

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

**THIAGO DOS SANTOS ANDRADE**

**ENZIMAS EM DIETAS COM REDUÇÃO NUTRICIONAL PARA**  
**FRANGOS DE CORTE**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR**

**2015**

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

**THIAGO DOS SANTOS ANDRADE**

**ENZIMAS EM DIETAS COM REDUÇÃO NUTRICIONAL**  
**PARA FRANGOS DE CORTE**

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

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR**

**2015**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida, que me deram a vida, que constantemente iluminam meu caminho e pelas oportunidades que me deram de alcançar os requisitos para minha educação e formação profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela oportunidade de concluir o Curso de Mestrado.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Ricardo Vianna Nunes (orientador) pela paciência, pelo conhecimento repassado, pelo caráter e pela amizade consolidada ao longo da Pós-Graduação.

Agradeço de maneira especial a minha família, pelo incentivo nos estudos, pela orientação e por torcerem pelo meu sucesso.

Aos amigos do grupo GEMADA pela presença em minha vida, força, amizade sincera e pela lealdade.

A todos os professores e funcionários do Centro de Ciências Agrárias da UNIOESTE, que de alguma forma contribuíram no desenvolvimento do trabalho.

## **BIOGRAFIA**

Thiago dos Santos Andrade, filho de José Cristiano de Brito de Andrade e Elaine Timóteo dos Santos, nasceu em Foz do Iguaçu – Paraná, em 02 de Setembro de 1988.

Em fevereiro de 2008, iniciou o Curso de Graduação em Ciências Biológicas pela Faculdade União das Américas de Foz do Iguaçu-PR, cumprindo as exigências para obtenção do título de “Biólogo” em Agosto de 2011.

Em Julho de 2010, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Fauna, de nível lato sensu, pela Faculdade União das Américas de Foz do Iguaçu-PR, concentrando conhecimentos práticos de conservação e manejo.

Em Fevereiro de 2012, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Educação Ambiental, de nível lato sensu, à distância, pela Faculdade de Administração, Ciências, Educação e Letras – FACEL.

Em Fevereiro de 2013, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, de nível stricto sensu em Marechal Cândido Rondon-PR, concentrando seus estudos na área de nutrição de monogástricos, submetendo-se aos exames finais de defesa de dissertação em Abril de 2015.

## RESUMO

ANDRADE, Thiago dos Santos. Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Abril de 2015. **Enzimas em dietas com redução nutricional para frangos de corte.** Orientador: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

Dois experimentos foram conduzidos com o intuito de realizar o efeito de enzimas em dieta a base de milho e farelo de soja. O primeiro experimento teve como objetivo avaliar o desempenho, rendimento de carcaça e digestibilidade ileal em frangos de corte alimentados com enzimas de 21 a 42 dias de idade. Foram utilizados 1008 frangos de corte, Cobb-500, machos, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado envolvendo seis tratamentos e oito repetições, definidos assim: 1) ração controle positivo (CP) a base de milho e farelo de soja; 2) ração controle negativo (CN) a base de milho e farelo de soja com redução de 120 kcal/kg de energia metabolizável (EM); 3) CE1 (CN + adição de 100 ppm de Econase); 4) CE2 (CN + adição de 200 ppm de Avizyme); 5) BE1 (CN + adição de 100 ppm de xilanase e 200 ppm de Amilase); 6) BE2 (CN + com adição de 100 ppm de xilanase e 300 ppm de amilase). Os dados obtidos no desempenho, rendimento, cortes, coeficiente e digestibilidade de nutrientes foram analisados através do teste de boxplot (SAS, 2002), e, após a retirada dos *outliers*, foi realizada análise de variância e posterior teste de média (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade. Como resultado, não foi observado efeito significativo no consumo de ração. No entanto, o resultado observado com as enzimas CE2 e BE2 nas variáveis de ganho de peso, peso final, conversão alimentar, coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, energia bruta e da digestibilidade de nutrientes da matéria seca, proteína bruta e energia bruta apresentou semelhanças ao CP. Concluindo que os coeficientes de digestibilidade da MS, PB e ED, digestibilidade dos nutrientes da MS, PB, EB, os dados de GP, PF, CA e ao rendimento de carcaça, o complexo enzimático 2 (CE2) e blend enzimático 2 (BE2), quando adicionados à dieta com redução energética proporcionaram resultado semelhante ao controle positivo. O segundo experimento teve como objetivo avaliar o desempenho, rendimento de carcaça, cortes e análise de sangue em frangos de corte alimentados com complexos enzimáticos de 01 a 42 dias de idade. Foram utilizados 960 frangos de corte, Cobb-500, machos, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado envolvendo seis tratamentos e oito repetições definidos assim: 1) ração controle positivo (CP) a base de milho e farelo de soja; 2) ração controle negativo (CN) a base de milho e farelo de soja com redução de 5% nos valores de aminoácido, proteína e energia metabolizável (EM); 3) BE1 (CN + adição de 125 ppm de Poultrygrow); 4) BE2 (CN + adição de com 100 ppm de Aextra); 5) BE3 (CN + adição de 500 ppm de Ronozyme); 6) BE4 (CN + adição de 125 ppm de Poultrygrow e 500 ppm de Hemicell). Os parâmetros avaliados foram de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), rendimento (carcaça e cortes), e análise de sangue (colesterol, triglicerídeos, proteína total, ácido úrico, creatinina, alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase, albumina, glicose, ureia). Os dados de desempenho, rendimento de carcaça, cortes, órgãos, gordura abdominal e os parâmetros sanguíneos foram submetidos ao teste de boxplot para retirada dos *outliers* e, posteriormente, foi realizada análise de variância e teste de média (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade. O consumo de ração não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. O ganho de peso de 7; 14; 21 e 35 dias de idade, observado no CN, e pelas enzimas melhoraram o ganho de peso, contudo, CP apresentou o melhor resultado. Para o período de 1 a 42 dias apenas o CP atendeu as a exigências das aves.

A conversão alimentar na fase pré-inicial (1-7 dias de idade) apresentou resultado positivo ( $p < 0,05$ ) apenas no CP. Nos períodos de 1 a 14; 1 a 21 e 1 a 35 dias de idade, a suplementação enzimática proporcionou resultado semelhante ao CN e o CP o maior valor ( $p < 0,05$ ). No período de 1 a 42 dias de idade, o CP apresentou a melhor conversão alimentar, e as enzimas foram semelhantes ao CN. Os frangos alimentados com dieta enzimática proporcionaram resultado superior ao CP e semelhante ao CN. O rendimento de peito e asa não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. O rendimento de perna (coxa e sobrecoxa) apresentou resultado semelhante entre as enzimas e o CP. O rendimento de fígado e moela não apresentou diferença significativa e o peso relativo do pâncreas de frangos foi influenciado pelos tratamentos enzimáticos quando comparados as aves de CP e CN. O rendimento de gordura abdominal observada no CN pelos tratamentos enzimáticos proporcionou aumento na quantidade de gordura abdominal quando comparado com CP. O resultado do perfil bioquímico sanguíneo do colesterol indicou que a suplementação enzimática pode influenciar no aumento dos teores do colesterol, sendo observado maior valor no CE3. O nível de triglicérides observados nos tratamentos enzimáticos foi semelhante ao CP, indicando a ação das enzimas na dieta. A variável de albumina demonstrou que a adição dos complexos enzimáticos não foi suficiente. Os níveis de ALT demonstrou que os complexos enzimáticos e o CN proporcionaram baixa atividade, e o CP o maior nível. Os valores de glicose, proteína total e aspartato amino-transferase (AST), creatinina e ácido úrico foram semelhantes em todos os tratamentos e apresentaram valores conforme o recomendado para linhagem. Como resultado, tem-se que as reduções nutricionais nas dietas de aves afetam o desempenho, características de carcaça e perfil bioquímico e, também, que a suplementação dos complexos enzimáticos não foi eficiente na liberação dos nutrientes quando utilizada matriz com severas reduções.

