

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano
Campus Rio Verde
Diretoria de pesquisa e pós-graduação
Programa de pós-graduação em Zootecnia

Inclusão de complexo enzimático em dietas formuladas com grãos secos por destilação com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte

Autor (a): Deibity Alves Cordeiro
Orientador (a): Dr.^a Fabiana Ramos dos Santos

Rio Verde - GO
Fevereiro - 2018

Inclusão de complexo enzimático em dietas
formuladas com grãos secos por destilação com
solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte

Autor (a): Deibity Alves Cordeiro

Orientador (a): Dr.^a Fabiana Ramos dos Santos

Dissertação apresentada como parte
das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM ZOOTECNIA no Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Goiano – campus Rio Verde –
área de concentração Zootecnia.

Rio Verde - GO
Fevereiro - 2018

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

C324i Cordeiro, Deibity Alves
Inclusão de complexo enzimático em dietas
formuladas com grãos secos por destilação com
solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte /
Deibity Alves Cordeiro; orientadora Fabiana Ramos dos
Santos. -- Rio Verde, 2018.
65 p.

Dissertação (Graduação em Pós-graduação em Zootecnia)
-- Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, 2018.

1. etanol milho. 2. alta proteína. 3.
digestibilidade. 4. bioquímica sérica. 5.
polissacarídeos não amiláceos. I. Ramos dos Santos,
Fabiana, orient. II. Título.


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**INCLUSÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM DIETAS
FORMULADAS COM GRÃOS SECOS POR DESTILAÇÃO
COM SOLÚVEIS (DDGS) NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS
DE CORTE**

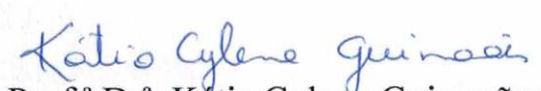
Autor: Deibity Alves Cordeiro
Orientadora: Fabiana Ramos dos Santos

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia – Área de concentração Zootecnia
– Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

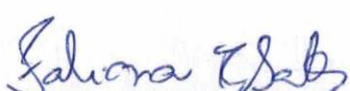
APROVADO em 02 de março de 2018.



Prof. Dr. Marcondes Dias de Freitas Neto
Avaliador externo
Cargill/Quirinópolis



Prof.ª Dr.ª Kátia Cylene Guimarães
Avaliadora interna
IF Goiano/ RV



Prof.ª Dr.ª Fabiana Ramos dos Santos
Presidente da banca
IF Goiano/RV



Prof.ª Dr.ª Cibele Silva Minafra
Avaliadora interna
IF Goiano/ RV

Agradecimentos

As pessoas e entidades citadas abaixo, agradeço.

Primeiramente a pessoa cuja determinação, trabalho e força de vontade permitiram que eu chegasse caminhando onde estou. Meu avô (Pai) Jesus Ribeiro, sem você JAMAIS, eu estaria aqui, Te Amo.

A minha mãe (Solange Alves), que mesmo longe, sempre esteve a favor de meus estudos e me apoiou desde o início desta jornada, com amor e carinho.

A ela, que construiu morada em meu coração, tornando parte de mim com todo seu carinho, amor e ensinamentos. Minha avó Zaida Guimarães.

A ela que até então era minha companheira, Danielle Guimarães, por todo apoio, amor, carinho, dedicação e companheirismo que foram tão importantes desde que a conheci.

Pela excelente oportunidade, profissionalismo e amizade oferecida pela minha orientadora Dr.^a Fabiana Ramos dos Santos, sempre disposta a me ajudar, me aconselhar e me erguer mesmo não tendo merecido tanto carinho, meu muito obrigado.

A pessoa que me trouxe conforto como figura paterna, Lauro Amadeu, principalmente pela amizade e oportunidades de trabalho.

As amizades construídas com trabalhos como garçom, pelo companheirismo e dedicação a este ofício, sinto orgulho em dizer que fiz parte desta extraordinária equipe, vocês estão em meu coração.

A SJC Bioenergia e toda equipe envolvida, pela doação do coproduto e demais ingredientes para fabricação das dietas experimentais.

Pelas amizades feitas ao longo de toda a estadia no IFGoiano, Maura Regina, Fabio Ataides, Helena Maria, Rogério Heinemann e Fagner Machado.

Aos colegas de mestrado, principalmente meu irmão de coração Hyalo Batista e bolsistas de iniciação científica, cuja convivência foi de excelente proveito.

Por ter sido tão bem recebido na cidade de Rio Verde e ter conhecido nestes dois anos pessoas incríveis que hoje preenchem espaço considerável em minhas memórias como jamais imaginei, João Pedro Amadeu, Júlia Carolina, Jadson Rodrigues, Elza Alves, Allan Dionne, Karla Israyane, Tatyane Guimarães, Kelly Daiane e Makson Araujo, vocês são muito importantes em minha vida.

Ao Sr. Nilton e Viviane, funcionários e pessoas exemplares, por toda sua ajuda e companheirismo ao longo de minhas atividades.

Aos professores da PPGZ, cujo ensinamento aprimorou a visão crítica da pesquisa científica, Dr. Adriano Carvalho, Dr. Francisco Araujo e Dr.^a Cibele Minafra.

A CAPES, pela concessão da bolsa de auxílio à pesquisa, e ao IFGoiano pela condição com conduzir a mesma.

A todos que com pensamentos positivos de forma direta ou indireta contribuíram para que eu me mantivesse firme em momentos de angústia

Por fim, digo com toda segurança, sem vocês, este sonho que se torna realidade jamais se concretizaria.

*A única coisa que te torna melhor que outra pessoa
É saber que nada te torna melhor que ninguém!*

BIOGRAFIA DO AUTOR

Deibity Alves Cordeiro, filho de Carlos Cordeiro da Costa e de Solange Alves de Rezende, solteiro, nascido em 29 de novembro de 1991 na cidade de Jataí-GO, iniciou sua formação profissional no primeiro semestre de 2010, quando ingressou na quinta turma de Zootecnia na Universidade Federal de Goiás-Jataí, graduando-se no segundo semestre de 2014. Em 2016, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, campus Rio Verde, concluindo em fevereiro de 2018.

Índice

	Pag.
Capítulo 1 – Considerações iniciais.....	09
1. Introdução geral.....	09
2. Revisão de literatura.....	11
2.1. Processamento e obtenção do DDGS de milho.....	11
2.2. Composição química do DDGS.....	13
2.3. Adição do DDGS de milho nas dietas de aves.....	15
2.4. Uso de DDGS com inclusão de complexo enzimático.....	17
3. Referencial teórico.....	22
Capítulo 2 – Artigo Científico – Asian-Australasian Journal of Animal Science.....	31
Complexo enzimático para frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de DDGS.....	31
Resumo.....	31
Addition of enzyme complex for broilers fed diets containing different levels of DDGS.....	32
Abstract.....	32
1. Introdução.....	33
2. Material e métodos.....	34
2.1 Análise estatística.....	37
3. Resultados.....	37
3.1. Desempenho, rendimento de carcaça e cortes.....	37
3.2. Digestibilidade e aproveitamento nutricional.....	39
3.3. Morfometria do trato gastrointestinal.....	40
3.4. Bioquímica sérica.....	41
4. Discussão.....	42
5. Conclusão.....	45
6. Agradecimentos.....	46
7. Referencial teórico.....	47

Índice de tabelas

	Pag.
Tabela 1. Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais das fases pré-inicial, inicial, crescimento e fase final.....	36
Tabela 2. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de <i>Distiller Dried Grains With Solubles</i> (DDGS) com ou sem adição de um complexo enzimático nas fases pré-inicial (1-7d), inicial (1-21d) e final (1-42d).....	38
Tabela 3. Rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com diferentes níveis de inclusão de <i>Distiller Dried Grains With Solubles</i> (DDGS) e adição de um complexo enzimático.....	39
Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade ileal de nutriente e aproveitamento nutricional energético para frangos de corte aos 21 dias, alimentados com diferentes níveis de inclusão de <i>Distiller Dried Grains With Solubles</i> (DDGS) e adição de um complexo enzimático.....	39
Tabela 5. Biometria do trato gastrointestinal de frangos de corte aos 7, 21 e 42 dias de idade alimentados com diferentes níveis de inclusão de <i>Distiller Dried Grains With Solubles</i> (DDGS) com ou sem adição de um complexo enzimático.....	40
Tabela 6. Bioquímica sérica frangos de corte aos 7, 21 e 42 dias de idade alimentados com diferentes níveis de inclusão de <i>Distiller Dried Grains With Solubles</i> (DDGS) e adição de um complexo enzimático.....	41
Tabela 7. Desdobramento da interação para os níveis séricos de cálcio (Ca) de frangos de corte aos 21 dias, alimentados com diferentes níveis de inclusão de <i>Distiller Dried Grains With Solubles</i> (DDGS) e adição de um complexo enzimático.....	42

Índice de figuras

	Pag.
Figura 1. Fluxograma do processamento para obtenção do etanol e DDGS.....	12

Lista de símbolos, siglas, abreviações e unidades

Símbolo	Descrição
%	Porcentagem
°C	Grau celsius
Ca	Cálcio
CA	Conversão alimentar
CDIAA	Coefficiente de digestibilidade ileal de aminoácidos
CDIFDN	Coefficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro
CDIMS	Coefficiente de digestibilidade da matéria seca
CDIPB	Coefficiente de digestibilidade da proteína bruta
CEUA	Comissão de ética no uso dos animais
CO ₂	Gás carbônico
COL	Colesterol sérico
CR	Consumo de ração
CV	Coefficiente de variação
Cx	Coxa
d	Dias
DDGS	Distiller dried grains with solubles
DIAAa	Digestibilidade ileal aparente de aminoácidos
E	Enzima
ED	Energia digestível
EE	Extrato etéreo
EM	Energia metabolizável
EMAn	Energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio
EUA	Estados Unidos da América
FB	Fibra bruta
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FST	Tecnologia de separação de fibras
g	Gramas
GA	Gordura abdominal
GP	Ganho de peso
GPC	Ganho de peso corporal
IA	Ingestão alimentar
ID	Intestino delgado
IG	Intestino grosso
Kcal	Quilocaloria
Kg	Quilogramas
L	Litros
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca

N	Nitrogênio
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
PF	Peso final
PNA's	Polissacarídeos não amiláceos
Pro+Moela	Proventrículo + moela
PSA	Fósforo solúvel em água
PT	Proteínas totais séricas
PV+Moela	Pró-ventrículo + moela
Sobcx	Sobrecoxa
TGI	Trato gastrointestinal
TGI(cm)	Comprimento do trato gastrointestinal
TGI(g)	Peso do trato gastrointestinal
TRI	Triglicerídeos séricos
U.I.	Unidades internacionais
W	Wats
WDGS	Wet distiller grains with solubles

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Introdução geral

A produção de frangos de corte no Brasil demonstrou expressivo avanço produtivo nos últimos anos e mostra-se promissora sendo o país o segundo maior produtor e exportador mundial da carne (ABPA, 2017).

Entretanto, apesar dos índices alcançados, a avicultura de corte ainda enfrenta problemas com os custos de produção, tendo como principal entrave os gastos com insumos destinados a alimentação que alcançam proporções superiores a 70% do custo total, tornando necessária a busca por alternativas alimentares que supram com eficiência a exigência nutricional dos animais (Nunes et al., 2005; Ramos et al., 2006).

No Brasil, a matéria-prima para as rações é composta basicamente por milho e farelo de soja, insumos estes considerados de elevado aproveitamento nutricional para frangos de corte (Cardoso et al., 2011). Porém, o custo destes grãos é alto, e leva os nutricionistas animais a buscarem alternativas em coprodutos industriais, que possam ser inseridos na dieta sem que sejam causados prejuízos ao desempenho dos animais ou alteração negativa nos custos de produção (Thomas et al., 2007).

O DDGS, (Distiller Dried Grains With Solubles) ou em tradução literal, “grãos secos por destilação com solúveis”, é um coproduto gerado pela indústria do biocombustível (Rosentrater, 2006) que tem ganhado destaque, pois revela ter características nutricionais favoráveis a alimentação animal, como boa concentração de aminoácidos essenciais e elevado teor proteico (Ergul et al., 2003, Fastinger et al., 2006).

Embora o etanol produzido pelas usinas alcooleiras no Brasil seja proveniente principalmente da cana-de-açúcar, a crescente demanda por biocombustíveis, têm estimulado a produção do etanol a partir dos grãos durante o período de entressafra da cana, e também para reduzir o custo fixo da indústria (Ribeiro et al., 2010).

Nas usinas alcooleiras, o milho é moído, misturado com água, cozido e o amido liquefeito. A partir deste processo o amido é hidrolisado e fermentado por leveduras para produzir etanol e CO₂ (Rosentrater, 2006). Como resultado dos componentes não fermentáveis do presente processo, é gerado o DDGS que é rico em nutrientes essenciais, tais como proteína, óleo, fibras, aminoácidos, vitaminas e minerais.

Diversos fatores afetam as características nutricionais e físicas do DDGS, causando variabilidade em sua composição. Dentre estes fatores, podemos citar: composição nutricional da matéria-prima utilizada, proporção de solúvel adicionado ao DDGS no secador antes da secagem, eficiência de conversão do amido em etanol e a temperatura e duração da secagem (Olentine, 1986; Martinez-Amezcu et al., 2007).

O principal limitante ao uso do DDGS em dietas para frangos de corte é a elevada concentração em polissacarídeos não amiláceos (PNA's). Após a fermentação do amido, os nutrientes restantes são recuperados numa forma até três vezes mais concentrada (Salim et al., 2010), conseqüentemente a proporção de PNA's no DDGS também é aumentada (Babcock et al., 2008; Swiątkiewicz e Koreleski, 2008).

Os PNA's podem ser parcialmente fermentados por microrganismos do trato intestinal dos monogástricos, no entanto, a sua energia é pouco aproveitada pelas aves, e nestas condições, os PNA's são considerados como um fator antinutritivo, afetando negativamente a digestibilidade de outros nutrientes, especialmente em animais jovens.

Com a finalidade de adequar os níveis de inclusão de DDGS as dietas para aves, diversos estudos buscam quantificar estas proporções, entretanto os resultados obtidos são controversos, e não conferem informações precisas a respeito do nível ideal de inclusão na formulação de rações. Fatores como, cultivar do milho utilizado e método de extração do etanol, pois não há metodologia padrão, promovem expressiva variação na composição nutricional do DDGS (Lumpkins et al., 2004; Wang et al., 2007; Leytem et al., 2008; Salim et al., 2010; Loar et al., 2010; Loar and Corzo., 2011; Cuevas et al., 2012; Swiatkiewisk et al., 2014).

A eficácia das enzimas digestivas exógenas adicionadas a dietas de aves contendo DDGS não é consistente, pois sua ação é dependente de uma série de fatores relacionados a ave e/ou aos ingredientes utilizados, como: idade, estado fisiológico, atividade da enzima utilizada, composição química do DDGS utilizado e a composição da dieta. Por esta razão, uma possível alternativa que possa eliminar os efeitos negativos ligados aos elevados níveis de PNA's e assim superar as limitações da utilização do DDGS, pode ser a suplementação exógena das aves com enzimas que hidrolisam os PNA's (Zijlstra et al., 2010).

2. Revisão de literatura

2.1. Processamento e obtenção do DDGS de milho

A produção de etanol a partir de açúcares de diversas matérias-primas está aumentando mundialmente de forma considerável. A transformação do milho em etanol, é uma realidade no EUA, assim como a de cana é no Brasil. Na safra norte-americana de 2010, 120 milhões de toneladas de milho foram transformados em etanol, isto representa um terço do total produzido no EUA (Ribeiro et al., 2010).

