86, p. 1625-1632, 2007a.

ROBERTS, S. A.; XIN, H.; KERR, B. J.; RUSSELL, J. R.; BREGENDAHL, K. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on nitrogen balance and egg production in laying hens. **Poultry Science**, v. 86, p. 1716-1725, 2007b.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Editora UFV, 2011. 252 p.

RUNNELS, T. D. Corn distillers dried solubles as a growth promoting and pigmenting ingredient in broiler finishing diets. In: DISTILLERS FEED RESEARCH COUNCIL CONFERENCE, 1957, Cincinnati. **Proceedings...** Cincinnati: The Council, 1957. p. 54-60.

SARTORI, J. R.; GONZALES, E.; MACARI, M.; DAL PAI, V.; OLIVEIRA, H. N. Tipos de fibras no músculo flexor longo do hálux de frangos de corte submetidos ao estresse pelo calor e frio e alimentados em "Pair-Feeding". **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4. p. 918-925, 2003.

SAS INSTITUTE INC. **SAS System for Microsoft Windows**. Release 9.0. Cary, NC: SAS, 2002.

SCHILLING, M. W.; BATTULA, V.; LOAR, R. E.; JACKSON, V.; KIN, S.; CORZO, A. Dietary inclusion level effects of distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. **Poultry Science**, v. 89, n. 4, p. 752-760, 2010.

SCOTT, M. L. Distillers dried solubles for maximum broiler growth and maximum egg size. In: DISTILLERS FEED RESEARCH COUNCIL CONFERENCE, 1965, Cincinnati. **Proceedings...** Cincinnati: The Council, 1965. p. 55-57.

SHURSON, G. C.; ZIJLSTRA, R. T.; KERR, B. J.; STEIN, H. H. Feeding biofuels co-products to pigs. In: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN UTILIZING BY-PRODUCTS OF THE BIOFUEL INDUSTRY AS LIVESTOCK FEED, 2012, Rome. **Proceedings...** Rome: Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. 2012. p. 175-208.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235 p.

STEIN, H. H.; GIBSON, M. L.; PEDERSEN, C.; BOERSMA, M. G. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 853-860, 2006.

STEIN, H. H. Distillers dried grains with solubles (DDGS) in diets fed to swine. In: Falta autor do livro. **Swine focus**. Urbana-Champaign, n.1, 8 p., 2007.

STEIN, H. H.; CONNOT, S. P.; PEDERSEN, C. Energy and nutrient digestibility in four sources of distillers dried grains with solubles produced from corn grown within a narrow geographical area and fed to growing pigs. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v. 22, n. 7, p. 1016-1025, 2009.

STEIN, H. H.; SHURSON, G. C. The use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 4, p. 1292-1303, 2009.

TINOCO, S. F.; ROSALES, S. G.; ANGELES, M. L.; RAMÍREZ, S. Efeito de uma protease sobre a digestibilidade ileal e fecal dos aminoácidos do farelo de canola e grãos secos de destilaria com solúveis, em frangos de corte em iniciação. In: LATIN AMERICAN POULTRY CONGRESS, 22., 2011, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, 2011.

UBABEF. **UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA**. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

URRIOLA, P. E.; HOEHLER, D.; PEDERSEN, C.; STEIN, H. H.; SHURSON, G. C. Amino acid digestibility of dried distillers grains with solubles, produced from corn, sorghum, and a corn-sorghum blend fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 2574-2580, 2009.

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.

WALDROUP, P. W.; WANG, Z.; COTO, C.; CERRATE, S.; YAN, F. Development of a standardized nutrient matrix for corn distillers dried grains with solubles. **International Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 7, p. 478-483, 2007.

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, 2007a.

WANG, Z.; CERRATE, S.; COTO, C.; FAN, Y.; WALDROUP, P. W. Use of constant or increasing levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broilers diets. **International Journal Poultry Science**, v. 6, p. 501-507, 2007b.

WANG, Z.; CERRATE, S.; COTO, C.; YAN, F.; WALDROUP, P. W. Effect of rapid and multiple changes in level of distillers dried grain with solubles (DDGS) in broiler diets on performance and carcass characteristics. **International Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 7, p. 725-731, 2007c.

WU-HAAN, W.; POWERS, W.; ANGEL, R.; APPELEGATE, T. J. 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.

YOUSSEF, I. M.; WESTFAHL, C.; SÜNDER, A.; LIEBERT, F.; KAMPHUES, J. Evaluation of dried distillers' grains with solubles (DDGS) as a protein source for broilers. **Archives of Animal Nutrition**, v. 62, p. 404-414, 2008.