**Palavras-chave:** aves, controle negativo, controle positivo, farelo de soja, milho.

## ABSTRACT

ANDRADE, Thiago dos Santos. Master of Animal Science. State University of West Paraná, April 2015. Enzymes in diets with nutritional reduction for broilers. Advisor: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

Two experiments were conducted in order to achieve the effect of enzymes in diet based on corn and soybean meal. The first experiment aimed to evaluate the performance, carcass yield and ileal digestibility in broilers fed enzymes 21-42 days old. They were used in 1008 broiler chickens, Cobb-500, males, distributed in a completely randomized design involving six treatments and eight repetitions defined as follows: 1) Food positive control (CP) based on corn and soybean meal; 2) negative control diet (CN) based on corn and soybean meal with a reduction of 120 kcal / kg metabolizable energy (ME); 3) EC1 (CN + adding 100 ppm of Econase); 4) CE2 (CN + addition of 200 ppm of Avizyme); 5) BE1 (CN + addition of 100 ppm and 200 ppm xylanase Amylase); 6) BE2 (CN + with addition of 100 ppm 300 ppm xylanase and amylase). The data on performance, income cuts, coefficient and nutrient digestibility were analyzed using the boxplot test (SAS, 2002), and after the removal of outliers was performed ANOVA and subsequent average test (Tukey) to the level of 5% probability. As a result, there was no significant effect on feed intake. However, the results observed with CE2 and BE2 enzymes in weight gain variables, final weight, feed conversion, digestibility of dry matter, crude protein, crude energy and nutrient digestibility of dry matter, crude protein and energy Gross obtained results similar to CP. Concluding that the DM digestibility coefficients, PB and ED, digestibility of DM, CP, EB, GP data, PF, CA and carcass yield, the enzyme complex 2 (CE2) and blend enzyme 2 (BE2), when added to the diet to reduce energy provided similar results to the positive control. The second experiment was to evaluate the performance, carcass yield, cuts and blood test in broilers fed enzyme complexes 01-42 days old. They were used 960 broiler, Cobb-500, males, distributed in a completely randomized design involving six treatments and eight repetitions defined as follows: 1) Food positive control (CP) based on corn and soybean meal; 2) feed negative control (CN) based on corn and soybean meal with a reduction of 5% in the amino acid values, protein and metabolizable energy (ME); 3) BE1 (CN + addition of 125 ppm Poultrygrow); 4) BE2 (CN + addition of 100 ppm of axtra); 5) BE3 (CN + addition 500 ppm Ronozyme); 6) BE4 (CN + addition of 125 ppm and 500 ppm Poultrygrow Hemicell). We evaluated performance (feed intake, weight gain and feed conversion), yield (carcass and cuts), and blood tests (cholesterol, triglycerides, total protein, uric acid, creatinine, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, albumin, glucose, urea). Performance data, carcass yield, cuts, organs, abdominal fat and blood parameters were submitted to boxplot test for removal of outliers, and subsequently was conducted analysis of variance and mean comparison test (Tukey) at 5% probability. The feed intake showed no significant difference between treatments. 7 of weight gain; 14; 21:35 days old CN and observed by the enzymes in improved weight gain, however, CP showed the best result. For the period 1-42 days just the CP met the exigências of birds. Feed conversion in the pre-initial phase (1-7 days old) was positive ( $p < 0.05$ ) in CP. In the periods 1 to 14; 1 to 21 and 1 to 35 days of age, the enzyme supplementation gave similar results to the CN and CP value greater ( $p < 0.05$ ). Between 1-42 days of age, the CP had the best feed conversion, and the enzymes were similar to CN. The chickens fed diet enzyme provided superior result to the CP and similar to CN. The yield breast and wing showed no significant differences between treatments. The yield leg (thigh and drumstick) showed similar results between the enzyme and the CP. The yield livers and gizzards showed no significant difference and the relative pancreas weight showed enzyme

gave rise compared with the diets of CN and CP. The abdominal fat yield observed in the CN and enzymatic treatments provided by increasing the amount of abdominal fat compared to CP. The result of biochemical blood cholesterol profile indicated that the enzyme supplementation can influence the increase in cholesterol levels, being observed greater value in CE3. The triglyceride level observed in enzymatic treatments was similar to CP, indicating the action of enzymes in the diet. Albumin variable demonstrated that the addition of the enzyme complex was not sufficient. ALT levels demonstrated that the enzymatic complex and yielded low activity CN, the CP and the highest level. The levels of glucose, total protein and aspartate amino transferase (AST), creatinine and uric acid were similar for all treatments and presented according to the values recommended for lineage. Concluding that nutritional reductions in poultry diets affect performance, carcass characteristics and biochemical profile and that supplementation of enzymatic complexes was not efficient in the release of nutrients when using matrix with severe reductions.

**Keywords:** poultry, negative control, positive control, soybean meal, corn

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO II**

Tabela 01. Composição centesimal, química e energética das rações experimentais utilizados na fase de 21 a 42 dias de idade.....	41
Tabela 02. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), peso final (PF) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, de 21 a 42 dias de idade, alimentados com rações contendo ou não enzimas.....	44
Tabela 03. Coeficiente de digestibilidade (%) da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB) e da energia bruta (CDEB) e digestibilidade de nutrientes (%) da matéria seca (MSDIG), proteína bruta (PDGID) e energia digestíveis (ED) (Kcal.kg <sup>-1</sup> ) de dietas para frangos de corte a base de milho e farelo de soja suplementada ou não com enzimas .....	47
Tabela 04. Rendimento de carcaça (RC), cortes nobres (RC), percentagem de gordura abdominal (RG) e peso relativo do fígado (RF) de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade alimentados com rações contendo diferentes enzimas.....	48

### **CAPÍTULO III**

Tabela 01. Matriz nutricional dos pacotes enzimáticos.....	61
Tabela 02. Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais aplicadas em aves na fase pré-inicial.....	<a href="#">62</a>
Tabela 03. Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais aplicadas em aves na fase inicial .....	63
Tabela 04. Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais aplicadas em aves na fase de crescimento .....	64
Tabela 05. Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais aplicadas em aves na fase de de crescimento final.....	65
Tabela 06. Consumo de ração médio (g) semanal (acumulado) no período de 1 a 42 dias .....	67
Tabela 07. Ganho de peso médio acumulado (g) no período de 1 a 42 dias de idade.....	68
Tabela 08. Conversão alimentar acumulada (g/g) no período de 1 a 42 dias de idade. ....	69
Tabela 09. Rendimento da carcaça (%) e de cortes nobres (%) das aves abatidas aos 42 dias de idade.....	71
Tabela 10. Peso dos órgãos e percentagem de gordura abdominal aos 42 dias de idade .....	72
Tabela 11. Parâmetros bioquímicos sanguínea de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com diferentes complexos enzimáticos.....	75

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>11</b>
1 Introdução geral .....	12
2 Revisão de literatura .....	13
2.1 Enzimas.....	13
2.2 Classificação enzimática e modo de ação.....	16
2.3 Amido e enzimas amilases.....	17
2.4 Beta-manase.....	18
2.5 Beta-glucanase.....	19
2.6 Protease.....	21
2.7 Xilanase .....	23
2.8 Carbohidrase .....	24
Referências bibliográficas .....	26
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>35</b>
Resumo .....	36
Abstract.....	37
1 Introdução.....	38
2 Material e Métodos.....	39
3 Resultados e Discussão.....	42
4 Conclusão .....	48
Referências bibliográficas .....	49
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>55</b>
Resumo .....	56
Abstract.....	57
1 Introdução.....	58
2 Material e Métodos.....	59
3 Resultados e Discussão.....	65
4 Conclusão .....	77
Referências bibliográficas .....	78

**CAPÍTULO I**  
(Revisão literária)

## 1. Introdução geral

A avicultura brasileira iniciou o seu período comercial visando lucro com suas primeiras exportações em 1970 e em 2004 se tornou referência mundial em produção de carne de aves (ALBINO & TAVERNARI, 2008; RANEY et al., 2009), fato que adveio, principalmente, do baixo custo de produção. Contudo, para se manter neste mercado competitivo, houve a necessidade de investimentos em pesquisas com intuito de encontrar alternativas que proporcionassem reduções nos custos de produção (MEHRI et al., 2010). Deste modo, os nutricionistas vêm se empenhando em buscar alternativas para diminuir o tempo de produção e melhorar o peso de abate, uniformidade dos frangos, eficiência alimentar, qualidade e rendimento de carcaça (TAHIR et al., 2009; DOSKOVIC et al., 2013).

Dentre as alternativas estão as enzimas exógenas, consideradas proteínas globulares de estrutura terciárias e quaternárias que agem como catalizadoras e controladoras de reações biológicas que proporcionam maior digestibilidade de nutrientes, maior facilidade no emprego de alimentos de menor qualidade e redução no custo da ração (ZHOU et al., 2009). No entanto, a sua ação catalítica é dependente de fatores, como a concentração de enzimas, substrato e ao ambiente no qual ocorre. Entre os mais importantes estão: a umidade, o pH, a temperatura e a presença de coenzimas e inibidores (MADRID et al., 2010).

Neste contexto, o seu uso pode ser destinado a alimentos de baixa viscosidade (milho, sorgo e soja) ou a ingredientes de alta viscosidade (aveia, cevada, farelo de arroz, trigo), nos quais as enzimas terão as funções ou de complementar quantitativamente as enzimas digestórias endógenas (proteases, amilases, lipases, entre outras) ou de suplementar as enzimas que os monogástricos não podem sintetizar ( $\beta$ -glucanases, pentosanases e  $\alpha$ -galactosidades) devido ao código genético (SELLE & RAVIDRAN, 2007, SANTOS et al., 2008).

Pesquisas recentes tem tido como objetivo melhorar o valor nutricional dos cereais para superar os fatores antinutricionais, nas quais a presença de polissacarídeos não amiláceos que determina o aumento na viscosidade da digesta a nível do trato gastrointestinal é reduzido com uso de enzimas exógenas por diminuir o seu peso molecular e melhorar a disponibilidade de nutrientes (FERRIER et al., 2009).