Os biocombustíveis têm relevância ambiental por ser produzido a partir de fontes renováveis, além do papel social para expansão do mercado, gerando empregos na cadeia sucroalcooleira e novas oportunidades de negócios. Outro benefício ambiental é a redução na emissão de gases para a atmosfera, que é preocupação mundial atualmente, por causa do efeito estufa causado pela emissão destes gases (SEBRAE, 2013).

Os açúcares encontrados no grão de milho, especificamente o amido, é o produto que será convertido em etanol, o milho passa por dois processos distintos: moagem úmida ou moagem seca. Na moagem úmida, o milho é fracionado em três componentes: amido, gérmen e fibra, dando origem ainda ao farelo de glúten de milho.

Na moagem seca, ainda segregam-se dois tipos de processamento, que é o método convencional e o método de separação de fibras (FST), nestes processos o milho passa por seis etapas: moagem, cozimento, liquefação, sacarificação, fermentação e separação de fibras (FSBioenergia, 2018). Através da moagem seca, também são gerados três compostos: o etanol, dióxido de carbono e o DDGS. Estes coprodutos são comercializados secos ou úmidos, com ou sem solúveis – DDGS (*Distiller Dried Grains with Solubles*) ou WDGS (*Wet Distillers Grains with Solubles*) (Fialho et al., 2009; Erickson et al., 2010).

Por possuírem um maior rendimento de etanol, nos EUA, as usinas que utilizam a moagem seca para processamento dos grãos, são responsáveis por mais de 70% da produção de etanol baseada no milho (Kim e Dale, 2005).

Para cada 1000 Kg de milho fermentados após a moagem a seco, aproximadamente 360 litros de etanol, 320 kg de DDGS e 320 kg de dióxido de carbono são produzidos. No entanto, algumas usinas usam outros cereais para produção do etanol e DDGS, como sorgo e mistura de milho com cevada e trigo. O que limita o uso destes outros cereais é simplesmente a localização geográfica em que a usina se

encontra, é preciso conhecer os custos e a disponibilidade destes grãos em relação ao milho (Shurson e Noll, 2005).

O processamento para obtenção do DDGS mais amplamente utilizado pelas usinas é o método via seca, dando origem a três importantes coprodutos, sendo eles óleo de milho, WDGS e DDGS (Figura 1). O processamento começa com a moagem do milho, logo após são adicionadas enzimas amilolíticas para o cozimento e hidrólise do amido em açúcares simples, após o cozimento é realizada a fermentação dos açúcares com leveduras e posterior destilação e separação do etanol, o resíduo subsequente contém sólidos e líquidos, que se utilizados dão origem ao WDGS, coproduto comercializado ainda úmido. Porém, quando este resíduo é submetido à secagem, gera-se então o DDGS, coproduto comercializado seco e mais produzido no Brasil, devido à facilidade no armazenamento (Silva, et al., 2016).

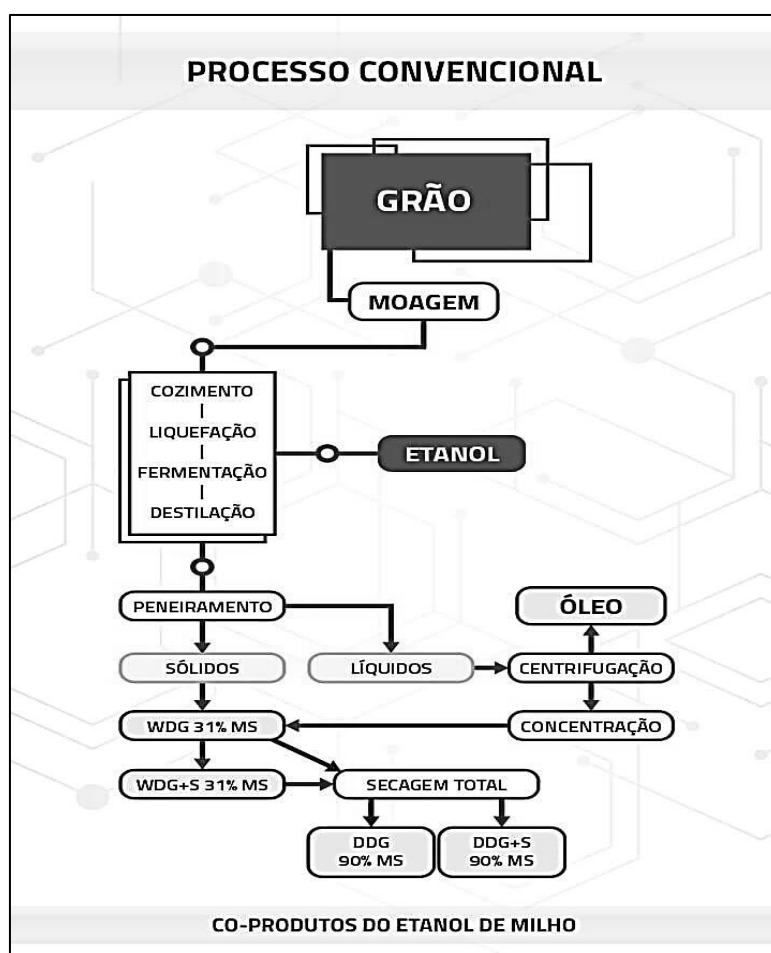


Figura 1. Fluxograma do processamento do milho para obtenção do etanol e seus coprodutos (Aquimedes Jr., 2017).

Fonte: Adaptado de <http://www.agroceresmultimix.com.br/blog/por-dentro-do-cocho-graos-de-milho-de-destilaria-ddg-ddgs-wdg-e-wdgs/#comment-1717>

2.2. Composição Química do DDGS

Tjardes e Wright (2002), ressaltam que talvez o maior desafio em usar o DDGS em dietas para aves, é ter informações precisas sobre os teores de nutrientes e também a respeito da digestibilidade dos aminoácidos para animais de produção, assim como acontece com outros coprodutos como o farelo de soja, casca de soja, farelo de girassol, torta de girassol e farelo de coco cujas concentrações de nutrientes podem variar bastante. Segundo os mesmos pesquisadores, geralmente os coprodutos de destilaria de milho devem ter uma cor brilhante de dourado ao marrom e ter odor parecido com o cheiro de cerveja.

Fatores como a seleção dos grãos, tipo de fermentação, temperatura e duração de secagem podem influenciar as propriedades nutricionais e físicas do DDGS (Spiehs et al., 2002).

Na produção do etanol de milho, após a fermentação do amido restam basicamente fibra, proteína e gordura. Com a remoção do amido, os nutrientes ficam concentrados e a proteína do milho que era cerca de 9,3 a 9,4% é elevada para aproximadamente 36% após a geração do DDGS, elevando o milho de condição energética a condição proteica. A produção em escala industrial do etanol de milho pode mudar um paradigma e a proteína da ração deixar de ser mais cara que a energia (Klopfenstein et al., 2008)

Em média a composição química do DDGS possui alto teor de proteína bruta (27-32% PB), elevado teor de fibra bruta (7-9% FB), fração lipídica em torno de (8-12% EE), alto valor energético digestível (3.870 – 4.050 Kcal de ED/Kg), bem como, alto valor energético metabolizável (3670 – 3840 Kcal de EM/Kg). Conta ainda, com um aporte relativamente bom de alguns aminoácidos como lisina (0,61-1,06%), arginina (1,01-1,48%), triptofano (0,18-0,28%) e metionina (0,54-0,76%). Outro nutriente a chamar a atenção neste produto é a quantidade de fósforo presente (0,42-0,99%) (Spiehs et al., 2002).

São encontrados ainda diferentes tipos de DDGS que são classificados quanto ao seu teor proteico, quando sua composição atinge proporções acima de 39% de proteína bruta, considera-se este como DDGS de alta proteína (*DDGS high protein*), quando são encontrados teores abaixo de 38%, classifica-se como DDGS de baixa gordura (*DDGS low-fat*). O DDGS de alta proteína é produzido quando o farelo e o gérmen são retirados, o endosperma é direcionado para fermentação e produção do etanol, porém,

este coproduto contém menor teor lipídico (Singh et al., 2005; Gibson and Karges, 2006).

Quanto às fibras, o DDGS possui teor mais elevado de fibra em detergente neutro (FDN) do que em detergente ácido (FDA). Portanto, caracteriza-se como coproduto de alta concentração de hemicelulose (Silva, 2015).

Em estudo avaliando três tipos de DDGS, concluiu-se que a intensidade de cor do DDGS obtido está fortemente correlacionada com a digestibilidade de aminoácidos existentes no produto, propondo que amostras claras, apresentam teores de aminoácidos maiores que amostras de tonalidade escura. A explicação para este fato é que durante o processo de secagem do DDGS, a fase de aquecimento pode ser excessiva, culminando para uma desnaturação proteica, sendo a lisina a mais afetada, seguida por triptofano e metionina (Urriola e Stein, 2014).

Neste sentido, Pederson et al. (2005) e Ergul et al. (2003) trabalhando com a digestibilidade *in vitro* do DDGS, demonstraram através de análises colorimétricas, que a cor do DDGS relaciona-se com a digestibilidade da lisina para aves e suínos. Pedersen et al. (2007), trabalhando com suínos na fase de crescimento e testando dez fontes de DDGS provenientes de 10 usinas da região de Dakota do Sul e Minnesota nos Estados Unidos, encontraram correlação de 0,43 e 0,44 entre a coloração e a ED e EM, respectivamente.

A fase de aquecimento pode atingir temperaturas de 120 °C a 560 °C dependendo da usina de etanol, e isto é o principal fator que culmina para a variação da digestibilidade dos nutrientes neste coproduto (Shurson e Noll, 2005).

Ergul et al. (2003) demonstraram que o coeficiente de digestibilidade verdadeiro da lisina para aves girou em torno de 59 a 83%. Stein et al. (2005), demonstraram um valor similar para suínos que variou entre 44 e 63%. Em outro estudo, também com suínos, foi verificado que a digestibilidade aparente para aminoácidos essenciais e lisina foram 15% e 10% menores, respectivamente, para amostras mais escuras, quando comparadas com aquelas mais claras (Fastinger e Mahan, 2006).

Com relação aos níveis de inclusão, Foltyn et al. (2014) concluíram que elevados níveis de DDGS pode diminuir a digestibilidade ileal aparente de aminoácidos (DIAAa), entretanto, a inclusão de níveis de até 16 % não demonstrou afetar negativamente a digestibilidade dos aminoácidos, exceto para lisina e metionina.

Spiehs et al. (2002) avaliaram amostras de DDGS provenientes de usinas modernas e usinas antigas, verificaram que houve uma variação nos teores de lisina e metionina total de 0,72% a 1,02%, com um coeficiente de variação (CV) de 17,3%, e 0,49% a 0,69%, com um CV de 13,6% respectivamente. Os mesmos autores identificaram que o DDGS proveniente de usinas “modernas” apresentava mais energia, fósforo, lisina, metionina e treonina do que os DDGS provenientes de usinas “antigas”. Shurson (2002) indicou que a disponibilidade do fósforo do DDGS, coletado de usinas modernas, é 90% superior ao valor publicado pelo NRC (1998), que trazia um valor de 14 %.

Outro aspecto importante a ser levado em consideração na avaliação de DDGS é a sua composição em macro e microelementos. Teoricamente, como o DDGS corresponde em aproximadamente 1/3 do valor total do milho, em que os outros 2/3 são transformados em etanol e dióxido de carbono, a concentração de minerais deveria se aproximar das concentrações encontradas no grão de milho (Penz Jr e Gianfelice, 2008).

Batal e Dale (2003), ao analisarem 12 amostras de DDGS provenientes de usinas modernas, não encontraram a proporção esperada especialmente para sódio, cálcio e enxofre. Para a variação encontrada para os valores de cálcio, não foram identificadas justificativas plausíveis. Contudo, para os valores de sódio, os autores concluíram que a variação pode ocorrer mediante algum descuido durante o processo de produção do etanol. Os mesmos pesquisadores, ainda encontraram variações significativas entre as amostras para o mineral manganês, ferro, cobre e alumínio.

2.3. Adição do DDGS de milho nas dietas de aves

Os primeiros estudos a respeito da inclusão de DDGS relatavam valores de inclusão baixos na dieta de frangos de corte, proporções em torno de 5 % ou menos. A incorporação de níveis mais altos na ração pode fornecer uma saída adicional para a crescente disponibilidade de DDGS, gerado pela indústria (Noll et al., 2001; Lumpkins et al., 2004).

Loar et al. (2010) avaliando dois níveis de inclusão de DDGS 0 e 8% e 0, 7.5, 15, 22.5 e 30% em dietas para frangos de corte nas fases iniciais e de crescimento 0-14d e 14-28 dias respectivamente, definiram que a inclusão de 8% em dietas iniciais não afetou o desenvolvimento dos animais. Entretanto, durante a fase de crescimento determinaram o limite de inclusão de 7,5 e 15 %, sem que haja efeito negativo sobre o

desempenho dos animais.

No ano seguinte, Loar e Corzo (2011), avaliaram efeitos no desempenho de frangos de um a 14 dias de idade alimentados com diferentes níveis de DDGS (0, 8, 16, 24 e 32%) e observaram que inclusões de até 8% de DDGS, pode ser utilizado para pintos nesta fase, sem que seja provocado nenhum efeito prejudicial ao ganho de peso corporal, a taxa de conversão alimentar e ingestão de alimento. Enquanto Behnke, (2007) sugeriu que dietas que excedem inclusões de DDGS de 5 a 7 %, podem ser prejudiciais para o desempenho dos pintos nesta fase, tanto pelo nível de inclusão como pela qualidade de pellet utilizado.

Lisina e metionina são aminoácidos limitantes para aves e requerem grande atenção quando se faz o uso de qualquer coproduto em substituição aos alimentos base. Lumpkins et al, (2004), em estudo realizado com frangos de corte de 1 a 42 dias, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de DDGS (0, 6, 12 e 18%), relataram que o aumento dos níveis de DDGS gerou deficiência em lisina, e isso foi limitante para a inclusão de níveis mais altos para aves de 1 a 18 dias, fase de maior exigência aminoacídica e portanto recomenda-se a inclusão máxima de 6 % para fase inicial. Já para as fases de crescimento e final, não foram observadas diferenças, e sugere que para estas fases níveis de até 18% de DDGS podem ser incluídos na dieta sem que haja prejuízo ao desempenho das aves.

Lumpkins et al. (2005), relataram que a inclusão de 15% de DDGS para galinhas poedeiras não provoca efeito negativo sobre o peso do ovo, consumo de alimento e eficiência alimentar. Wang et al. (2007), em trabalho com frangos de corte também verificaram que dietas contendo 15% de DDGS, quando formuladas baseando-se em aminoácidos digestíveis, podem ser fornecidas a ave de forma contínua, sem efeito negativo sobre os parâmetros de desempenho e rendimento de carcaça. Entretanto, a inclusão de 30% de DDGS reduz o desempenho geral e afeta negativamente o rendimento de peito, este fato foi atribuído a deficiência de certos aminoácidos que geralmente não constam na formulação.

Cuevas et al. (2012), trabalhando com frangos de corte com idade de 1-49 d, avaliaram quatro níveis de inclusão de DDGS de milho (0, 7, 14 e 21%) em dietas à base de soja e sorgo, concluíram que a adição de 7% de DDGS para frangos de corte não afeta o desempenho produtivo, rendimento de carcaça, peito e perna com a coxa, durante todo período de criação dos animais (1-49d).

Por outro lado, Salim et al. (2010) relataram que a inclusão de até 25% de DDGS seria o ideal para GP e ingestão alimentar dos frangos de corte. Níveis mais altos de inclusão também foram observados por Swiatkiewicz et al. (2014), que verificaram que a adição de 12% de DDGS de milho na fase inicial e 18% na fase final de criação (21 a 42 dias de idade), não prejudicam o desempenho dos frangos de corte.

Embora a inclusão de DDGS até 15% pareça não prejudicar o desempenho em frangos de corte, tem havido poucos dados publicados abordando os potenciais impactos ambientais de DDGS usado em dietas avícolas. O aumento na excreção de nitrogênio (N) e fósforo (P) resultantes da modificação da dieta pode aumentar o risco do enriquecimento de nutrientes em águas superficiais e subterrâneas, quando a cama é aplicada diretamente no solo (Leytem et al., 2008).

A solubilidade do P na cama e nos detritos também é uma preocupação, Sharpley e Moyer (2000) encontraram forte correlação entre P solúvel em água (PSA) na cama e a quantidade de P lixiviado em um solo depois de cinco eventos de chuva simulada.

Além disso, o aumento da excreção de N potencialmente pode contribuir para o aumento de emissão de amônia a partir da cama e dos dejetos das aves, quando aplicados ao solo, e esta pode ser uma preocupação também relacionada à qualidade de ar no galpão (Leytem et al., 2008). Ainda, segundo os mesmos pesquisadores, o DDGS contém níveis de P mais elevados que o milho ou farelo de soja, e pode, portanto, reduzir a quantidade de fontes de P inorgânico adicionado à dieta de aves.

Devido a isso, sugere-se que a inclusão de DDGS não deva resultar em aumento na excreção de P em aves, no entanto, isto não foi ainda testado para aves. Em estudo com bovinos foi demonstrado que a inclusão de DDGS nas rações aumenta significativamente a excreção de N e P (Powers et al. 2006).

2.4. Uso de DDGS com inclusão de complexo enzimático

Conforme relatado anteriormente, o DDGS tem alto potencial nutricional, com elevados teores de energia metabolizável, proteína bruta, vitaminas e minerais (Widyaratne e Zijlstra, 2007; Stein e Shurson, 2009; Nuez Ortín e Yu, 2009). Entretanto, o uso do DDGS para animais não ruminantes apresenta como desvantagem a concentração de polissacarídeos não amiláceos (PNAs), cujos níveis são de 3 a 3,5 vezes maiores em relação ao milho grão (Pedersen et al., 2014).

Considerando que os animais não ruminantes têm capacidade limitada para utilizar PNA's, dietas com altos níveis de inclusão deste coproduto podem limitar sua utilização na alimentação (Gall et al., 2009; Adeola e Cowieson, 2011). A variação da qualidade proteica e o risco de contaminação por micotoxinas elevam o desafio de altas taxas de inclusão do DDGS nas dietas.

Os PNA's são frações dos componentes estruturais originados a partir da parede celular dos vegetais, sendo que os principais são: camada de aleurona, pericarpo, endosperma, gérmen, arabinosilanos, pectina, hemicelulose e celulose (Pedersen et al., 2014). A estrutura molecular do componente arabinosilano consiste da formação de unidades de D-xilose unidas por β -ligações, com ramificações de arabinose ao longo da cadeia (Yoon et al., 2010), incluindo outros substitutos como grupos de ácido acetil e d-glucoronico (Bedford, 1995).

Estes substitutos juntamente com resíduos de arabinose contribuem para quebra das ligações do arabinosilano e evitam a formação de complexos fortes intermoleculares, que afeta diretamente a digestão enzimática e encapsulação de nutrientes (Lequart et al., 1999). Alguns estudos têm sido realizados a fim de investigar o efeito das enzimas sobre os PNA's e sobre a digestibilidade dos nutrientes em dietas contendo DDGS. Entretanto os resultados *in vivo*, são inconclusivos (Jones et al., 2010; Yáñez et al., 2011).

A presença dos PNA's insolúveis (celulose, lignina e algumas hemiceluloses) na dieta das aves provoca aumento na taxa de passagem, uma vez que a ação mecânica da fibra sobre a parede do lúmen digestivo aumenta a motilidade do TGI. Com isso, diminui-se o período de ação enzimática sobre o alimento e a absorção de nutrientes pelos vilos intestinais, podendo haver ainda a encapsulação de proteínas, lipídeos e minerais pela fibra resultando em menor aproveitamento nutricional. (Warpechowski, 1996; Pluske et al., 1996; Andriquetto, 2002; Montagne et al., 2003; Hopwood et al., 2004; Warpechowski et al., 2005).

Castro et al. (2011) em estudo avaliando a ação de enzimas fibrolíticas e fitase, verificaram que a redução moderada no conteúdo de energia (150 kcal EM/kg) causado pelo uso de DDGS não impediu que os animais fizessem uma compensação através da ingestão de outros alimentos, e levou a efeitos negativos sobre a eficiência alimentar. Ainda segundo os mesmos pesquisadores, o DDGS tem valor nutricional mais baixo do que o milho grão relacionando a biodisponibilidade dos nutrientes nos dois alimentos,

entretanto as respostas de crescimento são inconsistentes com a adição de fitase, glucanase, hemicelulase, pectinase e xilanase.

O uso de fitases, glucanases e xilanases para melhorar o desempenho de aves alimentadas com ração contendo DDGS requer um conhecimento completo dos substratos presentes na dieta e a sua susceptibilidade à hidrólise enzimática. Ao formular rações usando DDGS produzidos em usinas de etanol, um cuidado especial deve ser tomado para evitar estimativas exageradas do valor energético e manter o equilíbrio dos aminoácidos (Castro et al., 2011).

Pedersen et al. (2015), em ensaio utilizando a suplementação exógena das enzimas xilanase em combinação com protease em dietas contendo DDGS de milho e de trigo verificou o potencial das enzimas em degradar o arabinosilano e liberar os nutrientes do DDGS. Além disso, os autores verificaram efeito positivo da adição de protease com associação à xilanase na degradação DDGS de milho, e sugere interações entre as proteínas e fibras na composição geral do deste coproduto.

Olukosi et al. (2010) trabalharam com uma mistura de carboidrases e proteases e verificaram que a mesma não foi eficaz na melhoria do desempenho das aves alimentadas com dietas contendo DDGS de milho. Em contrapartida, Barekattain et al., (2013b) observaram que a suplementação com xilanase ou protease, em dietas contendo 0, 15 ou 30% de DDGS de sorgo melhorou a conversão alimentar e ganho de peso em frangos de corte.

Romero et al. (2013) verificaram que maior coeficiente de digestibilidade ileal de aminoácidos (CDIAA) e EMAn foram observados em dietas formuladas à base de milho e farelo de soja com inclusão de sete ou 10% de DDGS de milho suplementadas com xilanase e amilase. Os autores verificaram que os efeitos sobre o CDIAA e EMAn das dietas foram incrementados quando além das carboidrases, uma protease foi incluída “*on top*” na ração.

Liu et al. (2011), em experiência com frangos de corte constataram que a utilização da dose de 2400 UI de xilanase/Kg de ração adicionada a dietas contendo 10 ou 20% de DDGS de milho, influencia de forma positiva o desempenho e a digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta e hemicelulose do DDGS de milho.

Romero et al. (2013), relataram que um complexo enzimático carboidrase (xilanase + amilase) foi eficaz no aumento da energia digestível aparente e de energia metabolizável (ME) em frangos alimentados com dietas contendo DDGS, enquanto a

adição de protease juntamente com carboidrases fez-se necessária para melhorar a digestibilidade de alguns aminoácidos e para aumentar ainda mais as proporções de energia metabolizável.

Em um estudo recente com frangos de corte (Swiatkiewicz et al., 2014) a adição de xilanase em combinação com fitase para uma dieta rica em DDGS afetou positivamente o desempenho, a digestibilidade da MS e MO (matéria orgânica), e retenção de Ca e P.

Em contraste, Min et al. (2011) relataram que uma preparação enzimática comercial de carboidrase adicionada a uma dieta rica em DDGS (30%) para frangos de corte não teve influência no desempenho ou na utilização dietética do N e energia. Os autores relataram que a falta de efeito desta enzima poderia ser explicada pela idade relativamente avançada dos frangos utilizados no ensaio, uma vez que o efeito da enzima exógena é mais pronunciado durante a primeira fase do período de criação (Olukosi et al., 2007).

O objetivo de um estudo com frangos de corte conduzido por Barekatin et al. (2013a) foi investigar os efeitos de xilanase combinada com a protease sobre a eficácia nutritiva de dietas contendo DDGS de sorgo a níveis de 15% ou 30%. Os frangos alimentados com dietas contendo apenas DDGS tiveram menor taxa de conversão alimentar, bem como baixa digestibilidade de proteína e da maioria dos aminoácidos.

Por outro lado, a suplementação de xilanase provoca a redução das concentrações de PNA's insolúveis no íleo (Barekatin et al., 2013a). Da mesma forma, efeitos benéficos da adição de xilanase na taxa de conversão alimentar em frangos alimentados com dietas que contêm altos níveis de DDGS também foram observados na experiência seguinte, dos mesmos autores (Barekatin et al., 2013c), em que foi avaliada a influência de um nível elevado de DDGS na dieta (20%), e a adição de uma combinação de protease e xilanase em frangos, que foram provocados com enterite necrótica.

O desafio da doença afetou negativamente o desempenho e os resultados indicaram que aves alimentadas com um elevado nível de DDGS podem ser mais susceptíveis a enterite necrótica. A suplementação com enzimas exógenas não exibiu qualquer efeito de atenuação significativa nos frangos infectados, no entanto, elas ajudaram aves a manter a ingestão alimentar (IA) e o ganho de peso corporal (GPC) (Barekatin et al., 2013c).

Waititu et al. (2014) mostraram que a combinação das enzimas (carboidrase, fitase e protease), adicionado à dieta de frangos de corte com 5% de DDGS, melhorou a taxa de conversão alimentar e diminuiu a viscosidade da digesta, com nenhum efeito sobre ganho de peso corporal ou a digestibilidade dos nutrientes.

Em um estudo com frangos de corte, Olukosi et al. (2010) relataram que não houve nenhum efeito da fitase e de uma mistura de carboidrases com protease, determinadas individualmente ou em combinação, sobre o desempenho de crescimento de frangos alimentados com uma dieta contendo 10% de DDGS durante os primeiros 21 dias de idade, no entanto, a adição da fitase melhorou a digestibilidade da MS e N.

Martinez Amezcua et al. (2006), indicaram que a biodisponibilidade de P para frangos de corte em DDGS de milho poderiam ser significativamente melhoradas com a utilização de fitase microbiana. Os autores observaram aumento da digestibilidade do P e mineralização óssea em frangos quando uma dieta com 30% de DDGS foi suplementada com fitase.

Sabe-se que ao utilizar enzimas exógenas, os efeitos sobre a disponibilidade nutricional e desempenho das aves são limitados pelo binômio substrato-enzima, ou seja, ingrediente utilizado na dieta, assim como, pelas as enzimas que compõem o produto comercial. Portanto, considerando a recente disponibilidade no mercado nacional do DDGS de milho e conhecendo suas limitações quanto à digestibilidade de nutrientes para não ruminantes, a utilização de enzimas digestivas em rações preparadas utilizando DDGS, pode promover melhora em seu aproveitamento nutricional, conduzindo ao aumento dos níveis de inclusão deste coproduto e conseqüentemente redução dos custos de produção. Pretende-se, portanto, com esta pesquisa verificar como a inclusão do complexo enzimático pode manter as características produtivas dos frangos de corte alimentados com diferentes níveis de DDGS.

2 Referências Bibliográfica

- ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. 2016. Relatório anual de atividades 2017, p.16-47.
- Adeola, O. and Cowieson, A. J. 2011. Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve non ruminant animal production. *Journal of Animal Science* 90, 3189–3218.
- Aquimedes Jr., 2017. Por Dentro do Cocho: Grãos de milho de destilaria – DDG, DDGs, WDG e WDGs. <http://www.agroceresmultimix.com.br/blog/por-dentro-do-cocho-graos-de-milho-de-destilaria-ddg-ddgs-wdg-e-wdgs/#comment-1717>. Acesso em: 22/02/2018.
- Babcock, B. A., Hays, D. J. and Lawrence J. D. 2008. Using Distillers Grains in the U.S. and international livestock and poultry industry. Midwest agribusiness Trade Research and Information Center. First edition, (Ames, Iowa, USA).
- Barekatin, M. R.; Antipatis, C.; Choct, M. and Iji, P. A.. 2013a. Interaction between protease and xylanase in broiler chicken diets containing sorghum distillers' dried grains with solubles. *Animal Feed Science and Technology* 182:71– 81.
- Barekatin, M. R.; Choct, M. and Iji, P. A. 2013c. 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* 93:1552–1559.
- Batal A. and Dale N. 2003. Mineral composition of distillers dried grains with solubles. *Journal of Animal Science*. 12:400-403.
- Bedford, M. R. 1995. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. *Animal Feed Science and Technology*. 53, 145–155.

- Behnke, K. C. 2007. Feed manufacturing considerations for using DDGS in poultry and livestock diets. Pag.77–81 in Proc. 5th Mid-Atlantic Nutrition. Conference. Nick.
- Cardoso, D. M.; Maciel, M. P.; Passos, D. P.; Silva, F. V.; Reis, S. T. e Aiura, F. S. 2011. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. *Archivos de Zootecnia*, 60(232):1053–1064.
- Castro, M. A. A.; Rosales, S. G.; Angeles, M. L.; Varela, D. B.; Landín, G. M. e Ibarquengoytia, J. A. C. 2011. Fitasa y enzimas fibrolíticas en dietas para cerdos con diferentes sustratos. *Revista Mexicana de Ciência e Pecuaria*, 01(2)-117–135.
- Cuevas, A. C.; Carrillo, C. A. E.; Elizalde, G. S.; Iriarte, J. M.; Roa, M. O. e González, E. A. 2012. 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*, 3(3):331–341.
- Ergul, T., C.; Martinez-Amezcus, C. M.; Parsons, B.; Walters, J.; Brannon S. L. and Noll, S. 2003. Amino acid digestibility in corn distillers dried grains with solubles. *Poultry Science*, 82(Suppl. 1):70.
- Erickson, G. E.; Buckner, C. D. and Klopfenstein, T. J. 2010. Feeding Corn Milling Co-Products to Feedlot Cattle; 3a. ed. Lincoln, Nebraska, US, p.31.
- Fastinger, N. D. and Mahan, D. C. 2006. Determination of the ileal amino acid and energy digestibilities of corn distillers dried grains with solubles using grower-finisher pigs. *Journal of Animal Science*, 84:1722-1728.
- Fialho E. T.; Silva H. O.; Zangeronimo, M. G.; Amaral, N. O.; Rodrigues P. B. e Cantarelli V. S. 2009. Alimentos alternativos para suínos. Lavras: Editora UFLA/FAEPE. P.232.
- Foltyn, M.; Lichovnicková, M.; Rada, V. and Musilová, A. 2014. Apparent ileal amino acids digestibility of diets with graded levels of corn DDGS and determination of

DDGS amino acids digestibility by difference and regression methods in broilers. *Czech Journal of Animal Science*, 2014(4):164–169.

FSBioenergia. 2018. Processamento e produtos FSBioenergia. Disponível em: <http://www.fsbioenergia.com.br/pt-br/produtos>. Acesso em: 02/05/2018.

Gall, M. L.; Serena, A.; Jorgensen, H.; Theil, P. K. and Bach K. E. K. 2009. The role of whole-wheat grain and wheat and rye ingredients on the digestion and fermentation processes in the gut – a model experiment with pigs. *Brazilian Journal Nutrition*. 102, 1590–1600.

Gibson, M. L. and K. Karges. 2006. By-products from non-food agriculture: Technicalities of nutrition and quality. *Recent Advances in Animal Nutrition*, pp. 209-227. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

Gibson, M.L. and K. Karges. 2005. Overview of the Ethanol Industry and Production of DDG/S: A Nutritionist's Perspective. *Multistate Poultry Feeding and Nutrition Conference*. May 23 – 25, Indianapolis, Indiana.