O uso das enzimas exógenas pelas indústrias ocorre de forma rotineira atualmente, de modo que sua implicação é altamente benéfica para o meio ambiente, especialmente em áreas com intensa produção animal (KACZMAREK et al., 2014). No entanto, algumas pesquisas têm confirmado que ainda existem dificuldades por parte das indústrias na interpretação dos

efeitos de cada enzima, devido os resultados variados e inconsistentes que sobrevêm de suas inúmeras funções sobre as dietas (RUTHERFURD et al., 2013; YEGANI & KORVER, 2013).

Não obstante, sua viabilidade econômica tende a sustentar sua prática com a expectativa de melhorar o ganho de peso, conversão alimentar e impactar diretamente o custo com o alimento, onde o uso de complexos enzimáticos contendo as principais enzimas (amilase, protease, xilanase) é comumente recomendado na formulação das rações para monogástricos (ALBINO et al., 2007; PONTOPPIDAN et al., 2012).

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1 Enzimas**

São proteínas que possuem pesos moleculares variado, entre 10.000 a 500.000 daltons, formadas por cadeias de aminoácidos (SHEPPY, 2001) e constituídas de estrutura proteica globular terciária ou quaternária com função de atuar como biocatalisadora (MADRID et al., 2010; FRIETAS et al., 2011).

Possuem a função de aumentar a eficiência de processos internos da célula, sendo as enzimas biocatalizadoras consideradas as mais eficazes por serem constituídas de proteínas contendo domínio funcional específico, que as permitem se ligar a determinado substrato e catalisar reações (BARLETTA et al., 2010; DOSKOVIC et al., 2013).

São classificadas em: oxidorreduzases que catalisam transferência de elétrons, ou seja, reações de oxirredução; transferases, que catalisam reações de transferência de grupamentos funcionais, como grupos amina, fosfato, carboxil; hidrolases, que catalisam reações de hidrólise de ligação covalente; liasses, que catalisam a quebra de ligações covalentes e a remoção de moléculas de água, amônia e gás carbônico; isomerases, que catalisam reações de inter conversão entre isômeros ópticos ou geométricos e em ligases, que catalisam reações de formação de novas moléculas a partir da ligação entre duas já existentes (STRYER & TYMOCZKO, 2008; FERRIER et al., 2009; LEHNINGER et al., 2011).

Contêm estrutura terciária, referente à forma que se dobra e se enovela formando estruturas globular rígida e quaternária, considerada a forma como as diversas estruturas terciárias ou subunidades se associam (AMERAH, 2015).

São consideradas específicas e, em alguns casos, limitadas a ligações dentro dos compostos com os quais exercem reação; devido ao sítio ativo, considerado parte da enzima

que a difere da proteína e é capaz de se ligar a moléculas denominadas substrato, formando o complexo enzima-substrato (TAVERNARI et al., 2008).

Entretanto, segundo a cinética da reação, modelos propostos pelos pesquisadores Michaelis & Menten (1994), sugerem que a enzima E reage com o substrato S formando um composto intermediário conhecido como complexo ativada instável enzima-substrato ES, o qual se decompõe em enzima E, e o produto de reação (P.  $E + S \leftrightarrow ES \rightarrow E + P$ ). A quantidade de enzima exigida no processo é pequena e não influi na variação energética da reação (STRYER & TYMOCZKO, 2008).

Sua atuação pode ser de diversas formas: baixando a energia de ativação, no qual o estado de transição é estabilizado; distorcendo o substrato, gastando energia, de modo a baixar a energia do estado de transição da reação catalisada, resultando na diminuição global da energia requerida para completar a reação; providenciando uma via alternativa; reduzindo a variação da entropia da reação ao orientar os substratos de forma correta para facilitar a reação (TAVERNARI et al., 2008; LEHNINGER et al., 2011).

Sua ausência faz com que as moléculas colidem em todas as direções possíveis de forma aleatória, um processo menos eficiente do que na presença da enzima no qual a sua dinâmica interna é descrita como o movimento de partes internas (como aminoácidos individuais, grupos de aminoácidos, um laço da cadeia, uma hélice alfa, folhas beta vizinha ou até domínios proteicos inteiros) destas biomoléculas, que podem ocorrer a diversas escalas de tempo (STRYER & TYMOCZKO, 2008, FERRIER et al., 2009).

Os movimentos em proteínas são importantes para diversas enzimas, mas o tipo de reação que elas catalisam é que determina quais os tipos de movimento mais importantes: pequenas e rápidas vibrações ou lentas e significativas alterações conformacional. Estes estudos têm consequências na compreensão dos efeitos alostéricos, na produção industrial de enzimas e no desenvolvimento de novos fármacos (LEHNINGER et al., 2011; MAZHARI, et al., 2015). Além disso, possuem a função de acelerar reações, por diminuir a energia livre de ativação da mesma, ou seja, a energia dos reagentes e produtos da reação enzimática e de sua equivalente não enzimática é idêntica (MAZHARI, et al., 2015).

Podem atuar em diversos alimentos e trabalhar em conjunto, seguindo uma ordem de atuação específica, podendo atuar em vias metabólicas. Nestas vias, uma enzima processa o produto da ação de outra enzima, como o seu substrato. Após a reação catalítica, o produto é entregue a outra enzima. Por vezes, mais de uma enzima pode catalisar a mesma reação, em

paralelo. As enzimas determinam os passos que ocorrem nessas vias metabólicas (BERG et al., 2002; LEHNINGER et al., 2011).

Sua adição em dietas experimentais pode resultar em melhorias significativas no desenvolvimento de pintos em crescimento, onde o seu grau de resposta geralmente é influenciado pela concentração dos fatores antinutricionais (FRU-NJI et al., 2011).

O principal fator antinutricional nas dietas de aves é o polissacarídeo não amiláceo, no qual é classificado quanto à solubilidade de seus componentes, podendo ser classificado em solúveis ou insolúveis (SVIHUS, 2004; TAVERNARI et al., 2008).

Os PNA insolúveis são celulosas e hemiceluloses encontradas geralmente no farelo de soja, os quais reduzem aproveitamento energético das dietas e é parcialmente resistente a fermentação microbiana no intestino grosso das aves (VAHJEN et al., 2005; CHOCT, 2006).

Os PNAs solúveis são formados por gomas, capazes de absorver e reter grande quantidade de água, aumentando a viscosidade do fluido interferindo na interação com a mucosa intestinal, influenciando a passagem do alimento e o desempenho das aves (ROSA & UTPATEL, 2007).

Neste contexto, os PNAs reduzem a EM (energia metabolizável) dos alimentos e proporcionam menor absorção de mineral e menor utilização de outros nutrientes (TAVERNARI & MENDES, 2009). Entretanto, a quantidade de PNAs em ingredientes utilizados em dietas de aves pode variar conforme a sua origem e o grau de processamento utilizado (DOSKOVIC et al., 2013).

Todavia, sua degradação geralmente ocorre através de enzimas exógenas (beta-glucanase, amilase, celulase, protease e xilanase), que possuem a função de hidrolisá-la melhorando o ganho de peso e a conversão alimentar (YEGANI & KORVER, 2013). Contudo, estes efeitos benéficos das enzimas sobre os PNAs dependem de alguns fatores como: espécie do animal, idade, tipo de cereais, conteúdo e solubilidade dos PNAs (MEHRI et al., 2010).

Em face disso, em rações a base de milho e farelo de soja, o seu uso pode melhorar a disponibilidade de nutrientes e desativar fatores antinutricionais encontradas no farelo de soja, constituídas de polissacarídeos que não podem ser digeridos no intestino delgado das aves, devido à ausência de enzimas endógenas (FERRIER et al., 2009).

## 2.2 Classificações das enzimas e modo de ação

O desempenho animal depende da absorção e digestibilidade de nutrientes e do seu grau de absorção. Existem nutrientes que não podem ser digeridos ou absorvidos pelas aves, do mesmo modo, existem diferentes fatores que podem interferir na digestibilidade, absorção e utilização dos mesmos (DOSKOVIC et al., 2013).

Neste contexto, a utilização de enzimas se torna essencial por auxiliar na digestibilidade desses nutrientes e estabelecer sua matriz nutricional. Contudo, se faz necessário ter conhecimento do valor nutricional do alimento no qual queira melhorar a digestibilidade (LE et al., 2013).

A sua inclusão na elaboração de rações ocorre de forma direta ou associada aos premixes e sua utilização irá depender de alguns fatores, como o processamento térmico das rações (FERNANDES et al., 2010).

Seu papel catalizador depende de alguns fatores, como: a temperatura, pH, teor de umidade, presença de inibidores e concentração de enzimas e substrato (BERTECHINI, 2012; AMERAH, 2015).

Atualmente, existem quatro tipos de enzimas alimentares nas indústrias de alimentos para animais:

- Enzimas que possuem a função de quebrar/hidrolisar os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) encontrados no centeio, cevado e trigo (DOMNGUEZ et al., 2009);
- Enzimas que hidrolisam o fitato (ácido fítico), encontrado na maioria das plantas e, por conseguinte, presente em todos os ingredientes de origem vegetal, onde dois terços do ácido fítico não são digeridos e nem absorvidos pelos monogástricos (RAVINDRAN, 2001);
- Enzimas que hidrolisam proteínas por conterem fatores antinutricionais que reduzem a atividade de quimotripsina e tripsina, reduzindo a digestão e danificando a parede do intestino (LE et al., 2013);
- Enzimas que degradam o amido para dextrina e açúcares e, assim, melhoram a disponibilidade de energia (DOSKOVIC et al., 2013).