Jones, C. K., Bergstrom, J. R., Tokach, M. D., DeRouchey, J. M., Goodband, R. D., Nelssen, J. L. and Dritz, S. S. 2010. Efficacy of commercial enzymes in diets containing various concentrations and sources of dried distillers grains with solubles for nursery pigs. *Journal of Anim. Sci.* 88:2084–2091.

Kim S. and Dale, B. E. 2005. Environmental aspects of ethanol derived from no-tilled corn grain: nonrenewable energy consumption and greenhouse gas emissions. *Biomass and Bioenergy*, 28(5):475-489.

Klopfenstein, T .J.; Erickson, G. E. and Bremer, V. R. 2008. Use of Distillers Co-products in Diets Fed to Beef Cattle. In: Babcock B. A.; Hays D. J.; Lawrence J. D. *Using distillers grains in the U.S and international livestock and poultry industry*. Midwest agribusiness Trade Research and Information Center. Ames, Iowa, USA.

- Lequart, C., Nuzillard, J.-M., Kurek, B. and Debeire, P. 1999. Hydrolysis of wheat bran and straw by an endoxylanase: production and structural characterization of cinnamoyl-oligosaccharides. *Carbohydr. Res.* 319, 102–111.
- Leytem, A. B.; Kwanyuen, P. and Thacker, P. 2008. Nutrient excretion, phosphorus characterization, and phosphorus solubility in excreta from broiler chicks fed diets containing graded levels of wheat distillers dried grains with solubles. *Poultry Science* 87:2505–2511.
- Liu, N.; Ru, Y. J.; Tang, D. F.; Xu, T. S. and Partridge, G. G. 2011. Effects of corn distillers dried grains with solubles and xylanase on growth performance and digestibility of diet components in broilers. *Animal Feed Science and Technology* 163, 260-266.
- Loar, R. E. and Corzo, A. 2011. Effects of varying levels of distillers dried grains with solubles on growth performance of broiler chicks. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 13:279-281.
- Loar, R. E.; Moritz, J. S.; Donaldson, J. R. and Corzo, A. 2010. Effects of feeding distillers dried grains with solubles to broilers from 0 to 28 days post hatch on broiler performance, feed manufacturing efficiency, and selected intestinal characteristics. *Poultry Science*, 89(10):2242-2250.
- Lumpkins, B. S.; Batal, A. B. and Dale, N. M. 2004. Evaluation of Distillers Dried Grains with Solubles as a Feed Ingredient for Broilers. *Poultry Science* 83:1891-1896.
- Lumpkins, B.; Batal, A. and Dale, N. 2005. Use of Distillers Dried Grains Plus Solubles in Laying Hen Diets. *Journal Applied to Poultry Reserchers*, 14:25–31.
- Martinez-Amezcuca , C. , C. M. Parsons , V. Singh , R. Srinivasan , and G. S. Murthy. 2007. Nutritional characteristics of corn distillers dried grains with solubles as

affected by the amounts of grains versus solubles and different processing techniques. *Poult. Sci.* 86:2624 – 2630.

Martinez Amezcua, C., Parsons, C.M. and Baker, D.H. 2006 Effect of microbial phytase and citric acid on phosphorus bioavailability, apparent metabolizable energy, and amino acid digestibility in distillers dried grains with solubles in chicks. *Poultry Science* 85:470-475.

Min, Y. N.; Liu, F. Z.; Karimi, A.; Coto, C.; Lu, C.; Yan, F. and Waldroup, P. W. 2011. Effect of Rovabio? Max AP on performance, energy and nitrogen digestibility of diets high in distillers dried grains with solubles (DDGS) in broilers. *International Journal of Poultry Science* 10, 796–803.

Noll, S.L., Stangeland, V., Speers, G. and Brannon, J. 2001. Distillers grains in poultry diets. 62nd Minnesota Nutrition Conference and Minnesota Corn Growers Association Technical Symposium, Bloomington, MN. September 11-12.

NRC, National Research Council. 1998. Nutrient Requirements of Swine. Disponível em: [http://www.lamolina.edu.pe/facultad/zootecnia/biblioteca2012/NRC%20Swine%201998\[1\].pdf](http://www.lamolina.edu.pe/facultad/zootecnia/biblioteca2012/NRC%20Swine%201998[1].pdf) >. Acessado em 18/02/2018

Nuez Ortín W. G. and Yu P. 2009. Nutrient variation and availability of wheat DDGS, corn DDGS and blend DDGS from bioethanol plants. *J Sci Food Agric.* 89:1754–1761.

Nunes, R. V.; Rostagno, H. S.; Gomes, P. C.; Nunes, C. G. V.; Albino, L. F. T.; Pozza, P. C.; Dionizio, M. A. e Araújo, M. S. 2005. Valores energéticos de diferentes alimentos de origem animal para aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(4):1217–1224.

Olentine, C., 1986. Ingredient profile: Distillers feed. Proceeding of the distillers feed conference, Cincinnati, OH, 41: 13-24.

- Olukosi, O.A., Cowieson, A.J. e Adeola, O. 2010. Broiler responses to supplementation of phytase and admixture of carbohydrases and protease in maizesoyabean meal diets with or without maize distillers' dried grain with solubles. *Br. Poult. Sci.* 51:434–443.
- Olukosi, o. A.; cowieson, a. J.; adeola, o. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually and in combination in broilers. *Poultry Science*, Champaign, v. 86, p. 77-78, 2007.
- Pedersen, C., Boersma, M. G. and Stein, H.H. 2007. Digestibility of energy and phosphorus in ten samples of distillers dried grains with solubles fed to growing pigs. *Journal of Animal Science* 85:1168-1176.
- Pedersen, M. B.; Dalsgaard, S.; Knudsen, K. E. B.; Yu, S. and Laerke, H. N. 2014. Compositional profile and variation of Distillers Dried Grains with Solubles from various origins with focus on non-starch polysaccharides. *Animal Feed Science and Technology*, 197:130–141.
- Pederson, C.; Pahn, A. and Stein, H. H. 2005. Effectiveness of in vitro procedures to estimate CP and amino acid digestibility coefficients in dried distillers grain with solubles by growing pigs. *Journal of Animal Science (Suppl. 2)* 83:39.
- Penz Jr, A. M. e Gianfelice, M. 2008. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de bio-combustível. *Acta Scientiae Veterinariae*, 36(Supl 1):107–118.
- Powers, W.; Loy, D.; Trenkle, A.; Martin. R. E. (2006). Use of distillers grains in feedlot diets: Impact on phosphorus excretion. *Iowa State Univ. Ext.*, Ames.
- Ramos, L. S. N.; Lopes, J. B.; Figueirêdo, A. V.; Freitas, A. C.; Farias, L. A.; Santos, L. S. e Silva, H. O. 2006. Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final:

desempenho e características de carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3):804–810.

Ribeiro, A. M. L.; Henn, J. D. e Silva, G. L. 2010. Alimento alternativos para suínos em crescimento e terminação. *Acta Scientiae Veterinariae*, 38(Supl 1):61-71.

Romero, L.F.; Parsons, C.M.; Utterback, P.L.; Plumstead, P.W. e Ravindran, V. 2013. Comparative effects of dietary carbohydrases without or with protease on the ileal digestibility of energy and amino acids and AMEn in young broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 181:35– 44.

Rosentrater, K. A. 2006. Some Physical Properties of Distillers Dried Grains With Solubles (DDGS). *Applied Engineering in Agriculture*, 22(4):589–595.

Salim, H. M.; Kruk, Z. A. and Lee, B. D. 2010. Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: a review. *World's Poultry Science Journal*, 66:411-432.

SEBRAE. O que é etanol? Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/setor/agroenergia/o-setor/etanol/o-que-e>>. Acesso em: 18/02/2018.

Sharpley, A., and B. Moyer. 2000. Phosphorus forms in manure and compost and their release during simulated rainfall. *J. Environ. Qual.* 29:1462–1469.

Shurson, J. 2002. The value and use of distiller's dried grains with solubles (ddgs) in swine diets. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.227.2066&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em 18/02/2018.

Shurson, J. and Noll, S. 2005. Feed and Alternative Uses for DDGs. Department of Animal Science, University of Minnesota, St. Louis, Missouri, v. Energy FRO.

- Silva, J. R. 2015. Resíduo seco de destilaria contendo solúveis (DDGS), com e sem xilanase, na alimentação de cães. Dissertação (M.Sc.) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba.
- Silva, J. R.; Netto, D. P.; Scussel, V. M. 2016. Grãos secos de destilaria com solúveis, aplicação em alimentos e segurança: Revisão. PUBVET, v.10, n.3, p.257-270.
- Singh, V. et al. 2005. Comparison of modified dry-grind corn processes for fermentation characteristics and DDGS composition. Cereal Chemistry, v. 82, p. 187–190,.
- Spiehs, M. J.; Whitney, M. H. and Shurson, G. C. 2002. Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. Journal of Animal Science, 80:2639–2645.
- Stein, H. H. and Shurson, G. C. 2009. Board-invited review: The use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. Journal of Animal Science, 87:1292-1303.
- Swiatkiewicz S. e Kolreleski J. 2008. The use of distillers dried grains with soluble (DDGS) in poultry nutrition. World's of Poultry Science Association, (64)257-264.
- Swiatkiewicz, S.; Arczewska-Wlosek, A. and Jozefiak, D. 2014. Feed enzymes, probiotic, or chitosan can improve the nutritional efficacy of broiler chicken diets containing a high level of distillers dried grains with solubles. Livestock Science,163:110–119.
- Tjardes, J. e Wright, C. 2002. Feeding corn distiller's coproducts to beef cattle. Extension Extra, August, South Dakota State University Cooperative Extension Service, Dept. of Animal and Range Sciences. p.1-5.
- Thomas, j. A.; sulzbach, t. M.; hofer, e;. 2007. Avicultura: Uma alternativa de renda ao setor agropecuário. Ciências Sociais Aplicadas, v. 7, p. 65-82.

- Urriola, P. E. and Stein, H. H. 2014. Effects of distillers dried grains with soluble on the digestibility of energy, DM, AA, and fiber, and intestinal transit time in a corn soybean meal diet fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*, 87:145-157.
- Waititu, SM, Yitbarek, A, Matini, W, Echeverry, H, Kiarie, E, Rodriguez-Lecompete, JC & Nyachoti, CM. 2014. Effecto of supplementing direct-fed microbials on broiler performance, nutriente digestibilities, and imune responses. *Poultry Science*, vol.93, n.3, p.625-635.
- Widyaratne, G. P. and Zijlstra, R. T. 2007. Nutritional value of wheat and corn distiller's dried grain with solubles: digestibility and digestible contents of energy, amino acids and phosphorus, nutrient excretion and growth performance of grower–finisher pigs. *Journal of Animal Science*. 87:103–114.
- Xu, W.;Reddy, N. and Yang, Y. 2009. Extraction, characterization and potential applications of cellulose in corn kernels and Distillers' dried grains with solubles (DDGS). *Carbohydrate Polymers*, 76(4):521-527.
- Yáñez, J. L.; Beltranena, E.; Cervantes, M. and Zijlstra, R. T. 2011. Effect of phytase and xylanase supplementation or particle size on nutrient digestibility of diets containing distillers dried grains with solubles cofermented from wheat and corn in ileal-cannulated grower pigs. *Journal of Animal Science*. 89:113–123.
- Yoon, S. Y.; Yang, Y. X.; Shinde, P. L.; Choi, J. Y.; Kim, J. S.; Kim, Y. W.; Yun, K.; Jo, J. K.; Lee, J. H.; Ohh, S. J.; Kwon, I. K.. and Chae, B. J. 2010. Effects of mannanase and distillers dried grain with solubles on growth performance, nutrient digestibility, and carcass characteristics of grower-finisher pigs. *Journal of Animal Science*. 88, 181–191.
- Zijlstra, R. T.; Owusu-Asiedu, A. and Sim- mins, P. H. 2010. Future of NSP - degrading enzymes to improve nutrient utilization of co-products and gut health in pigs. *Livestock Science* 134:255–257.

CAPÍTULO II – Artigo Científico

Artigo científica elaborado segundo as normas da revista científica - AJAS

Complexo enzimático para frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de DDGS

RESUMO

Objetivo: Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito da inclusão de um complexo enzimático composto por amilase, β -glucanase, celulase, fitase, pectinase, protease e xilanase em dietas formuladas com níveis de inclusão de DDGS na produção de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

Métodos: Foi conduzido, um ensaio experimental utilizando 720 pintos de corte de um dia, machos da linhagem Cobb[®]. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 4 x 2 (DDGS: 0, 10, 20 e 30% de inclusão; com ou sem a adição de um complexo enzimático), com seis repetições de 15 aves por parcela. Avaliou-se o desempenho, desenvolvimento digestivo, bioquímica sérica aos sete, 21 e 42 dias de idade e aproveitamento nutricional das dietas.

Resultados: A inclusão de DDGS prejudicou as características de desempenho em todas as fases, porém, o rendimento de carcaça foi elevado até o nível de 8,38% de DDGS. A adição do complexo enzimático melhorou a conversão alimentar em 3,6% e o rendimento de peito em 1,6%. O peso absoluto do TGI reduziu com o aumento do nível de DDGS nas rações aos 7 e 21 dias de idade. Aos 42 dias de idade, houve efeito linear decrescente da adição de DDGS nas rações sobre o peso relativo do PV+moela e crescente do intestinos delgado e grosso, pâncreas e fígado. O perfil sérico bioquímico não sofreu alteração em relação aos níveis de DDGS. Dietas sem adição de enzima, houve queda no CDIMS, CDIPB e CDIFDN. Dietas com enzimas houve efeito linear decrescente para os níveis de DDGS sobre CDIPB, CDIFDN e EMAN. A adição de enzimas em dietas formuladas com 30% de DDGS resultaram em maior CDIPB e DCIFDN. Houve efeito quadrático para os níveis séricos de colesterol total aos 7 dias de idade, e a suplementação com o complexo enzimático elevou os níveis de proteínas totais e triglicérides séricos aos 7 e 21 dias de idade, respectivamente.

Conclusão: O uso de DDGS na ração piora o desempenho e aproveitamento nutricional dos frangos de corte, porém, eleva o peso relativo de órgãos acessórios ao TGI, intestinos e não altera o perfil bioquímico sérico. A inclusão de DDGS até 8,38% resulta em máximo rendimento de carcaça. O uso das enzimas exógenas melhora a CA na fase pré-inicial, eleva a digestibilidade ileal de nutrientes, níveis séricos de proteínas totais, triglicérides e aumenta o rendimento de peito dos frangos de corte.

Palavras-Chaves: Etanol milho, Desempenho, Alta Proteína, Digestibilidade, Bioquímica Sérica.

Enzyme complex for broilers fed diets containing different levels of DDGS

ABSTRACT

Objective: The objective of this research was to evaluate the inclusion effect of an enzymatic complex composed by amylase, β -glucanase, cellulase, phytase, pectinase, protease and xylanase in diets formulated with inclusion of DDGS levels in the broilers production from 1 to 42 days old.

Methods: An experimental trial was carried out using 720 one-day-old male broiler chickens of the Cobb lineage. The treatments were distributed in a completely randomized design in a 4 x 2 factorial arrangement (DDGS: 0, 10, 20 and 30% inclusion, with or without the addition of the enzymatic complex), with six replicates of 15 birds per plot. Performance, digestive development, serum biochemistry at seven, 21 and 42 days of age and nutritional use of diets were evaluated.

Results: It was observed a negative effect of DDGS inclusion on performance traits in all phases, however, the carcass yield was raised to the level of 8.38% of DDGS. Addition of the enzyme complex improved feed conversion by 3.6% and breast yield by 1.6%. The TGI absolute weight decreased with increasing DDGS levels in diets at 7 and 21 days of age. At 42 days of age, there was a linear decreasing effect with DDGS addition on rations on the relative weight of the PV + gizzard and increasing effect on the small and large intestines, pancreas and liver. The biochemical serum profile did not change with DDGS levels. For the diets without enzyme addition, there was decrease in CDIMS, CDIPB and CDIFDN. By other hand for enzymes diets there was a linear decreasing effect for DDGS levels on CDIPB, CDIFDN and EMAn. The enzymes addition in diets formulated with 30% DDGS resulted in higher CDIPB and DCIFDN. There was a quadratic effect for serum levels of total cholesterol at 7 days of age, and supplementation with the enzyme complex raised total protein and serum triglyceride levels at 7 and 21 days of age, respectively.

Conclusion: The DDGS use in the diet decreased broiler chickens performance and nutritional utilization, however, it increases the relative weight of TGI accessory organs, intestines and does not alter the serum biochemical profile. The inclusion of up to 8,38% DDGS results in maximum carcass yield. The use of exogenous enzymes improves AC in the pre-initial phase, increase nutrients ileal digestibility, total proteins, and triglycerides serum levels as well as increases the breast yield of broiler chickens.

Key Words: Corn Ethanol, Performance, High Protein, Digestibility, Serum Biochemistry.

INTRODUÇÃO

No Brasil, dietas para frangos de corte são compostas basicamente por milho e farelo de soja (Cardoso et al., 2011). Porém, o custo destes grãos é elevado e, portanto, tem-se buscado alternativas alimentares que possam ser inseridos na dieta sem que sejam causados prejuízos ao desempenho ou elevação do custo de produção (Thomas et al., 2007).

Embora o etanol produzido pelas usinas alcooleiras brasileiras seja proveniente principalmente da cana-de-açúcar por causa do maior rendimento de massa em litros por hectare e facilidade em degradar os açúcares gerados, os cereais, principalmente o milho, tornou-se alternativa principal a produção do biocombustível. A demanda por biocombustíveis elevou o processamento de grãos na entressafra da cana para produção de etanol e seus coprodutos a fim de reduzir a dependência por petróleo fóssil e proporcionar menor degradação ambiental (Schone et al., 2017).

Em conjunto com a produção de etanol de grãos, têm-se estimulado o uso dos coprodutos gerados no beneficiamento como o distiller dried grains with solubles (DDGS) e seus derivados para uso na alimentação animal diminuindo assim, o impacto ambiental e elevando a receita da indústria alcooleira. A princípio este coproduto foi utilizado basicamente para bovinos confinados e atualmente incluído na dieta de aves e suínos (Ribeiro et al., 2010, Silva et al., 2016).

Com a finalidade de adequar os níveis de inclusão de DDGS nas dietas para aves foram conduzidos diversos estudos, entretanto os resultados obtidos são controversos, e não conferem informações precisas a respeito do nível ideal de inclusão na formulação das rações (Lumpkins et al., 2004; Wang et al., 2007; Leytem et al., 2008; Salim et al. 2010; Loar et al., 2010; Loar and Corzo., 2011; Cuevas et al., 2012; Swiatkiewisk et al., 2014).

Isso ocorre porque, diversos fatores afetam as características nutricionais e físicas do DDGS, causando variabilidade em sua composição. Entre estes fatores citam-se desde o tipo de indústria processadora (flex ou full), variabilidade nutricional da matéria-prima utilizada, proporção de solúvel adicionado ao DDGS no destilador antes da secagem, eficiência de conversão do amido em etanol, temperatura e duração da secagem (Olentine, 1986; Martinez-Amezcuca et al., 2007).

Além disso, o principal limitante ao uso do DDGS em dietas para frangos de corte é a elevada concentração em polissacarídeos não amiláceos (PNA's). Após a fermentação do amido os nutrientes restantes são recuperados numa forma até três vezes mais concentrada (Salim et al., 2010), conseqüentemente a proporção de PNA's no DDGS também é aumentada (Babcock et al., 2008; Swiatkiewicz e Koreleski, 2008).

Os PNA's podem ser parcialmente fermentados por microrganismos do trato intestinal dos monogástricos, no entanto, a sua energia é pouco aproveitada pelas aves, e nestas condições, os PNA's são considerados como fator antinutritivo, afetando negativamente a digestibilidade de outros nutrientes, especialmente em animais jovens.

Por esta razão, uma possível alternativa para diminuir os efeitos negativos ligados aos elevados níveis de PNA's e assim superar as limitações da utilização do DDGS, pode ser a suplementação exógena das dietas com enzimas exógenas (Zijlstra et al., 2010).

Porém, a eficácia das enzimas digestivas adicionadas a dietas de aves contendo DDGS não é consistente, pois sua ação é dependente de uma série de fatores relacionados a ave, entre eles a idade,

estado fisiológico, a atividade da enzima utilizada, composição química do ingrediente e da dieta (Tavernari et al., 2008).

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito da inclusão de um complexo enzimático composto por amilase, β -glucanase, celulase, fitase, pectinase, protease e xilanase em dietas formuladas com diferentes níveis de inclusão de DDGS, sobre o desempenho, desenvolvimento digestivo, bioquímica sérica e aproveitamento nutricional das dietas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido, um ensaio experimental com frangos de corte no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Goiás utilizando 720 pintos de corte de um dia, machos da linhagem Cobb® com um dia de idade e peso inicial $41,25g \pm 1,95g$. O projeto foi aprovado pela comissão de ética no uso dos animais do IFGoiano (CEUA/IFGoiano) sob o protocolo nº 8441110317/2017.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 4 x 2 (DDGS: 0, 10, 20 e 30% de inclusão; com ou sem a adição de um complexo enzimático), com seis repetições de 15 aves por parcela, e os animais receberam água e ração *ad libitum*.

Utilizou-se um DDGS, de coloração escura, com teores de matéria seca igual a 90,67%, matéria mineral 3,04%, proteína bruta de 40,23%, extrato etéreo de 4,34%, fibra bruta de 18,27.

O complexo enzimático comercial utilizado era composto por amilase (30 U.I./g), β -glucanase (200 U.I./g), celulase (40 U.I./g), fitase (300 U.I./g), pectinase (4000 U.I./g), protease (700 U.I./g) e xilanase (100 U.I./g), de nome comercial Allzyme® SSF E da Alltech com inclusão 240 g/tonelada de ração.

A parcela experimental foi constituída por gaiolas metabólicas dispostas em baterias de oito gaiolas em arame galvanizado com dimensões de 0,90 m x 0,60 m x 0,40m, equipadas com uma lâmpada halógena de 70W, bandejas metálicas para coleta de excretas, comedouros e bebedouros tipo calha ambos supridos três vezes ao dia a fim de diminuir desperdício. As aves permaneceram sob iluminação e ventilação constante (natural e artificial). A temperatura ambiental média registrada durante o período experimental foi de $34,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4,23$ com mínima de 15,8 e máxima de 39,2 °C.

As dietas experimentais isonutrientes e isoenergéticas (Tabela 1) foram formuladas para atender as exigências nutricionais de acordo com as recomendações das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2017) para as fases: pré-inicial (1-7 dias), inicial (8-21 dias), crescimento (22-33) e final (34-42).

Para o desempenho foram avaliados os seguintes índices zootécnicos: consumo de ração, peso final, conversão alimentar e ganho de peso. Ao início e final de cada fase de criação, as aves e as rações foram pesadas. Para correção do índice de conversão alimentar, a data e o número de mortes foram registrados (Sakomura e Rostagno, 2016).

Para verificar o rendimento de carcaça, ao final do experimento, duas aves por parcela experimental foram abatidas por deslocamento cervical e posterior sangria. Posteriormente foi mensurado o rendimento de carcaça e cortes (peito, coxa, sobrecoxa) e percentual de gordura abdominal.

Para a análise da morfometria do trato gastrintestinal (TGI), e perfil sérico bioquímico, duas aves

por parcela foram abatidas e evisceradas aos 7, 21 e 42 dias de idade. Na avaliação da morfometria gastrointestinal foram feitas medições dos órgãos digestivos (comprimento e peso total do TGI, proventrículo+moela, intestino delgado e grosso, fígado e pâncreas).

Durante o abate, foi realizada a coleta de sangue através de secção das artérias e veias jugulares segundo recomendações de Gonçalves, et. al. (2010). Coletou-se 8 mL de sangue em tubos falcon de 10 ml e a amostra foi centrifugada a 5.000 rpm por 10 minutos. O soro (sobrenadante) separado foi imediatamente colhido em microtubo tipo eppendorf de 3 ml e congelado. O descongelamento das amostras para análise, deu-se a temperatura ambiente. As análises bioquímicas foram realizadas em triplicata através de kits específicos para determinação do cálcio, fósforo, proteína total, triglicérides e colesterol total séricos em espectrofotômetro BEL Photonics UV – M51.

A digestibilidade dos nutrientes foi determinada utilizando dois métodos: coleta total de excretas e digestibilidade ileal (Sakomura e Rostagno et al., 2016). Os valores de energia metabolizável foram determinados utilizando o método da coleta total de excretas com pintos de 11 a 14 dias. Os valores de energia metabolizável aparentes corrigidos para balanço de nitrogênio (EMAn) foram calculados por meio de equações descritas por Matterson et al. (1965).

Para determinação dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e da fibra detergente neutro foi realizada a coleta da digesta ileal. Celite[®], uma fonte de sílica foi adicionada a todas as dietas experimentais em nível de 1% como indicador indigestível.

Aos 21 dias de idade, cinco aves por parcela foram abatidas por deslocamento cervical e posterior sangria. Imediatamente após o abate, o íleo foi exposto por incisão abdominal e um segmento de 30 cm terminando a 4,0 cm da junção íleo-cecal foi removido e o seu conteúdo recolhido em recipiente plástico devidamente identificado por tratamento e repetição e posteriormente congelado a temperatura de -16° C (Adedokun et al, 2007).

Aos 21 dias de idade, cinco aves por parcela foram abatidas por deslocamento cervical e posterior sangria. Imediatamente após o abate, o íleo foi exposto por incisão abdominal e um segmento de 30 cm terminando a 4,0 cm da junção íleo-cecal foi removido e o seu conteúdo recolhido em recipiente plástico devidamente identificado por tratamento e repetição e posteriormente congelado a temperatura de -16° C (Adedokun et al, 2007).

Com as amostras de excretas e rações determinou-se o conteúdo de matéria seca, proteína bruta segundo Silva & Queiroz (2002), e energia bruta utilizando a bomba calorimétrica IKA C200[®].

As amostras das digestas foram submetidas à secagem a vácuo por liofilização (Liofilizador Enterprise II - Equipamentos Científicos Terroni[®]) pelo período de 72 horas. A cinza ácida insolúvel, fração indigerível presente nas dietas e digestas, foi determinada segundo a metodologia descrita por Carvalho et al. (2013). Com os resultados laboratoriais os coeficientes de digestibilidade ileal da matéria seca (CDIMS), proteína bruta (CDIPB) e fibra em detergente neutro (CDIFDN) foram calculados segundo Sakomura e Rostagno (2016).

Tabela 1. Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais das fases pré-inicial, inicial, crescimento e fase final.

Ingredientes (kg)	Níveis de inclusão da DDGS															
	Fase pré-inicial				Fase inicial				Fase crescimento				Fase final			
	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%
Milho grão (7,86%)	47,00	45,87	45,31	44,78	49,73	49,14	48,61	48,07	56,56	55,90	55,37	54,84	63,17	62,58	62,05	61,52
Farelo de soja (45%)	44,09	35,51	26,27	16,99	36,29	27,08	17,80	8,53	34,68	25,54	16,27	6,99	29,17	19,95	10,68	1,40
Óleo de soja	4,15	3,88	3,42	2,94	4,33	3,89	3,42	2,94	5,00	4,58	4,10	3,63	4,48	4,03	3,56	3,09
DDGS	0,00	10,00	20,00	30,00	0,00	10,00	20,00	30,00	0,00	10,00	20,00	30,00	0,00	10,00	20,00	30,00
Fosfato bicálcio	1,90	1,73	1,56	1,39	1,72	1,55	1,39	1,22	1,48	1,31	1,15	0,98	1,10	0,93	0,76	0,59
Calcário	0,89	1,05	1,22	1,39	1,07	1,23	1,40	1,57	0,68	0,85	1,01	1,18	0,65	0,82	0,99	1,15
Sal	0,48	0,49	0,49	0,50	0,47	0,48	0,49	0,50	0,45	0,46	0,47	0,48	0,43	0,44	0,45	0,46
Premix Vit/Min*	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,60	0,60	0,60	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50
L-Lisina HCL	0,34	0,32	0,53	0,74	0,26	0,47	0,68	0,89	0,19	0,38	0,59	0,80	0,20	0,41	0,62	0,83
DL-Metionina	0,32	0,30	0,28	0,26	0,29	0,27	0,25	0,23	0,28	0,26	0,24	0,22	0,24	0,22	0,20	0,18
L-Treonina	0,06	0,09	0,20	0,17	0,06	0,10	0,14	0,19	0,05	0,09	0,13	0,18	0,04	0,08	0,13	0,17
L-Triptofano	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	0,05	0,09	0,00	0,01	0,04	0,08	0,00	0,01	0,05	0,09
Inerte/Enzima	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Celite					1,00	1,00	1,00	1,00								
Glúten de Milho (60%)					4,00	4,00	4,00	4,00								
Níveis Nutricionais calculados																
Cálcio (%)	0,970	0,970	0,970	0,970	0,971	0,971	0,971	0,971	0,758	0,758	0,758	0,758	0,634	0,634	0,634	0,634
Fósforo disponível (%)	0,463	0,463	0,463	0,463	0,419	0,419	0,419	0,419	0,374	0,374	0,374	0,374	0,296	0,296	0,296	0,296
Sódio (%)	0,225	0,225	0,225	0,225	0,218	0,218	0,218	0,218	0,208	0,208	0,208	0,208	0,197	0,197	0,197	0,197
EMAn (Mcal/kg)	2,975	2,975	2,975	2,975	3,050	3,050	3,050	3,050	3,150	3,150	3,150	3,150	3,200	3,200	3,200	3,200
Proteína Bruta (%)	24,270	24,270	24,270	24,270	23,310	23,310	23,310	23,310	20,580	20,580	20,580	20,580	18,570	18,570	18,570	18,570
Lisina Digestível (%)	1,307	1,307	1,307	1,307	1,256	1,256	1,256	1,256	1,139	1,139	1,139	1,139	1,014	1,014	1,014	1,014
Metionina+ Cistina Dig (%)	0,967	0,967	0,967	0,967	0,929	0,929	0,929	0,929	0,832	0,832	0,832	0,832	0,750	0,750	0,750	0,750
Treonina Digestível (%)	0,863	0,863	0,863	0,863	0,829	0,829	0,829	0,829	0,742	0,742	0,742	0,742	0,660	0,660	0,660	0,660
Triptofano Digestível (%)	0,280	0,248	0,235	0,235	0,250	0,226	0,226	0,226	0,232	0,232	0,232	0,232	0,183	0,183	0,183	0,183

*Prémix (Níveis mínimos de garantia): Manganês 933 mg/Kg - Zinco 7333 mg/Kg - Cobre 3343 mg/Kg - Ferro 9550 mg/Kg - Iodo 160 mg/Kg - Selênio 45 mg/Kg - Vitamina A 1000000 U.I./Kg - Vitamina D3 200000 U.I./Kg - Vitamina E 2000 U.I./Kg - Vitamina K3 320 mg/Kg - Vitamina B1 200 mg/Kg - Vitamina B2 640 mg/Kg - Vitamina B3 4000 mg/Kg - Vitamina B5 2000 mg/Kg - Vitamina B6 300 mg/Kg - Vitamina B12 2400 mcg/Kg - Vitamina C 10,6 g/Kg - Ac. Fólico 100 mg/Kg - Botina 13,3 mg/Kg - Colina 45,2 g/Kg - Metionina 295 g/Kg - Etoxiquin 500 mg/Kg - BHA 400 mg/Kg - Bacillus Subtilis 2x10¹⁰ UFC/Kg - Monensina 16 g/Kg.