Além disso, as enzimas são consideradas específicas para o substrato no qual apresentam estrutura parcial que seja adequada para sua ação no substrato e para dirigirem os processos considerados metabólicos. Também possuem sítio ativo, o qual permite sua ação na ruptura de ligações químicas em condições que sejam favoráveis de pH e temperatura.

A enzima amilase atua no substrato do amido, sendo é propulsora da degradação mais eficiente do mesmo (KACZMAREK et al., 2014). Os glucanases atuam sobre os beta-glucanos com intento de reduzir a viscosidade da dieta. As proteases sobre a proteína, degradando mais eficientemente a mesma (RIBEIRO et al., 2011). E as xilanases, por sua vez, agem sobre os arabinoxilanos, proporcionando redução na viscosidade da dieta (KARIMI et al., 2013).

### **2.3 Amido e enzimas amilases**

De modo geral, o amido é um homopolissacarídeo circunspeto por cadeias de amilose e amilopectina compostas por unidades de glicose em proporções diferentes (GRACIA et al., 2003). Em aves, sua digestibilidade acontece parcialmente no intestino delgado com produção de glicose e no intestino grosso com a fermentação produzida por microrganismos, podendo ser parcialmente alterada através da enzima  $\alpha$ -amilase endógena, fatores intrínsecos e extrínsecos (NITSAN et al., 1991; WISEMAN, 2006).

Sua degradação ocorre pelas amilases endógenas, ligada ao conteúdo energético dos ingredientes da dieta de aves, por serem de grande impelido no balanço energético, já que  $\alpha$ -amilase pancreática é a enzima responsável pela digestão do amido (WISEMAN, 2006). Como pode ocorrer, também, com uso de amilases exógenas, que proporcionam uma exposição mais rápida do amido à digestão no intestino delgado, conduzindo ao aumento na utilização do nutriente, melhorando o crescimento (VIEIRA, 2002).

Basicamente, as amilases endógenas e exógenas possuem a função de indicar a ação sobre o amido, glicogênio e polissacarídeos que podem ser classificadas em quatro grupos enzimáticos que degradam o amido (RUIZ et al., 2008; MOHAYAYEE & KARIMI, 2012), sendo:

- Endoamilase, consideradas enzimas endógenas que rompem ligações do substrato e liberam oligossacarídeos, degradando o amido pela ação das enzimas (EZEJI & BAHL, 2006);

- Alfa-amilases (endoenzimas), que rompem ligações glicosídicas (JUGE et al., 2006; XIAO et al., 2006);

- Exoamilase que age em resíduos externos de glicose da amilose e da amilopectina, produzindo apenas glicose (COWIESON & RAVIDRAN, 2008).

- Glicoamilases, que rompem as ligações do amido até a obtenção de monômeros de glicose (SAVILLE et al., 2006);

- Betas-amilases (exoamilase) com função de clivarem ligações glicosídicas dos polissacarídeos, originando maltose pura, também conhecida como amilases sacarificantes, uma vez que as maltoses resultantes são facilmente fermentáveis (MOHAN et al., 2005);

- Enzimas desramificadoras do amido, que resultam na liberação de cadeia de glicano, e são considerados fatores decisivos no processo de degradação, uma vez que respondem pela degradação dos pontos de ramificações, estando envolvida na biossíntese do amido (XIAO et al., 2006);

- Transferases, consideradas enzimas que catalisam a transferência de grupos de suas moléculas. Como no caso de grupos amina, fosfato, carboxil entre outras (FREITAS et al., 2008).

## 2.4 Beta-mananase

São enzimas produzidas pela fermentação do *Bacillus lentus*, sendo responsáveis pela hidrólise dos beta-mananos, considerados um grupo de carboidratos complexos associados à casca e à fração de fibras do farelo de soja que, por sua vez, estão relacionados aos efeitos antinutricionais que causam piora na conversão alimentar (MOHAYAYEE & KARIMI, 2012). Embora seu efeito de interação seja desconhecido, também há dificuldade na determinação da quantidade dos polissacarídeos não amiláceos presentes nos alimentos (ALBINO et al., 2006).

Em diversos estudos, o seu uso tem melhorado a eficiência alimentar nos frangos de corte, tornando sua viabilidade econômica para melhora do desempenho dependente do custo de calorias da dieta das aves (CENTENO et al., 2006; BARROS, 2012). Em dietas de frango de corte, em sua maioria, é dependente do valor energético das rações e do seu custo efetivo, no qual o nível ótimo precisa ser determinado conforme a variação no nível de beta-mananos na ração (JACKSON et al., 2004).

Sua utilização contra patógenos também proporciona ótimos resultados. Segundo Jackson et al. (2003), ao utilizarem a enzima  $\beta$ -mananase observaram que nos frangos de corte infectados com *Eimeria* e *Clostridium perfringens*, a adição da enzima proporcionou redução da infecção e auxiliou para um aumento no peso corporal e na redução de lesões intestinais (ODETALLAH et al., 2002).

Além disso, a beta-mananase pode estimular a secreção de insulina ao bloquear a função inibitória dos beta-galactomananos ou absorção de glicose; tal observação comprovou que o aumento na secreção da insulina pode explicar a estimulação na ingestão de ração (MOHAYAYEE & KARIMI, 2012).

As pesquisas de Daskiran et al. (2004) observaram que a beta-mananase reduz a ingestão de água por ração consumida e melhora a conversão alimentar. Zou et al. (2006), trabalhando com frangos de corte em fase de crescimento, não encontraram diferenças significativas em consumo de ração com a adição da enzima  $\beta$ -mananase. Jackson et al. (2003), em dietas de pintos contendo a enzima, concluíram que houve melhora significativa no ganho de peso.

Neste mesmo contexto, Lee et al. (2003) relataram melhoria acentuada na conversão alimentar causada por  $\beta$ -mananase que presumivelmente é devido à degradação da goma residual que conduz a uma redução da viscosidade. Wu et al. (2005), relataram a adição de uma melhor conversão alimentar  $\beta$ -mananase por aproximadamente 4,2% em galinhas alimentadas com uma dieta de baixa energia suplementada com 0,05% Hemicell.

Em dietas a base de milho e farelo de soja, pesquisas têm relatado que adição de  $\beta$ -mananase aumentou o ganho médio diário em comparação com a de animais que receberam o controle (sem suplementação  $\beta$ -mananase) (DE VRIES & VISSER, 2001; ODETALLAH et al., 2002; DASKIRAN et al., 2004 ). Este resultado é decorrente do fato de o farelo de soja conter  $\beta$ -mananos, tais como  $\beta$ -galactomanano e  $\beta$ -glucomannan, fazendo as enzimas  $\beta$ -mananase atuar significativamente na melhora da utilização do farelo de soja (ZOU et al., 2006).

## **2.5 Beta-glucanase**

São enzimas pertencentes à classe das carboidrases, que têm por finalidade melhorar o desempenho das aves, bem como melhorias na qualidade da cama. Além disso, possuem função específica na destruição dos beta-glucanos, que retardam a absorção dos nutrientes (YU & CHUNG, 2004; YEGANI & KORVER, 2013).

Estes  $\beta$ -glucanos são polissacarídeos não amiláceos solúveis, os quais não estão presentes nos cereais utilizados para formulação da dieta de aves como a aveia, a cevada, o centeio e o trigo. Possuem estrutura química semelhante à da celulose composta por unidades

de glicose, intercaladas por ligações  $\beta$  (1-3) e ligadas por  $\beta$  (1-4), que quebram a molécula e favorece a solubidade provocando a viscosidade (HUANG et al., 2003).

Deste modo, com a adição da enzima glucanase ocorre à diminuição dos efeitos negativos dos  $\beta$ -glucanos, através da diminuição do seu grau de polimerização (YEGANI & KORVER, 2013). Sendo assim, sua inclusão tornou-se comum nos últimos anos em dieta de aves com o seu desenvolvimento biotecnológico, redução no seu custo e por ser propulsor em melhorar a digestibilidade dos alimentos ingeridos (ZOU et al., 2006)

Neste contexto, como o uso das enzimas é justificado por melhorar o valor nutricional dos grãos utilizados nas dietas de aves e por reduzirem o envasamento contido na parede celular dos mesmos, investigações vêm ocorrendo quanto ao uso da enzima beta-glucanase (AMERAH, 2015). Em dietas à base de trigo ou de cevada para frangos, os resultados indicaram uma melhoria significativa no ganho de peso e na conversão alimentar; e em dietas a base de milho, sorgo e farelo de soja não causou problemas digestivos (LEE et al., 2003).

Sua utilização em dietas a base de centeio e farelo de soja auxiliam no aumento da digestibilidade da energia bruta, que ocorre devido à liberação de nutrientes do interior dos PNAs através da ação solubilizada da enzima (YIN et al., 2000; BATAL & PARSONS, 2002; ROMERO et al., 2014).

Outro fator relevante está relacionado ao uso das glucanases em dietas de aves em fase de crescimento é um possível aumento da digestão das gorduras durante o crescimento das aves (ZOU et al., 2006). Seu uso também pode diminuir o peso relativo de alguns órgãos do sistema digestivo. Contudo, a magnitude da resposta à suplementação da enzima glucanase ainda é inferior ao que seria esperada em dietas à base de trigo, talvez por causa da baixa atividade de PNA, observada quando utilizado o milho (ROSEN, 2002; CHOCT, 2006).

Sua utilização conjunta com demais enzimas se torna viável na produção avícola, principalmente, em dietas a base de cevada descascada, que resultam na redução da viscosidade do conteúdo digestivo na parte distal do intestino delgado (LEE et al., 2005)

No trabalho de Mathlouthi et al. (2003), utilizando-se de enzimas glucanases misturadas com xilanase, eles obtiveram melhora no desempenho das aves e redução da viscosidade no conteúdo digestivo. Tal resultado se deve ao uso de cereais viscosos, como o trigo e a cevada, os quais proporcionaram resultado superior às dietas à base de milho.

No entanto, no trabalho de Cowieson et al. (2010), ao avaliaram a interação entre glucanase e xilanase numa dieta à base de milho e soja, envolvendo tratamento de controle positivo com níveis elevados de energia e controle negativo com redução no nível energético,

obtiveram respostas significativas na digestibilidade ileal dos nutrientes, tanto a suplementação individual quanto com a suplementação simultânea destas enzimas.

Neste contexto, as utilizações das enzimas glucanases podem ser viáveis para melhora do desempenho das aves quando utilizadas de forma individual ou misturadas e, principalmente, quando se utiliza de dietas com alimentos mais viscosos (LEE et al., 2003; JACKSON et al., 2004; DASKIRAN et al., 2004; ROMERO et al., 2014). Apesar disso, ainda não existem referências suficientes quanto ao seu efeito em dietas a base de milho.

## **2.6 Protease**

São enzimas proteolíticas que possuem a função de quebrar ligações peptídicas em proteínas. Sua classificação ocorre de acordo com a sua posição da ligação peptídica e são conhecidas como exopeptidases (exógenas) ou endopeptidases (endógenas) (LOOP et al., 2012). Ambas possuem a função de atacar as ligações peptídicas e polipeptídeos e a diferença entre elas é que as exopeptidases quebram as ligações próximas ao grupo amino terminal; já as endopeptidases fazem a quebra dentro da molécula (GUGGENBUHL et al., 2013).

Sua atuação deve ocorrer de forma sinérgica para garantir a complementação das enzimas endógenas (ANGEL et al. (2011). Esta atuação ocorre em razão de o estômago e o intestino delgado das aves por produzirem pepsina e proteases pancreáticas, respectivamente. Sendo assim, a protease exógena deve trabalhar em sinergia com estas enzimas para obtenção do benefício máximo, especialmente em aves muito jovens, nas quais a ação de proteases endógenas é muito limitada (FAVERO, 2009).

Assim como diversas outras enzimas, as proteases exógenas reduzem os fatores antinutricionais, tornando os ingredientes mais disponíveis ao animal, além de auxiliar na redução da viscosidade intestinal (AMRERAH, 2015). No caso do farelo de soja, estas enzimas agem neutralizando os efeitos antinutricionais e aumentam a digestibilidade da proteína (FRANCO, 2010).

Para sua comercialização útil, a protease tem de funcionar em variedades de dietas (FREITAS et al., 201). Por conseguinte, é importante que a sua capacidade para melhorar a digestibilidade da proteína seja tão grande quanto em relação a mais vasta gama de ingredientes da ração.

Ainda, segundo Wang et al. (2006), a utilização dessas proteases exógenas em dietas de frangos de corte pode proporcionar melhorias no desempenho, rendimento de carcaça e

cortes, podendo ser observado o seu efeito maior quando as dietas são formuladas com baixos níveis de aminoácidos essenciais ou proteína total.

Além disso, as proteases exógenas vêm sendo incrementadas na dieta das aves com propósito de melhorar o desempenho, maximizando o aproveitamento de componentes presentes do milho e farelo de soja que podem prejudicar a digestão e a integridade intestinal do animal (FRANCO, 2010; GUGGENBUHL et al., 2013).

Neste contexto, as indústrias de alimentação animal vêm alcançando sucesso com uso de enzimas por aumentar a eficiência dos monogástricos em obter maior energia (BEDFORD & COWIESON, 2012). Todavia, não é o caso da proteína: em tentativas anteriores, ao usar as enzimas proteases, foram obtidos resultados contraditórios (DOSKOVIC et al., 2013). Estes resultados podem estar correlacionados ao tipo de protease utilizada na formulação da dieta, uma vez que a utilização da protease pura projetada especificamente, em sua maioria, tende a proporcionar piores resultados que as demais proteases (FREITAS et al., 2011).

A utilização de enzimas exógenas proteolíticas pode melhorar a disponibilidade dos aminoácidos e, conseqüentemente, o desempenho e redução dos custos de produção (BEDFORD & COWIESON, 2012), representando potencial desejável em animais jovens, por facilitarem a ação das enzimas endógenas (WANG et al., 2006). Neste sentido, as utilizações das proteases exógenas aumentam a digestibilidade proteína pela diminuição da perda endógena e dessa forma causa efeito positivo no aproveitamento da energia metabolizável (RAVINDRAN, 2008).

Wang et al. (2006), ao utilizarem três níveis de proteína bruta, níveis baixo, médio, alto de aminoácidos e dois níveis de uma protease (0% e 0,10%), obtiveram aumento de 2,5% no ganho de peso, e 1,6% na conversão alimentar ( $P < 0,01$ ). Tal resultado esteve associado à dieta de baixa proteína, no qual o rendimento de peito e carne a protease obteve o maior efeito proteico alto devido a maior necessidade de aminoácidos.

No trabalho de Favero (2009), ao utilizarem da mesma protease, no entanto, suplementada na dose de 200 g/ton observou-se perdas no ganho de peso quando reduzido de 3% a 6% da proteína bruta das dietas.

Por outro lado, Angel et al. (2011), ao trabalharem com frangos de corte em fase inicial de crescimento (1-21) avaliaram a suplementação de uma protease utilizando como tratamento o CP (23% PB) e 5 rações CN (20% PB, redução de 12% na exigência de lisina e metionina e 10% para treonina) com níveis crescentes da enzima (0, 100, 200, 400 e 800 mg/kg de ração), obtendo como resultado redução de 7% no ganho de peso e consumo de

ração nas dietas de CN quando relacionadas às aves de CP. Sendo sustentado o resultado pela falta da melhoria na digestibilidade da maioria dos aminoácidos essenciais e a partir da dose mínima utilizada.

Neste contexto, os resultados controversos descritos acima demonstram que, para a utilização da protease associada a outro grupo de enzimas, deve ser levada em consideração sua atividade proteolítica devido à especificidade na hidrólise e, portanto, com potencial sobre as enzimas exógenas e todas as proteínas.

Infelizmente, os trabalhos com a utilização das proteases nem sempre são claramente interpretados, o que se deve à diversidade de ingredientes, ao microrganismo e à valorização dos nutrientes na dieta, a qual nem sempre permite a avaliação dos efeitos isolados da protease (RAVINDRAN, 2008; ADEOLA & COWIESON, 2011).

## **2.7 Xilanase**

De modo geral as xilanases são produzidas por fungos do gênero *Aspergillus* e são consideradas carboidrases que melhoram a EM dos ingredientes que contenham arabinosilanos e pentosanas (AMERAH, 2015). Da mesma forma, são conhecidas como sendo monocomponentes ou glicosidades com a função de hidrolisar as ligações de beta-1,4 presentes na xilana vegetal (componente da hemicelular) e por romper as paredes celulares para liberação dos xilo-oligômeros (KARIMI et al., 2013).

Com a degradação na parede celular nos cereais proporcionada pelas xilanases, ocorre um aumento na atividade das enzimas endógenas dos animais que, conseqüentemente, agirão de forma mais eficiente sobre a proteína e o amido, aumentando sua digestibilidade. (YU & CHUNG, 2004; LE et al., 2013).

Sua produção comercial por fungos do gênero *Aspergillus* tem aumentado em virtude da demanda de xilanase com maior rendimento e estabilidade em condições de temperaturas elevadas e pH. Dessa forma, pesquisas com a inclusão das xilanases sugerem melhorias quando atribuídas à sua combinação com outras carboidrases (MENG & SLOMINSKI, 2006; CENTENO et al., 2006).

Nos países Europeus, com o uso de ingredientes viscosos, alguns autores comprovaram o efeito significativo da enzima xilanase (KARIMI et al., 2013). Contudo, ainda há respostas variáveis no desempenho das aves quando alimentadas com dietas à base de trigo.