Análise estatística

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância e teste F, considerando o seguinte modelo estatístico, para o delineamento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial duplo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = valor observado para a variável em estudo referente a k-ésima repetição da combinação do i-ésimo nível do fator A com o j-ésimo nível do fator B

μ = representa uma constante comum a todas observações

α_i = efeito do i-ésimo nível de inclusão de DDGS no valor observado em Y_{ijk} ;

β_j = efeito do j-ésimo nível de inclusão ou não de enzimas exógenas no valor observado em Y_{ijk} ;

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito da interação do i-ésimo nível do fator A com o j-ésimo nível do fator B;

ε_{ijk} = é o erro experimental da parcela que recebe o nível i do fator A e o nível j do fator B na repetição k.

Foram realizadas as análises de normalidade e homocedasticidade, utilizando os testes de Shapiro-wilk, Levene, respectivamente. Para retirada de dados dispersantes utilizou-se o teste de BoxPlot, e após isso realizou-se a análise de variância e teste F. Também foi realizada a análise de regressão polinomial utilizando a significância dos desvios da regressão para a escolha do polinômio ($p < 0,05$).

Os dados foram avaliados, utilizando como ferramenta estatística o software livre R-Project.

RESULTADOS

Desempenho, rendimento de carcaça e cortes

Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os níveis de DDGS x Enzima para as características de desempenho dos animais de 1-7 dias (pré-inicial), 1-21 dias (inicial) e 1-42 dias de idade (período total de criação) (Tabela 2).

Observou-se que em todas as fases de criação houve efeito linear decrescente para PF e GP com redução para as duas variáveis de 0,004, 0,0033 e 0,0162 Kg para cada 1% de DDGS adicionado à dieta aos 7, 21 e 42 dias de idade, respectivamente. Enquanto para CA foi observado efeito linear crescente para as respectivas idades, com aumento de 0,021, 0,049 e 0,099 pontos para cada 1% de DDGS adicionado a dieta. Nas três fases de criação, não foi observado efeito significativo para adição de enzimas para o desempenho das aves, exceto para CR e CA das aves na fase pré-inicial que melhorou em 3,6% com a adição do complexo. (Tabela 2).

Foi observado efeito quadrático para o CR das aves, apontando a inclusão máxima de 13,33 % e 13,02 % respectivamente aos 21 e 42 dias de idade (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de *Distiller Dried Grains With Solubles* (DDGS) com ou sem adição de um complexo enzimático nas fases pré-inicial (1-7d), inicial (1-21d) e final (1-42d).

Variáveis*	1-7 dias									
	DDGS (%)				Enzima (E)		Probabilidades (p<0,05)			CV (%)
	0	10	20	30	Com	Sem	DDGS	E	DDGS x E	
CR (Kg)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14a	0,14b	0,1497	0,0217	0,5279	4,32
PF (Kg) ¹	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,0010	0,7869	0,1684	3,87
GP (Kg) ²	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,0006	0,8081	0,1566	4,95
CA (kg:kg) ³	0,95	0,97	0,98	1,02	0,96 a	0,10 b	0,0040	0,0081	0,2653	4,31
1-21 dias										
CR (Kg) ⁴	0,98	1,02	0,99	0,98	0,99	0,99	0,0034	0,3863	0,3642	2,56
PF (Kg) ⁵	0,82	0,81	0,79	0,73	0,79	0,78	0,0000	0,9697	0,1469	3,43
GP (Kg) ⁶	0,78	0,77	0,75	0,69	0,75	0,74	0,0000	0,976	0,1604	3,64
CA (kg:kg) ⁷	1,25	1,34	1,34	1,42	1,34	1,33	0,0000	0,4566	0,9651	2,69
1-42 dias										
CR (Kg) ⁸	4,09	4,24	4,17	4,01	4,11	4,15	0,0278	0,3644	0,2004	4,35
PF (Kg) ⁹	2,82	2,74	2,62	2,33	2,64	2,6	0,0000	0,1564	0,0541	4,14
GP (Kg) ¹⁰	2,78	2,70	2,57	2,29	2,59	2,56	0,0000	0,1559	0,0546	4,23
CA (kg:kg) ¹¹	1,44	1,57	1,62	1,75	1,59	1,63	0,0000	0,2495	0,5709	4,29

¹Efeito Linear: $PF=0,1898-0,0004DDGS$ $R^2 = 0,93$

²Efeito Linear: $GP=0,1487-0,0004DDGS$ $R^2 = 0,94$

³Efeito Linear: $CA=0,9493+0,0021DDGS$ $R^2 = 0,94$

⁴Efeito Quadrático: $CR=0,9840+0,0033DDGS-0,0001DDGS^2$ $R^2 = 0,78$

⁵Efeito linear: $PF=0,8340-0,0033DDG$ $R^2 = 0,92$

⁶Efeito linear: $GP=0,7929-0,0033DDGS$ $R^2 = 0,92$

⁷Efeito Linear: $CA=1,2619+0,0049DDGS$ $R^2 = 0,89$

⁸Efeito Quadrático: $CR=4,0938+0,0205DDGS-0,0008DDGS^2$ $R^2 = 0,97$

⁹Efeito linear: $PF=2,8667-0,0162DDGS$ $R^2 = 0,92$

¹⁰Efeito linear: $GP=2,8256-0,0162DDGS$ $R^2 = 0,92$

¹¹Efeito Linear: $CA=1,4480+0,0099DDGS$ $R^2 = 0,98$

*CR: Consumo de ração; PF: Peso final; GP: Ganho de peso; CA: Conversão alimentar.

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si, pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Não há interação significativa entre os fatores avaliados para os rendimentos de carcaça e cortes dos frangos de corte ($p>0,05$) (Tabela 3).

A inclusão de DDGS não afetou a porcentagem de gordura abdominal e cortes nobres (coxas, sobrecoxas e peito), porém influenciou o rendimento total da carcaça. Observou-se pela equação quadrática máximo rendimento de carcaça com a inclusão de 8,38% de DDGS. O complexo enzimático aumentou o rendimento de peito das aves em 6,02% porém, não afetou os rendimentos dos demais cortes (Tabela 3).

Tabela 3. Rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com diferentes níveis de inclusão de *Distiller Dried Grains With Solubles* (DDGS) e adição de um complexo enzimático.

Variáveis	DDGS				Enzima		Probabilidades			CV %
	0	10	20	30	Com	Sem	DDGS	Enzima (E)	DDGS x E	
Carcaça (%) ¹	77,33	78,89	76,32	74,95	76,26	77,51	0,0008	0,0539	0,4456	2,83
Peito (%)	28,99	27,54	27,68	26,03	28,36 a	26,75 b	0,0783	0,0445	0,9152	9,75
Cx (%)	9,89	9,74	9,85	9,87	9,84	9,84	0,8725	0,9883	0,8685	4,95
Sobcx (%)	11,19	10,67	10,93	11,06	10,8	11,13	0,5914	0,2424	0,3102	8,74
GA (%)	1,11	1,46	1,33	1,37	1,36	1,27	0,088	0,3229	0,3922	25,92

¹Quadrático: Carcaça (%) = $77,6000+0,1209PL-0,0072PL^2$ $R^2 = 0,82$

Cx: Coxa; Sobcx: Sobrecoxa; GA: Gordura abdominal.

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Digestibilidade e aproveitamento nutricional

Observou-se interação significativa entre os níveis de DDGS x Enzima para os CDIMS, CDIPB, CDIFDN e EMAn das rações experimentais (Tabela 4).

Ao desdobrar a interação, verificou-se efeito quadrático dos CDIMS, CDIPB e CDIFDN para as dietas sem a adição de enzimas exógenas, apontando máxima digestibilidade para estes nutrientes com os níveis de inclusão de DDGS de 14,27, 10,94 e 12,03%, respectivamente. Nas dietas com inclusão do complexo enzimático, houve efeito linear decrescente para CDIPB e CDIFDN, apontando queda de 0,4184 e 0,6560% para cada nível de DDGS adicional (Tabela 4).

Diferente do esperado, a suplementação com o complexo enzimático nas dietas formuladas com 10 e 20% de DDGS reduziu o CDIMS em 29,40 e 55,11%. Para o CDIPB e CDIFDN, observou-se que a suplementação com enzimas exógenas nas dietas com 30% de DDGS aumentou digestibilidade destes nutrientes em 11,85 e 143,38%, respectivamente (Tabela 4).

O desdobramento da interação para EMAn demonstra efeito quadrático para os níveis de inclusão de DDGS com a adição das enzimas, imputando menor valor de EMAn da ração com a inclusão de 20,75 % de DDGS. Não houve efeito da adição do complexo enzimático sobre a EMAn das rações experimentais (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade ileal de nutriente e aproveitamento nutricional energético para frangos de corte aos 21 dias, alimentados com diferentes níveis de inclusão de *Distiller Dried Grains With Solubles* (DDGS) e adição de um complexo enzimático.

DDGS (%)	CDIMS (%)		CDIPB (%)		CDIFDN (%)		EMAn (Kcal/Kg)	
	COM	SEM ¹	COM ²	SEM ³	COM ⁴	SEM ⁵	COM ⁶	SEM
0	53,36	46,69	80,97	76,66	45,9	34,07	2.881,77	2.802,19
10	53,06 b	68,66 a	77,05	83,25	48,09	57,2	2.745,89	2.765,12
20	41,23 b	63,95 a	72,94	79,63	41,7	46,12	2.653,75	2.726,59
30	41,28	42,42	68,41 a	61,16 b	24,85 a	10,21 b	2.719,32	2.796,20
Probabilidades								
DDGS	0,0000		0,0017		0,0000		0,0001	
Enzima (E)	0,3500		0,0250		0,8949		0,2848	
DDGS x E	0,0202		0,0124		0,0127		0,0364	

CV (%)	21,44	24,45	7,46	2,59
¹ Efeito quadrático: $CDIMS=47,1500+3,1100PL-0,1090PL^2$				R ² =0,70
² Efeito Linear: $CDIPB=81,1006-0,4184PL$				R ² =0,99
³ Efeito quadrático: $CDIPB=76,4853+1,3614PL-0,0622PL^2$				R ² =0,99
⁴ Efeito Linear: $CDIFDN=50,0380-0,6560PL$				R ² =0,99
⁵ Efeito quadrático: $CDIFDN=34,5800+3,6100PL-0,1500PL^2$				R ² =0,99
⁶ Efeito quadrático: $EMAn=2887,4651-20,9036PL+0,5036PL^2$				R ² =0,97

*CDIMS: Coeficiente de digestibilidade ileal da matéria seca; CDIPB: Coeficiente de digestibilidade ileal da proteína bruta; CDIFDN: Coeficiente de digestibilidade ileal da fibra em detergente neutro; EMAn: Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si, pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Morfometria do trato gastrointestinal

Não houve interação significativa ($p>0,05$) entre os níveis de DDGS x Enzima, para as características morfométricas do trato gastrointestinal (TGI) dos animais entre as idades avaliadas. Da mesma forma, a utilização do complexo enzimático não afetou as variáveis analisadas nas fases avaliadas (Tabela 5).

Houve efeito linear decrescente para o peso do TGI aos 7 e 21 dias de idade. Para as demais variáveis não foram identificadas significância dos níveis de DDGS nestas idades, exceto para o pâncreas aos 21 dias com efeito linear crescente de 0,0021% (Tabela 5).

Aos 42 dias de idade, a inclusão de DDGS demonstrou comportamento diferente do observado nas idades anteriores, com ajuste polinomial linear crescente nas proporções de pró-ventrículo + moela (PV+Moela), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG) de pâncreas e fígado (Tabela 5).

Tabela 5. Biometria do trato gastrintestinal de frangos de corte aos 7, 21 e 42 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de inclusão de *Distiller Dried Grains With Solubles* (DDGS) com ou sem adição de um complexo enzimático.

Órgãos ^{1*}	7 dias									
	DDGS (%)				Enzima (E)		Probabilidades ($p<0,05$)			CV (%)
	0	10	20	30	Com	Sem	DDGS	E	DDGS x E	
TGI(g) ²	52,98	53,69	48,99	48,81	50,88	51,35	0,0131	0,7177	0,8843	8,67
TGI(cm)	91,48	93,99	94,63	91,49	93,26	92,54	0,6347	0,7445	0,5964	8,12
PV+Moela(%)	7,31	7,86	6,99	6,48	7,13	7,19	0,1625	0,8761	0,7016	20,79
ID(%)	11,21	11,3	11,16	11,05	11,31	11,05	0,9638	0,4456	0,7154	10,8
IG(%)	1,99	2	2,14	2,18	2,06	2,09	0,5605	0,8061	0,8785	19,69
Pâncreas(%)	0,52	0,49	0,58	0,54	0,54	0,53	0,5052	0,8109	0,5883	17,7
Fígado(%)	3,07	3,18	2,97	3,02	3,09	3,02	0,6427	0,5869	0,8408	13,91
	21 dias									
TGI(g) ³	93,73	95,23	88,65	85,43	90,01	91,51	0,0387	0,5653	0,8132	9,88
TGI(cm)	149,48	153,24	154,13	151,87	153,3	151,06	0,6339	0,407	0,7382	6,07
PV+Moela(%)	3,49	3,85	3,61	3,67	3,56	3,74	0,1315	0,0987	0,492	10,12
ID(%)	3,49	3,74	3,59	3,79	3,65	3,66	0,102	0,9474	0,3128	8,68
IG(%)	0,72	0,78	0,92	0,85	0,82	0,82	0,296	0,9933	0,9693	33,25

Pâncreas(%) ⁴	0,36	0,34	0,31	0,3	0,33	0,33	0,0154	0,6556	0,8857	14,24
Fígado(%)	2,55	2,76	2,53	2,71	2,64	2,62	0,1353	0,8107	0,2818	10,75
42 dias										
TGI(g)	198,6	193,33	192,97	200,08	196,19	196,29	0,4832	0,9797	0,6351	7,01
TGI(cm)	185,88	192,38	185,46	192,25	188,02	189,96	0,2838	0,5666	0,5722	6,15
PV+Moela(%) ⁵	2,65	2,32	2,14	2,10	2,3	2,31	0,0000	0,9183	0,7612	10,98
ID(%) ⁶	2,40	2,52	2,59	3,08	2,62	2,67	0,0000	0,4242	0,111	7,69
IG(%) ⁷	0,58	0,64	0,6	0,74	0,64	0,64	0,0002	0,8856	0,0474	13,46
Pâncreas(%) ⁸	0,18	0,18	0,22	0,22	0,2	0,19	0,0008	0,1756	0,34	15,97
Fígado(%) ⁹	1,85	1,98	2,01	2,12	1,99	1,99	0,0005	0,9806	0,1779	7,13

¹Os dados percentuais correspondem ao peso relativo do órgão em relação ao peso vivo da ave

²Efeito Linear: $TGI(g)=53,7000-0,1720DDGS$ $R^2 = 0,74$

³Efeito Linear: $TGI(g) = 95,4811-0,3148DDGS$ $R^2 = 0,80$

⁴Efeito Linear: $Pancreas = 0,2983+0,0021DDGS$ $R^2 = 0,98$

⁵Efeito Linear: $PV+Moela=2,0440-0,017DDGS$ $R^2 = 0,81$

⁶Efeito Linear: $ID=2,3280+0,0212DDGS$ $R^2 = 0,83$

⁷Efeito Linear: $IG=0,5500+0,005DDGS$ $R^2 = 0,81$

⁸Efeito Linear: $Pâncreas=0,1720+0,0017DDGS$ $R^2 = 0,83$

⁹Efeito Linear: $Fígado=1,8600+0,0546DDGS$ $R^2 = 0,86$

*TGI(g): peso do Trato Gastrointestinal; TGI (cm): comprimento do trato gastrointestinal;PV+Moela: Pró-ventrículo+ Moela; ID: intestino delgado; IG: Intestino Grosso.