Esta resposta variável pode ser explicada, em parte, pela natureza diversa e complexa da fração de hidratos de carbono e da ligação entre os nutrientes e a estrutura da parede celular (KIM et al., 2005). A estrutura física do trigo também pode explicar parcialmente as respostas variáveis da enzima xilanase (CARRE et al., 2007 e AMERAH et al., 2009). Outros fatores que também podem causar variação na resposta incluem processamento de alimentos, propriedades da molécula de xilanase, raça e idade das aves (AMERAH et al., 2011).

Segundo Ravindran (2006), a inclusão de xilanas para melhorar o desempenho de frangos de corte com dietas baseadas no trigo e cevada tornou-se uma prática rotineira em que os mecanismos subjacentes que causam as melhorias têm sido extensivamente analisados nos últimos quinze anos, mas ainda não são totalmente compreendidos. Além da redução da viscosidade do conteúdo intestinal, os efeitos promotores do crescimento de enzimas (s) também parecem estar parcialmente relacionados com a modulação da microflora intestinal (AMERAH et al., 2008).

No trabalho de Wu & Ravindran (2004), Choct et al. (2006) e Karimi et al. (2007), ao verificarem o efeito da xilanase sobre os PNA solúveis e insolúveis, relataram que algumas xilanas foram efetivas na redução da viscosidade e que sua utilização pode ser superior, proporcionando melhoria de 2,5% na conversão alimentar, em relação à dieta basal com a exigência nutricional padrão.

Neste contexto, com o avanço nas indústrias enzimáticas e o conhecimento de substratos, o desenvolvimento de enzimas que auxiliam de forma mais efetiva na degradação de polissacarídeos não-amiláceos é cada vez mais presente, principalmente com a utilização de xilanas, tornando possível melhorar o desempenho das aves (SCHEIDLER et al., 2005).

## **2.8 Carboidrase**

É um conjunto de enzimas (amilase, protease e xilanase) que digerem carboidratos e hidrolisam polissacarídeos não solúveis (que compõem a parede celular das plantas), encontrados em cereais mais viscosos como, aveia, cevada, centeio e trigo (MENG et al., 2005).

De modo geral, a hidrolização dos carboidratos na dieta é considerada fator importante por auxiliar na eficiência da produção de carne. Os hidratos de carbono e lipídios são necessários no corpo como a fonte primária de energia (MEHRI et al., 2010). Esta energia é

utilizada em funções vitais, tais como a temperatura do corpo e por manter as funções essenciais, tais como o movimento; reações químicas utilizadas na síntese do tecido do corpo, remover compostos orgânicos de resíduos sintetizar como hormonas, enzimas, proteínas do sangue e de anticorpos, entre outros (OLUKOSI et al., 2007).

O uso das carboidrases em dietas a base de milho e farelo de soja possui como objetivo, complementar enzimas digestíveis endógenas, fornecendo enzimas que os animais não conseguem sintetizar e reduzir os efeitos negativos causados pelos PNAs (GILBERT, 2010).

No entanto, o milho é conhecido por uma quantidade insignificante de polissacarídeo não amiláceo solúveis, não causando problemas de viscosidade da digesta. Diferentemente do farelo de soja que contém cerca de 3 a 4% de polissacarídeos não amiláceo solúveis e 16 de insolúveis (CHOCT, 2006).

Neste contexto, o efeito benéfico das carboidrases pode ser avaliado através do desempenho, conversão e ganho de peso. Com a adição dessas enzimas, há uma ligação na estrutura molecular que se torna invisível a enzimas endógenas, eliminando, desta maneira, os efeitos antinutricionais. Sendo assim, as aves não possuem enzimas capazes de degradar o suficiente os fatores antinutricionais, ocasionando perdas na absorção e digestibilidade de nutrientes propulsores de energia (BEDFORD & COWIESON, 2012).

Em estudo, Onderci et al. (2006) verificaram que o desempenho de aves melhorou com a suplementação de carboidrases por proporcionarem maior disponibilidade de EM nas dietas. Estes mesmos autores, ao trabalharem com frango de corte utilizando dieta a base de milho e farelo de soja, observavam melhora na conversão alimentar e no desempenho. Do mesmo modo, Kocher et al. (2002) observaram efeito positivo com carboidrases em dietas a base de soja, sobre tudo, sobre os valores de EM. Souza et al. (2008) observaram, em frango de corte alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja suplementada com carboidrases, melhora no desempenho das aves e na energia metabolizável verdadeira.

Deste modo, diversas pesquisas apontam que a utilização das carboidrases tende a aumentar a energia metabolizável aparente nas dietas de frango de corte em até 3% (ZHOU et al., 2009; LI et al., 2010). Tal efeito está relacionado ao melhor aproveitamento do amido, da gordura e da proteína, que tem maior efeito quando se avalia a digestibilidade ileal.

Neste contexto, a utilização das enzimas carboidrases em dietas de aves são causadoras do efeito positivo no ganho de peso e na conversão alimentar das aves (ONDERCI et al., 2006; MEHRI et al., 2010).

## Referências Bibliográficas

- ADEOLA, O.; COWIESONM A.J. (2011). Board-invited review: opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. **Journal of Animal Science, Champaign**, v. 89, n. 10, p. 3189-3218.
- ALBINO, L.F.T.; FERES, F.A.; DIONIZIO, M.A. et al. (2006). Uso de prebiótico à base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.742-749, 2006.
- ALBINO, L.; BUZEN, S.; ROSTAGNO, H. S. (2007). Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. IN:Seminário de aves e suínos, 7., 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: AVESUI Regiões, 2007. P.73-90.
- ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. (2008). Produção e manejo de frangos de corte. **Série Didática**. Ed. UFV, Viçosa, MG, 2008, 880.
- AMERAH, A.M; AMEHAH, V.; RAVINDRAN, R.G.; LENTLE, D.G. (2009). Lentle, D.G.T. (2008). Thomas Influence of particle size and xylanase supplementation on the performance, energy utilisation, digestive tract parameters and digesta viscosity of broiler starters Br. **Poultry Science**, 49, pp. 455–462.
- AMERAH, A.M; AMEHAH, V.; RAVINDRAN, R.G. (2009). Lentle 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 (2009), pp. 71–78.
- AMEHAH, A.M.; GILBERT, C.; SIMMINS, P.H.; AVINDRAN, V. (2011). Influence of feed processing on the efficacy of exogenous enzymes in broiler diets. **World's Poultry Science Journal**, 67, pp. 29–46.
- AMERAH, A.M. (2015) Interactions between wheat characteristics and feed enzyme supplementation in broiler diets. **Animal Feed Science and Technology** 199 (2015) 1–9
- ANGEL, C.R., W.; SAYLOR, S.L.; WARD, N. (2011). Effects of a mono component protease on performance and protein utilization in seven- to twenty-two-day-old broiler chickens. **Poultry Science. (In press)**.
- BARLETTA, A. (2010). Introduction: Current market and expected developments. In Bedford MR and Partridge GG, editors. **Enzymes in Farm Animal Nutrition**, 2nd edition. United Kingdom: CAB International Publishing, 2010.
- BARROS, B. (2012). In Silico characterization and expression. (2012). Analysis of the multiene Family encoding the browman-BIrk protease inhibitor in soybean. **Molecular Biology Reports**, Dordrecht, v. 39, p. 327-334.
- BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. (2002). Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. **Poultry Science**, 81 (3): p. 400-407.

- BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYLER, L. (2002). **Biochemistry**. 5th edition. New York: W H Freeman;. Section 8.1, Enzymes Are Powerful and Highly Specific Catalysts.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 2<sup>nd</sup> ed. Universidade Federal de Lavras. 2012.
- BEDFORD, M.R; COWIESON, A.J. (2012). Exogenous enzyme and their effects on intestinal microbiology. **Animal Feed Science, Technology**, 173: 76-85.
- CARRE, S. MAGNON-GRASTEAU, A.; PERON, A.H.; JUIN, D. (2007). Wheat value: improvements by feed technology, plant breeding and animal genetics. **World's Poultry Science Journal**, 63, pp. 585–596.
- CARVALHO, J.C.C.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. (2009). Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.2, p.292-298.
- CENTENO, J.M., BURGUETE, M.C., CASTELLO-RUIZ, M., ENRIQUE, M., VALLES, S., SALOM, J.B., TORREGROSA, G., MARCOS, J.F., ALBORCH, E., MANZANARES, P. (2006). Lactoferricin-related peptides with inhibitory effects on ACE-dependent vasoconstriction. **Journal Agric. Food Chem.** 54, 5323-5329.
- CHOCT, M. (2006). Enzymes for the feed industry: Past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.62, n.1, p.5-16.
- COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V. (2008). Effect of exogenous enzymes in maize-based diets varying in nutrient density for Young broilers: growth performance and digestibility of energy, minerals and amino acids. **British Poultry Science**, London, v. 49, p. 37-44.
- COWIESON, A.J. (2010). Strategic selection of exogenous enzyme for corn soy-based diets. **Journal Poultry Science**, 47:1-7.
- DASKIRAN, M.; TEETER, R.G.; HSIAO, H.Y. (2004). An evaluation of endo-beta-D-mannanase (hemicell) effects on broiler performance and energy use in diets varying in beta-mannan content. **Poltry Science**, 83: 62.
- DE VRIES R.P., VISSER J. Aspergillus enzymes involved in degradation of plant cell wall polysaccharides. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, 65: 497-522.
- DOMINGUEZ, A.; DEIVE, F.J.; PASTRANA, L.; RÚA, M.L.; LONGO, M.A.; SANROMAN, M. A. (2009). Thermostable lipolytic enzymes production in batch and continuous cultures of *Thermophilus*. **Bioprocess and Biosystems Engineering**, 347-354.
- DOSKOVIC, V.; BOGOSAVJEVIC, B.; SOGOSAVJEVIX, B.S.; PAVLOVSKI, Z. (2013). Enzymes in broiler diets with special reference to protease. **World's Poultry Science Journal**, 69: 343–359.

- EZEJI, T.C.; BAHL, H. (2006). Purification, characterization and synergistic action of phytate-resistant  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase from *Geobacillus thermodenitrificans* HR010. **Journal Biotechnologic**. 125:27-38.
- FAVERO, A.A. MAIORKA, C.; ROCHA, M.D. (2006). Effect of protease enzyme on performance and ileal digestibility of broilers grown to 42 days of age in floor pens. International Poultry Science **Forum**, Atlanta, GA. Abstr. p. 9.
- FERNANDES, J. I. M; OUTUTUMI, L. K; FERREIRA, P. W; MACORIM, F; TRIQUES, G. E. (2010). Efeito da adição de enzimas em dietas a base de milho e soja para frangos de corte. **Revista Arquivos de Ciências Veterinária e Zoolologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 13, n. 1, p. 25-31, jan./jun. 2010.
- FERRIER, D. R.; HARVEY, RICHARD, A.; CHAMPE, P. C. (2009). **Bioquímica ilustrada**. 4ª. ed. Porto Alegre: Artmed.
- FRANCO, L.G. (2010). **Medidas adotadas na nutrição animal visando a saúde intestinal**. Artigo Online. Disponível em: <http://www.nftalliance.com.br/medidas-adotadas-na-nutricao-animal-vsando-a-saude-intestinal/> Acesso em: 12/10/2014.
- FREITAS, A.A.; FRANCELIN, M.F.; HIRATA, G. F.; CLEMENTE, E.; SCHMIDT, F.. (2008). Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares benitaka e rubi e em seus sucos e geléias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 172-177.
- FREITAS, D.M.; VIEIRA, S.L.; ANGEL, C.R.; FAVERO, A.; MAIORKA, A. (2011). Performance and nutrient utilization of broilers fed diets supplemented with a novel mono component protease. **The Journal of Applied Poultry Research**, 20: 322-334.
- FRU-NJI, F.; KLUENTER, A.M.; FISCHER, M.; PONTOPPINDAN, K. et al. (2011). A feed serine protease improves broiler performance and energy digestibility. **The Journal of Poultry Science**, vol. 48, no. 10, pp. 239–246.
- GILBERT, H. J. **The Biochemistry and Structural Biology of Plant Cell Wall Deconstruction**. (2010). *Plant Physiology*, Minneapolis, v. 153, p. 444-455.
- GRACIA, M.I.; ARANIBAR, M.J.; LAZARO, P. MENDEL, G.G. (2003). Alfa-amylase supplementation off broiler diets based on corn. **Poultry Science**, 82: 436-442.
- GUGGENBUHL, Y.; WACHWE, Y.; SIMOS, C.N.; FRU, F. (2013). Comparative effects of three phytases on the phosphorus and calcium use in the weaned piglet. **Journal Animal Science**, 90:95-97. Doi: 10.2527/jas.53891.
- HUANG, X.W.; LIU, X.S.; XU, F.Q. (2003). The effect of  $\beta$ -mannanase on growth performance of growing pigs. **Feed Reserch**. 2003:29–31.
- JACKSON, M. E.; GERONIAN, K.; KNOX, A.; MCNAB, J.; MCCARTNEY, E. (2004). Un estudio de dosis-respuesta con enzimas de alimentación  $\beta$ -mannanase en parrilleros

suministrados con dietas de maíz-soja desprovistos de promotores antibióticos de crecimiento. España. **Poultry Science**, 83:1992-1996.

- JACKSON, M.E.; ANDERSON, D.M.; HSIAO, H.Y.; MATHIS, G.F.; FODGE, D. W. (2003). Beneficial effect of B-Mannanase feed enzyme on performance of chicks challenged with *Eimeria* sp. and *Clostridium perfringens*. **Avian Disease**, Kennett Square, v.47, p.759–763.
- JUGUE, N.; NOHR, J.; GAL-CIEFFETM, M. F.; KRAMHOFT, B.; FURNISS, C. S. M.; PLANCHOT, V.; ARCHER, D. B.; WILLIAMSON, G. (2006). The activity of barley  $\alpha$ -amylase on starch granules is enhanced by fusion of a starch binding domain from *Aspergillus niger* glucoamylase. **Biochemical et biophysica (BBA) – Proteins & Proteomics**, v. 1764, p. 275–284.
- KACZMAREK, A.; ROGIEWICZ, M.; MOGIELNICKA, A.; RUTKOWSKI, R. O.; SLOMINSKI, B. A. (2014). Mogielnicka, A. Rutkowski, R. O. Jones, and B. A. Slominski The effect of protease, amylase, and nonstarch polysaccharide-degrading enzyme supplementation on nutrient utilization and growth performance of broiler chickens fed corn-soybean meal-based diets. **Poultry Science**, 93 (7): 1745-1753.
- KARIMI, A.; COTO, C.; MUSSINI, F.; GOODGAME, S.; LU, C.; YUAN, J. BEDFORD, M.R.; WALDROUP, P.W. (2013). Interactions between phytase and xylanase enzymes in male broiler chicks fed phosphorus-deficient diets from 1 to 18 days of age. **Poultry Science**, 2013 Jul; 92 (7):1818-23.
- KIM, J.R.;MIN, B; LOGAN, B.E. (200). Evaluation of procedures to acclimate a microbial fuel cell for electricity production. **Appl. Microbiology. Biotechnologic**. 68 (1), 23–30.
- KOCHER, A.; CHOCT, M.; PORTER, M.D. et al. Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. (2002). **British Poultry Science**, v.43, n.1, p.54-63.
- LE, D.M.; FOJAN, P.; AZEM, D.; PETTERSSON, P.; RANGEL, N. (2013). Visualization of the anticaking effect of Ronozyme WX xylanase on wheat substrates. **Cereal chemistry**, 90(5):439-444.
- LEHNINGER, Albert, L.; NELSON, David, L.; COX, Michael, M. (2011). Principios de **Bioquímica de Lehninger**. 5<sup>a</sup>.ed.Porto Alegre. Artemed.
- LEE, J.T.; BAILEY, C.A.; CARTWRIGHT. A.L. (2003).  $\beta$ -Mannanase ameliorates viscosity-associated depression of growth in broiler chickens fed guar germ and hull fractions. **Poultry Science**, 82:1925–1931.
- LEE, J.T.; CONOR-APPLETON, S.; BAILEY, C.A.;CARTWRIGHT, A.L. (2005). Effect of guar meal by-product with and without  $\beta$ -mannanase Hemicell on broiler performance. **Poultry Science**, 84:1261–1267.
- LI, Y. (2010). Effects of Beta-mannanase expressed by *pichia pastoris* in corn-soybean meal diets on broiler performance, nutriente digestibility, energy utilization and immunoglobulin levels. **Animal Feed Science and Technology, Amsterdam**, v. 159, n.1, p. 59-67.