Bioquímica sérica

Houve interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de DDGS x Enzima apenas para os níveis séricos de Ca das aves aos 21 dias de idade (Tabelas 6).

Houve efeito quadrático somente para os níveis séricos de colesterol total aos sete dias de idade. A equação de regressão demonstra níveis máximos de colesterol sérico para as aves alimentadas com dietas com inclusão de 16,58% de DDGS. A suplementação com o complexo enzimático elevou os níveis proteínicos totais de triglicérides séricos apenas aos 7 e 21 dias de idade, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Bioquímica sérica frangos de corte aos 7, 21 e 42 dias de idade alimentados com diferentes níveis de inclusão de *Distiller Dried Grains With Solubles* (DDGS) e adição de um complexo enzimático.

Variáveis*	7 Dias									
	DDGS (%)				Enzima (E)		Probabilidades ($p<0,05$)			CV (%)
	0	10	20	30	Com	Sem	DDGS	E	DDGS x E	
Ca(mg/dL)	7,00	6,78	7,43	7,6	7,19	7,21	0,9062	0,9820	0,5272	42,24
P(mmol/L)	4,51	6,03	5,15	6,99	6,25	5,08	0,2730	0,2146	0,1530	56,76
PT(g/dL)	3,65	3,68	3,57	3,60	3,91 a	3,36 b	0,9884	0,0245	0,3874	21,21
COL(mg/dL) ₁	99,65	137,05	128	118,88	119,13	122,67	0,0458	0,7072	0,7853	26,83
TRI(mg/dL)	125	133,04	128,25	122,15	135,04	119,16	0,8738	0,1100	0,2523	26,48
21 dias										
Ca(mg/dL)**	10,49	11,19	11,86	10,13	10,72	11,11	0,9153	0,8262	0,0496	58,24
P(mmol/L)	6,61	7,79	8,29	8,04	7,29	8,14	0,2278	0,1861	0,3218	26,47
PT(g/dL)	3,15	3,47	3,91	3,25	3,60	3,30	0,5847	0,5346	0,8932	36,68

COL(mg/dL)	159,6	191,5	198,81	182,2	179,51	186,23	0,2461	0,6868	0,6573	25,46
TRI (mg/dL)	189,9	179,56	195,78	179,81	205,7 a	165,8 b	0,7756	0,0046	0,4068	24,33
42 dias										
Ca(mg/dL)	9,171	8,482	8,72	8,515	8,734	8,71	0,8985	0,9732	0,1597	28,46
P(mg/dL)	4,516	5,169	4,571	4,866	4,694	4,867	0,5621	0,6347	0,8895	26,23
PT(g/dL)	2,875	3,224	3,139	3,014	2,942	3,184	0,7432	0,3112	0,9337	26,73
COL(mg/dL)	135,13	168,77	157,58	166,79	156,20	157,93	0,1033	0,8686	0,5793	22,94
TRI(mg/dL)	187,87	187,52	192,89	195,89	189,51	192,57	0,8443	0,6947	0,7086	14,07

¹Efeito quadrático: $COL=101,9700+3,9800PL-0,1200PL^2$

$R^2 = 0,85$

*Ca: cálcio; P: fósforo; PT: proteínas totais; COL: colesterol Total; TRI: triglicérides

** Interação significativa

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si, pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Ao realizar o desdobramento da interação DDGS x Enzima para os teores de cálcio sérico, nota-se que não há diferença significativa para os níveis de DDGS, porém a utilização de enzimas no nível de 20% de DDGS resultou em maior proporção de Ca no sangue (Tabela 7).

Tabela 7. Desdobramento da interação para os níveis séricos de cálcio (Ca) de frangos de corte aos 21 dias, alimentados com diferentes níveis de inclusão de *Distiller Dried Grains With Solubles* (DDGS) e adição de um complexo enzimático.

DDGS (%)	Ca (mg/dL)	
	Com	Sem
0	10,79 a	10,18 a
10	9,87 a	12,51 a
20	15,67 a	8,05 b
30	6,56 a	13,70 a

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5% de significância.

DISCUSSÃO

O aumento na inclusão de DDGS afetou o PF, GP e CA dos animais na fase pré-inicial, inicial e final. Corroborando com estes resultados, Batal e Parsons (2002) e Wang et al. (2007b) sugeriram que níveis entre 25 a 30% de DDGS não devem ser utilizados nos primeiros 14 dias de vida devido ao elevado teor de fibras do alimento. Entretanto, Lumpkins et al. (2004), avaliando a inclusão de 0, 6, 12 e 18 % de DDGS em dietas para frangos de corte de 1 a 42 dias, verificaram queda no desempenho a partir de 18% de inclusão para fase pré-inicial (1-7d), e de 12 a 15% para as demais fases, apontando como responsável por isso o aumento no consumo de ração ao longo do estudo causado pela elevada concentração em PNA's do ingrediente.

De acordo com Ward et al. (2008) o DDGS possui aproximadamente de 23,1% de PNA's totais (88% insolúvel e 12% solúvel) e portanto, a queda no desempenho das aves alimentadas com este ingrediente pode estar relacionada ao elevado teor fibroso e seus efeitos negativos sobre a digestibilidade dos nutrientes.

Além do elevado teor de fibras no DDGS, a queda no desempenho também pode ter ocorrido pela deficiência aminoacídica existente neste coproduto, principalmente em lisina, uma vez que o

ingrediente utilizado apresentava coloração escura, que é um forte indicativo do déficit em aminoácidos essenciais (Tjardes e Wright, 2002; Fastinger & Mahan, 2006; Swiatkiewicz & Kolreleski, 2008).

O uso de enzimas exógenas resultou na melhora na conversão alimentar apenas na fase pré-inicial. Sabe-se que nesta fase, as aves apresentam baixa secreção enzimática e que o TGI ainda não está completamente desenvolvido (Garcia et al., 2003). Portanto, a ação das enzimas exógenas pode ter complementado a atuação das enzimas endógenas nas aves jovens, além de promover a degradação de componentes dos PNA's do DDGS, permitindo melhor aproveitamento nutricional e conseqüentemente incrementando a conversão alimentar (Min et al., 2009 e Meneghetti et al., 2008).

Observou-se queda na digestibilidade dos nutrientes (CDIMS, CDIPB e CDIFDN) nas dietas sem a suplementação de enzimas exógenas quando os níveis de inclusão de DDGS ultrapassaram valores entre 10,9% a 14,2%.

Os PNA's solúveis (pentosanas, arabinoxilanos, D-xilanos, β -glucanos, D-mananos, galactomananos, xiloglucanos e raminogalacturanas) limitam a digestibilidade nutricional por provocar a hidratação do alimento, que eleva a viscosidade e impede a ação das enzimas (exógenas e endógenas) sobre as diversas frações alimentares reduzindo a absorção de nutrientes ao longo do trato digestivo. Portanto, corroborando com o observado neste estudo, Iji et al. (2001) e Opalinski et al., (2006) afirmam que a inclusão na dieta de ingredientes com elevados teores de PNA's solúveis e insolúveis, tornam a digestão do alimento um grande desafio nutricional aos animais não ruminantes, que irão consumir mais ração e ter baixo aproveitamento nutricional.

Da mesma forma, a inclusão do DDGS até o nível de 20,75% reduziu o aproveitamento energético das rações com complexo enzimático na fase inicial de criação. Williams et al. (2009), ressaltam que os PNA's solúveis dos ingredientes são capazes de promover redução da energia metabolizável da dieta, piorando simultaneamente a taxa de conversão alimentar de acordo com o observado nesta pesquisa aos 7, 21 e 42 dias de idade das aves.

A melhora no CDIPB e CDIFDN das dietas com suplementação enzimática era esperada, uma vez que o complexo utilizado continha enzimas tais como β -glucanase, celulase, fitase, pectinase, protease e xilanase, capazes de quebrar os PNA's, diminuindo os efeitos adversos da fibra sobre a digestibilidade nutricional, conforme afirmado por Garcia et al. (2000).

Não ficou claro nesta pesquisa o porquê do complexo enzimático ser eficiente apenas nas dietas com 30% de DDGS. Porém, sabe-se que a atuação das enzimas digestivas exógenas na dieta de aves contendo DDGS não é consistente, pois sua ação é dependente de uma série de fatores relacionados a fisiologia do animal ou a composição da dieta como a atividade da enzima utilizada e composição química do ingrediente (Tavernari et al., 2008).

O efeito negativo obtido para o CDIMS ao suplementar as dietas com enzimas mostra-se adverso ao observado por alguns autores (Zanella et al., 1999; Bedford & Apajalahti, 2001, Swiatkiewicz et al., 2014). De acordo com Kocher et al., (2002) as enzimas podem ser encapsuladas precocemente no TGI pelo aumento da viscosidade do quimo causada pelos PNA's solúveis, ou ainda, a quantidade de substrato pode ultrapassar a quantidade de enzimas existentes, em ambos os casos não resultando em melhorias na digestibilidade.

A inclusão de DDGS na dieta dos animais não promoveu diminuição no rendimento de cortes nobres, indicando que níveis maiores que 30% podem ser utilizados sem que haja prejuízos para estas variáveis. Porém, observou-se que a inclusão de 8,38% de DDGS otimizou o rendimento de carcaça. Resultados diferentes aos deste estudo foram encontrados por, Wang et al. (2007 a, b, c) e Corzo et al. (2003) que relataram que aves alimentadas com dietas contendo 30% de DDGS, apresentaram menor rendimento de peito, o que foi atribuído ao déficit de arginina dietética.

Semelhante ao observado nesta pesquisa, Lumpkins et al. (2004) e Foltyn et al. (2013), avaliando inclusões de 0, 6, 12 ou 18%, também notaram que apesar da redução dos índices de desempenho a inclusão de 18% de DDGS não afetou o rendimento de carcaça e cortes. Por outro lado, Abdel-Raheem et al. (2011), observaram efeitos contrários, postulando redução significativa no rendimento de carcaça utilizando níveis acima de 12% de DDGS.

A melhoria de 1,6% no rendimento de peito pela adição do complexo enzimático pode ser explicada pelo aumento da digestibilidade ileal de proteínas verificada nesta pesquisa, e pode indicar maior disponibilidade aminoacídica Corzo et al., (2003).

Stringhini et al. (2003) postularam que o conhecimento do peso relativo dos órgãos das aves constitui fator importante na caracterização do bom desenvolvimento digestivo. Alguns estudos indicam que os PNA's solúveis e insolúveis afetam o desenvolvimento do TGI (Banfield et al., 2002; Jiménez-Moreno et al., 2009a) e a morfologia intestinal de frangos de corte (Iji et al., 2001; Jiménez-Moreno et al., 2013).

Observou-se nesta pesquisa aos 7 e 21 dias de idade, menor peso do TGI das aves que consumiram dietas contendo maiores níveis DDGS. Segundo Shone et al. (2017) o sistema digestório dos frangos de corte não está completamente desenvolvido até os 14 dias de idade, o que os torna sensíveis a qualidade de ingredientes com elevado conteúdo fibroso. Esta maior sensibilidade pode refletir no menor desenvolvimento do sistema digestório e conseqüentemente menor desenvolvimento corporal nas aves jovens alimentadas com elevadas proporções de DDGS, conforme visto nesta pesquisa.

Diferente do observado aos 7 e 21 dias, aos 42 dias de idade o peso relativo dos órgãos anexos ao trato gastrointestinal e dos intestinos sofreram efeito linear crescente dos níveis de adição de DDGS na ração.

Apesar da falta de dados sobre o efeito do DDGS sobre o desenvolvimento do trato gastrointestinal (TGI), é conhecido que alimentar as aves com ingredientes com elevado teor fibroso, pode estimular o desenvolvimento dos órgãos digestivos de forma geral, principalmente a moela, por promover ação mecânica sobre a quebra dos alimentos, além do fato dos PNA's solúveis promoverem aumento do volume da digesta ocasionando hipertrofia muscular (Mateos et al., 2013; Jiménez Moreno et al., 2009b; González Ivarado et al., 2010).

Porém, diferente do esperado, o peso do pró-ventrículo + moela reduziu com o aumento dos níveis de DDGS na dieta. Semelhante ao observado nesta pesquisa, Jorjensen et al., (1996) em estudo avaliando diferentes tipos de alimentos fibrosos (fibra de ervilha, celulose e farelo de aveia), verificaram redução do peso de moela e aumento dos demais órgãos digestórios das aves alimentadas com fibra de ervilha em relação aos outros ingredientes, sugerindo que a resposta ao conteúdo fibroso da dieta sobre a morfometria do TGI pode variar com tipo de ingrediente utilizado.

Resultados semelhantes também foram observados por Amerah et al., (2009), que avaliaram o desenvolvimento digestivo de aves aos 42 dias, alimentadas com diferentes alimentos fibrosos (grãos de trigo, celulose e maravalha) e observaram menores pesos de moela nas aves que consumiram dietas com maravalha.

Segundo os autores, o tempo de permanência da maravalha na moela das aves foi três vezes superior ao dos demais tipos fibrosos, indicando maior estimulação mecânica deste órgão nas aves alimentadas com este ingrediente. Os resultados obtidos nesta pesquisa sugerem que as aves alimentadas com maiores níveis de DDGS, apresentaram elevação na taxa de passagem, reduzindo o tempo de permanência da digesta na moela e conseqüentemente menor peso relativo deste órgão.

A ausência de efeitos da suplementação enzimática sobre o desenvolvimento do TGI também foi observada por Thomas e Ravidran (2008) que demonstraram não haver diferenças no peso do fígado, pâncreas, proventrículo, moela, tamanho e peso do duodeno, jejuno, íleo, intestino delgado e cecos de aves aos 14 dias, alimentadas com dietas isoenergéticas de trigo, milho e sorgo suplementadas com diferentes proporções de xilanase.

Os parâmetros séricos bioquímicos são indicadores do estado de saúde dos animais, além de serem considerados parâmetros de resposta instantânea, logo a deficiência em alguns destes parâmetros pode indicar déficit nutricional nas rações, com isso, é possível fazer uma associação entre as concentrações bioquímicas séricas e o aproveitamento nutricional das dietas (Minafra et al., 2010).

Verifica-se nesta pesquisa que embora o nível de colesterol sérico das aves aos 7 dias tenha aumentado com a inclusão de 16,58% de DDGS, não foi observado efeitos sobre esta variável no período total de criação. Por outro lado, a suplementação enzimática elevou os níveis de proteínas totais aos 21 dias e triglicérides séricos aos 42 dias de idade.

Segundo Zhao et al., (2009) e Yang et al., (2009) quando são observados elevados níveis de triglicérides e colesterol no sangue, indicam que o organismo está em processo de lipólise (quebra de gorduras), o contrário disso, é indicativo de aumento no transporte de aminoácidos no sangue, que resulta em maior metabolismo lipídico, reduzindo assim a deposição de gordura nos órgãos internos, bem como da gordura abdominal. Embora a adição do complexo enzimático tenha interferido no nível total de triglicérides nesta pesquisa, eles não afetaram a lipogênese, resultado confirmado pela ausência de efeitos sobre a gordura abdominal das aves (Silva, 2016).

Observa-se que todos os tratamentos avaliados resultaram em relação Ca:P inferior á considerada ideal em organismos em estado de normalidade (2:1) (Minafra et al., 2009).

Segundo Sphies et al. (2002) e Salim et al. (2010), o DDGS possui elevada concentração de P (em torno de 0,75%), provavelmente este fato pode ter elevado a concentração de P sanguíneo, diminuindo a relação Ca:P. Para melhor elucidação deste aspecto outros estudos devem ser realizados, porém, a maior disponibilidade de P deste ingrediente pode indicar que o uso de fosfato bicálcico pode ser reduzido, e assim tornar mais viável a formulação da ração.

CONCLUSÃO

A inclusão de até 8,38% de DDGS resulta em máximo rendimento de carcaça. O uso das enzimas exógenas melhora a conversão alimentar na fase pré-inicial, o rendimento de peito, eleva a

digestibilidade ileal de nutrientes e os níveis séricos plasmáticos dos frangos de corte alimentados com dietas contendo DDGS.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos Pró-Reitoria de pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, pelo financiamento do projeto, através do edital de pesquisa nº 21/2015. A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado ao longo do curso. E a SJC Bioenergia pelo fornecimento da matéria-prima das rações e coproduto utilizado.

REFERENCIAL TEÓRICO

1. Abdel-Raheem, S. M.; Leitgeb, R.; Iben, C. 2011. 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
2. Adedokun, s.a.; parsons, c.m.; lilburn, m.s. et al. 2007. Endogenous amino acid flow in broiler chicks is affected by the age of birds and method of estimation. *Poultry Science*, v. 86, p. 2590 – 2597.
3. Amerah, A., Ravindran, V. & Lentle, R.G. 2009. Influence of wheat hardness and xylanase supplementation on the performance, energy utilisation, digestive tract development and digesta parameters of broiler starters. *Animal Production Science* 49: 71–78.
4. Andriguetto, J. M.; Perly, L.; Minardi, I.; Gemael, A.; Flemming, J. S.; Souza, G. A.; Filho, A. B. *Nutrição Animal*. São Paulo: Nobel, v.1, 2002, 396p.
5. Babcock, B. A., Hays, D. J. and Lawrence J. D. 2008. Using Distillers Grains in the U.S. and international livestock and poultry industry. Midwest agribusiness Trade Research and Information Center. First edition, (Ames, Iowa, USA).
6. Banfield, M. J., R. P. Kwakkel, and J. M. Forbes. 2002. Effects of wheat structure and viscosity on coccidiosis in broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 98:37–48.
7. Batal, A. B., and C. M. Parsons. 2002. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. *Poult. Sci.* 81:400–407.
8. Bedford, M.R.; Apajalahti, J. Microbial interactions in the response to exogenous enzyme utilization. In: Bedford, M.R.; Partridge, G.G. *Enzymes in farm nutrition*. Londres: Cabi international, 2001. Cap.12, p.299-314.
9. Cardoso, D. M.; Maciel, M. P.; Passos, D. P.; Silva, F. V.; Reis, S. T. e Aiura, F. S. 2011. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. *Archivos de Zootecnia*, 60(232):1053–1064.

10. 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.
11. Fastinger, N. D. and Mahan, D. C. 2006. Determination of the ileal amino acid and energy digestibilities of corn distillers dried grains with solubles using grower-finisher pigs. *Journal of Animal Science*, 84:1722-1728.
12. Foltyn, M.; Rada, V.; Lichovniková, M.; Dračková, E. 2013. Effect of corn DDGS on broilers performance and meat quality. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, v. 61, p. 59-64.
13. Garcia, E.R.M., Murakami, A.E., Branco, A.F., Furlan e A.C. e Moreira, I. 2000. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digestibilidade e o desempenho de frangos. *Rev. Bras. Zootecn.*, 29: 1414-1426.
14. Garcia M.I., Aranibar M.J., Lázaro R., Medel P. & Mateos G.G. 2003. α -Amilase supplementation of broiler diets based on corn. *Poultry Sci.* 82:436-442.
15. Gonçalves, F. M.; Anciuti, M. A.; Ribeiro, É. M.; Lopes, M. S.; Corrêa, M. N.; Del Pino, F. A. B.; Montagner, P.; Gentilini, F. P.; Rutz, F. e Zanusso, J. T. 2010. Níveis séricos de enzimas hepáticas em poedeiras comerciais no pré-pico e pico de produção de ovos. *Acta Sci. Vet.* 38(3):311-314.
16. González-Alvarado, J. M.; Jimenez-Moreno, E.; Gonzalez-Sanchez, D.; Lazaro, R.; Mateos, G. G., 2010. Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 162 (1-2): 37-46.
17. Hopwood D.E.; Pethick, D. W.; Pluske, J.R.; Hampson, D.J. Addition of pearl barley to a rice – based diet for newly weaned piglets increased the viscosity of the intestinal contents, reduces starch digestibility and exacerbates post – weaning colibacillosis. *British Journal of Nutrition*, v 92, p 419-427, 2004.
18. Iji, P. A., A. A. Saki, and D. R. Tivey. 2001. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. *J. Sci. Food Agric.* 81:1186–1192.

19. Jiménez-Moreno, E., J. González-Alvarado, M., González-Serrano, A., Lázaro, R., and Mateos, G. G. 2009a. Effect of dietary fiber and fat on performance and digestive traits of broilers from one to twenty-one days of age. *Poultry Science* 88 :2562–2574.
20. Jiménez-Moreno, E., J. M. González-Alvarado, A. de Coca-Sinova, R. Lázaro, and G. G. Mateos. 2009b. Effects of source of fibre on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 154:93–101.
21. Jiménez-Moreno, E., M. Frikha, A. De Coca-Sinova, J. García, and G. G. Mateos. 2013. Oat hulls and sugar beet pulp in diets for broilers. Effects on growth performance and nutrient digestibility. *Anim. Feed Sci. Technol.* 182:33–43.
22. Jorgensen, H., Zhao, X.Q., Knudsen, K.E. & Eggum, B.O. 1996. The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 75: 379–395.
23. Kocher A., Choct M., Porter, M.D. e Broz, J. 2002. Effects of feed enzymes on nutritive value of soyabean meal fed to broilers. *British Poultry Science* (2002) 43: 54–63.
24. Leytem, A. B.; Kwanyuen, P. and Thacker, P. 2008. Nutrient excretion, phosphorus characterization, and phosphorus solubility in excreta from broiler chicks fed diets containing graded levels of wheat distillers dried grains with solubles. *Poultry Science* 87:2505–2511.
25. Loar, R. E. and Corzo, A. 2011. Effects of varying levels of distillers dried grains with solubles on growth performance of broiler chicks. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 13:279-281.
26. Loar, R. E.; Moritz, J. S.; Donaldson, J. R. and Corzo, A. 2010. Effects of feeding distillers dried grains with solubles to broilers from 0 to 28 days post hatch on broiler performance, feed manufacturing efficiency, and selected intestinal characteristics. *Poultry Science*, 89(10):2242-2250
27. Lumpkins, B. S.; Batal, A. B. and Dale, N. M. 2004. Evaluation of Distillers Dried Grains with Solubles as a Feed Ingredient for Broilers. *Poultry Science* 83:1891-1896.

28. Martinez-Amezcuca , C. , C. M. Parsons , V. Singh , R. Srinivasan , and G. S. Murthy. 2007. Nutritional characteristics of corn distillers dried grains with solubles as affected by the amounts of grains versus solubles and different processing techniques. *Poult. Sci.* 86:2624 – 2630.
29. Mateos, G., P. Guzman, B. Saldana, A. P. Bonilla, R. Lazar, and E. Jimenez-Moreno. 2013. Relevance of dietary fiber in poultry feeding. *Proc, ESPN Potsdam Ger.* PT7.
30. Matterson, L. S.; Potter, L. M.; Stutz, M. W. e Singsen, E. P. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs: Agricultural Experiment Station, 11-11p.
31. Meneghetti, C.C.; Domingues, J.L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. *Revista Eletronica Nutritime*, v.5, p.512-536, 2008.
32. Min, Y.N.; hancock, A.; yan, F.; et al. Use of combinations of canola meal and distillers dried grains with soluble in broiler starter diets. *Journal of Applied Poultry Research*, v.18, p.725-733, 2009.
33. Minafra, C. S.; Marques, S. F. F.; Stringhini, J. H.; Ulhoa, C. J.; Rezende, C. S. M.; Santos, J. S.; Moraes, G. H. K. 2010. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus Níger* HM2003. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 12, p. 2691- 2696.
34. Minafra, C.S.; Moraes, G.H.K.; Rodrigues, A.C.P. et al. 2008 Perfil bioquímico e nutricional do ácido glutâmico e da vitamin K no soro e no fígado de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.11, p.1973- 1977.
35. Montagne, L., J. R. Pluske, and D. J. Hampson. 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Anim. Feed Sci. Technol.* 108:95–117.
36. Olentine, C., 1986. Ingredient profile: Distillers feed. *Proceeding of the distillers feed conference*, Cincinnati, OH, 41: 13-24.

37. Opalinski, M., Maiorka, A., Cunha, F., Martins da Silva, E.C., Borges, S.A. (Adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada para frangos de corte. *Archives of Veterinary Science*, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 31-35, 2006.
38. Pluske, J.R.; Siba P.M.; Pethick, D.W.; Durmic A.; Mullan, B.P.; Hampson, D.J. The incidence of swine dysentery in pigs can be reduced by feeding diets that limit the amount of fermentable substrate entering the large intestine. *Journal of Nutrition*, v. 126 p. 2920-2933, 1996.
39. Ribeiro, A. M. L.; Henn, J. D. e Silva, G. L. 2010. Alimento alternativos para suínos em crescimento e terminação. *Acta Scientiae Veterinariae*, 38(Supl 1):61-71.
40. Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barret, S. L. T. 2017. Tabelas brasileiras para aves e suínos - composição e alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. p. 252. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
41. Sakomura, N. K. e Rostagno, H. S. 2016. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep. p.283.
42. Salim, H. M.; Kruk, Z. A. & Lee, B. D. 2010. Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as na ingredient of poultry diets: a review. *World's Poultry Science Journal*, 66:411-432.
43. Salim, H. M.; Kruk, Z. A. and Lee, B. D. 2010. Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: a review. *World's Poultry Science Journal*, 66:411-432.
44. Salim, H. M.; Kruk, Z. A. and Lee, B. D. 2010. Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: a review. *World's Poultry Science Journal*, 66:411-432.
45. Schone RA, Nunes RV, Frank R, Eyng C e Castilha LD. 2017. Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte (22-42 dias). *Revista Ciência Agronômica*, v. 48, n. 3, p. 548-557.
46. Silva, D. J. e Queiroz, A. C. 2002. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p.235.

47. Silva, J. R.; Netto, D. P.; Scussel, V. M. 2016. Grãos secos de destilaria com solúveis, aplicação em alimentos e segurança: Revisão. PUBVET, v.10, n.3, p.257-270.
48. Silva, J. R.; Netto, D. P.; Scussel, V. M. 2016. Grãos secos de destilaria com solúveis, aplicação em alimentos e segurança: Revisão. PUBVET, v.10, n.3, p.257-270.
49. Spiehs, M.J.; Whitney, M.H.; Shurson, G.C. 2002. Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. *Journal of Animal Science*, v.80, p.26-39.
50. Stringhini, JH, Laboissière, M, Muramatsu, K, Leandro, NSM, Café, MB. 2003 Avaliação do Desempenho e Rendimento de Carcaça de Quatro Linhagens de Frangos de Corte Criadas em Goiás. *R. Bras. Zootec.*, v.32, n.1, p.183-190.
51. Swiatkiewicz S. e Kolreleski J. 2008. The use of distillers dried grains with soluble (DDGS) in poultry nutrition. *World's of Poultry Science Association*, (64)257-264.
52. Swiatkiewicz, S.; Arczewska-Wlosek, A. and Jozefiak, D. 2014. Feed enzymes, probiotic, or chitosan can improve the nutritional efficacy of broiler chicken diets containing a high level of distillers dried grains with solubles. *Livestock Science*, 163:110–119.
53. Tavernari, F. C, et al. Polissacarídeo não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. *Revista Eletrônica Nutritime*, Viçosa, v. 5, n. 5, p. 673-689, 2008.
54. Thomas DV, Ravindran V (2008) Effect of cereal type on the performance, gastrointestinal tract development and intestinal morphology of the newly hatched broiler chick. *Journal of Poultry Science* 45, 46-50.
55. Thomas, j. A.; sulzbach, t. M.; hofer, e;. 2007. Avicultura: Uma alternativa de renda ao setor agropecuário. *Ciências Sociais Aplicadas*, v. 7, p. 65-82.

56. Tjardes, J. e Wright, C. 2002. Feeding corn distiller's coproducts to beef cattle. Extension Extra, August, South Dakota State University Cooperative Extension Service, Dept. of Animal and Range Sciences. p.1-5.
57. Wang, Z. ; Cerrate, S. ; Coto, C. ; Yan, F. ; Waldroup, P. W. 2007b. Utilization of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets using a standardized nutrient matrix. *Int. J. Poult. Sci.*, 6 (7): 470-477.
58. Wang, Z. ; Cerrate, S. ; Coto, C. ; Yan, F. ; Waldroup, P. W., 2007c. Use of constant or increasing levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets. *Int. J. Poult. Sci.*, 6 (7): 501-507.
59. Wang, Z. ; Cerrate, S. ; Coto, C. ; Yan, F. ; Waldroup, P.W., 2007a. Effect of rapid and multiple changes in level of distillers dried grain with solubles (DDGS) in broiler diets on performance and carcass characteristics. *Int. J. Poult. Sci.*, 6 (10): 725-731.
60. Wang, Z.; Cerrate, S.; Coto, C.; Yan, F. and Waldroup, P. W. 2007. Use of Constant or Increasing Levels of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) in Broiler Diets. *International Journal of Poultry Science*, 6(7):501–507.
61. Ward, N.E.; ziljstra, R.T.; parsons C.; starjey C. Non-starch polysaccharide (NSP) content of U.S. commercial corn distiller's dried grains with solubles. Abstract, SPSS, Atlanta, GA, 2008.
62. Warpechowski, M. B. Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrointestinal de aves intactas, cecectomizadas e fistuladas no íleo terminal. 1996. 125 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
63. Warpechowski, M. B. Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento. 2005. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
64. Williams, P. E. V.; Geraert, P. A.; UZU, G.; Annison, G. Factors affecting non-starch polysaccharide digestibility in poultry. *CIHEAM-Options Mediterraneennes* [online]. Disponível em:<http://ressources.cihp.125-134>, 2009. Acesso em 23/02/2018.

65. Yang, Y.X.; Guo J, Yoon, S.Y.; Jin, Z.; Choi, J.Y.; Piao, X.S.; Kim, B.W.; Ohh, S.J.; Wang, M.H.; Chae, B.J. 2009. Early energy and protein reduction: effects on growth, blood profiles and expression of genes related to protein and fat metabolism in broilers. *Br Poultry Science*; 50(2):218-227.
66. Zanella, I., Sakomura, N.K., Silversides, F.G., Figueirido, A. e Pack, M. 1999. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poultry Science*, 78: 561–568.
67. Zhao, J.P.; Chen, J.L.; Zhao, G.P.; Zheng, M.Q.; Jiang, R.R.; Wen, J. 2009. Live performance, carcass composition, and blood metabolite responses to dietary nutrient density in two distinct broiler breeds of male chickens. *Poultry Science*; 88:2575-2584.
68. Zijlstra, R. T.; Owusu-Asiedu, A. and Simmins, P. H. 2010. Future of NSP - degrading enzymes to improve nutrient utilization of co-products and gut health in pigs. *Livestock Science* 134:255–257.