- LOOP, K. G. S.; LILLY, L. K.; SHIRES, C. K.; GEHRING, K. R.; BEAMAN, M. E.; MORITZ, J. S. (2012). The phytase analytical activity of pelleted diets may not adequately describe efficacy in the Bird. **The Journal of Applied Poultry Research**, 21 (3): 492-501 .
- MADRID, J.; CATALA-GREGOGRI, P.; GARCIA, V.; HERNANDEZ, F. (2010). Effect of a multi-enzyme complex in weatsoybean meal diet on digestibility of borilerchickens under diferente rearing conditions. Italian, **Journal of animal sience**, 10,4081/ijas.
- MARZZOCO, A.; TORRES, B.B. (2007). **Bioquímica Básica**. 3ª. ed. Rio de janeiro: Guanabara Koogan..
- MATHLOUTHI, N.; JUIN, H.; LARBIER, M. (2003). Effect of xylanase and â-glucanase supplementation of wheat- or wheat- and barleybased diets on the performance of male turkeys. **British Poultry Science**, v. 44, n. 2, p. 291-298.
- MAZHARI, M.; GOLIAN, A.; KERMANSHAHI, H. (2015). Effect of corn replacement with graded levels of wheat screening and enzyme supplementation on performance, blood lipids, viscosity and jejunal histomorphology of finisher broilers. **Spanish Journal of Agricultural Research**, [S.l.], v. 13, n. 1, p. e0603, feb. 2015. ISSN 2171-9292.
- MEHRI, M.; ADIBMORADI, M.; SAMIE, A.; SHIVAZAD, M. (2010). Effects of  $\beta$ -mannanase on broiler performance, gut morphology and immune system. **The African Journal of Biotechnology**. 2010;37:6221–6228.
- MENG, X.; SLOMINSKI, B.A; NYACHOTI, C, M.; CAMPBELL, L.D.; GUENTER, W. (2005). Deradation of cell wall polysaccharides by combinaions of carbohydrase enzymes and their effec on nutient utilization and broiler chicken performance. **Poultry Science**, v. 84, 2005.
- MENG, Z.; SLOMINSKI, B.A.; CAMPBELL, L.D.; GUENTER, W. et al. (2006). The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oilseeds. Part I: Canola Seed. **Poultry Science**. v.85, p.1025-1030.
- MOHAN, B. H.; GOPAL, A.; MALLESHI, N.G.; THARANATHAN, R. N. (2005). Characteristics of native and enzymatically hydrolyzed ragi (Eleusine coracana) and rice (Oryza sativa) starches. **Carbohydrate polymers**, v.59, p.43-50.
- MOHAYAYEE, M.; KAZEN, K. (2012). The effect of guar meal (germ fraction) and  $\beta$ -mannanase enzyme on growth performance and plasma lipids in broiler chickens. **African Journal of Biotechnology**, vol. 11(35), pp. 8767-8773.
- NITSAN, Z.; AVRAHAM, G.B.; ZORFE, Z.; NIR, I. (1991). Growth and development of the digestive organs and some enzymes in the broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, 32:515-523, 1991.
- ODETALLAH, N.H.; PARKS, C.W.; FERKET, P.R. (2002). Effect of wheat enzyme preparation on the performance characteristics of tom turkeys fed wheat-based rations. **Poultry Science**, 81: 987-994, 2002.

- OLUKOSI, O.A.; COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. (2007). Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, 86(1):77-86.
- OLUKOSI, O.A.; KONG, C.; FRUNJI, F.; AJUWON, K.M.; ADEOLA, O. (2013). Assessment of a bacterial  $\beta$ -phytase in the diets of broiler chickens. **Poultry Science**, v.92, p.2101-2108.
- ONDERCI, M.; SAHIN, N.; SAHIN, K.; CIKIM, G.; AYDIN, A.; OZERCAN, I.; AYDIN, S. (2006). Efficacy of supplementation of alpha-amylase-producing bacterial culture on the performance, nutrient use, and gut morphology of broiler chickens fed a corn-based diet. **Poultry Science**, Champaign, v.85, n.3, p.505-510, 2006.
- PONTOPPIDAN, K.; GLITSOE, V.; GUGENBUHL, P.; QUITANA A. PP; NUNES, C.S. et al. (2012). In vitro and in vivo degradation of myo-inositol hexakisphosphate by a phytase from *Citrobacter braaki*. **Archives of Animal Nutrition**. Issn 1745-039x.
- RANEY, T.; GEROSA, S.; Gerosa, K.; SKOET, J.; SKOET, H.; STEINFELD, A.; MCLEOD, C.; CLUFF, M. (2009). **The state of food and agriculture**, Livestock in Balance, FAO, 2009.
- RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H., RAVINDRAN, G.; MOREL, P.C.H.; KIES, A.K.; BRYDEN, W.L. (2001). Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. **Poultry Science**, 80, 338-344.
- RAVINDRAN, V.; MOREL, P.C.H.; PATRIDGE, G.G.; HRUBY, M.; SANDS, J.S. (2006). Influence of an *E. coli* derived phytase on nutrient utilization in broiler starter fed diets containing varying concentrations of phytic acid. **Poultry Science**, 85: 82–89.
- RIBEIRO, T.; LORDELO, M.M.; PONTE, P.I.; MAÇÃS, B.; PRATES, J.A.; AGUIAR FONTES, M.; FALCÃO, L.; FREIRE, J.P.; FERREIRA, L.M.; FONTES, C.M. (2011). Levels of endogenous  $\beta$ -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to supplement barley-based diets poultry. **Poultry Science**, Jun;90(6):1245-56.
- ROMERO, J. S.; SANDS, S. E.; INDRAKUMAR, P. W.; PLMSTEAD, S.; RAVINDRAN, V. (2014). Contribution of protein, starch, and fat to the apparent ileal digestible energy of corn- and wheat-based broiler diets in response to exogenous xylanase and amylase without or with protease. **Poultry Science**, 93 (10): 2501-2513.
- ROSA, A.P.; UTTPATEL, R. Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. (2007). IN: VIII Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 2007, Chapecó. In: **Anais...**Chapecó, p.102-115, 2007.

- ROSEN, G. D. (2002). Exogenous enzymes as pro-nutrients in broiler diets. Pages 89-104 in **Recent advances in animal nutrition**. P. C. Garnsworthy and J. Wiseman (Ed.). Nottingham University Press, Nottingham
- RUIZ, U.S.; THOMAZ, M.C.; HANNAS, M.I.; FRAGA, A.L.; WATANABE, P.H.; SILVA, S.Z. (2008). Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 458-468.
- RUTHERFURD, S. M.; CHUNG, T. K.; MOUGHAN, P. J. (2013). Effect of a commercial enzyme preparation on apparent metabolisable energy, the true ileal amino acid digestibility and endogenous ileal lysine losses in broiler chickens'. **Poultry Science**. 86, 665-672.
- SANTOS, F.R.; HRUBY, M.; PIERSON, E.E.M.; REMUS, J.C.; SAKOMURA, N.K. (2008). Effect of phytase supplementation in diets on nutrient digestibility and performance in broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, v.17, p.191-201.
- SAVILLE, B.A.; HUANG, C; YACYSHYN, V; DESBARATS, A. (2006). Properties and performance of glucoamylase for fuel ethanol production. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 129, n.132, p. 180-194.
- SCHEIDELER, S. E.; BECK, M. M.; ABUDABOS, A.; WYATT, C. L. Multiple-enzyme (Avizyme) supplementation of corn-soy based layer diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 1, p. 77-86.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. (2012). Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, n.1-2, p.1-41.
- SHEPPY, C. (2001). The current feed enzymes market and likely trends. In: **Enzymes in farm animal nutrition**. Eds. Bedford M.R. & G.G. Partridge. CAB inter. pp. 1-10, 2001.
- SOUZA, H. Q.; OLIVEIRA, L. A.; ANDRADE, J. S. (2008). Seleção de Basidiomycetes da Amazônia para produção de enzimas de interesse biotecnológico. **Ciência Tecnológica Alimal**, 28: 116-124.
- STRYER, L.; BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L. (2008). **Bioquímica**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2008.
- SVIHUS, B.; UHLEN, A. K.; HARSTAD, O. M. (2004). Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: **A review**. **Animal Feed Science Technologic**, 122:303-320.
- TAHIR, M.N.; ADNAN, A.; MISCHNICK. P. (2009) Mischnick Lipase immobilization on O-propargyl and O-pentynyl dextrans and its application for the synthesis of click beetle pheromones. **Process Biochemistry is an application-orientated research journal**, 44, pp. 1276–1283, 2009.
- TAVERNARI, F.C.; ALBINO, L.F.T.; MORATA, R.L. et al. (2008). Inclusion of sunflower meal, with or without enzyme supplementation, in broiler diets. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.10, n.4, p.233-238, 2008.

- TAVERNARI, F.C.; MENDES, A.M.P. (2009). Desenvolvimento, crescimento e características do sistema digestório de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n.6, p.1103-1115, 2009.
- VAHJEN, W.; BUSCH, T.; SIMON, O. Study on the use of soya bean polysaccharide degrading enzymes in broiler nutrition. (2005). **Animal Feed Science and Technology**, Davis, v. 120, n. 3-4, p. 259–276.
- VIEIRA, S. L. Carboidratos: digestão e absorção. (2002). In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2002.
- ZOU, X.T.; QIAO, X.J.; XU, R. (2006). Effect of  $\beta$ -Mannanase (Hemicell) on Growth Performance and Immunity of Broilers. **Poultry Science**, 85 (12): 2176-2179.
- WANG, X.B.; CAI, D.X.; HOOGMOED, W.B.; et al. (2006). Potential Effect of Conservation Tillage on Sustainable Land Use: A Review of Global Long-Term Studies. *Pedosphere* 16(5), 587-595.
- WANG, J.J.; GATLICH, J.D.; SHIH, J.C.H. (2006). Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broiler chickens. **Journal Applied Poultry Research**, local Savoy, v. 15. P. 544-500, 2006.
- WISEMAN, J. (2006). Variations in starch digestibility in non-ruminants. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 130, p. 66-77, 2006.
- WU, Y.B.; RAVINDRAN, V. (2004). Influence of whole-wheat inclusion and xylanase supplementation on the performance, digestive tract measurements and carcass characteristics of broiler chickens. *An. Feed Science Technologic*, 116:129-139. 2004.
- WU, G.; BRYANT, M.M.; VOITLE, R.A.; ROLAND, D.A., Sr. (2005). Effect of  $\beta$ -mannanase in corn-soy diets on commercial leghorns in second-cycle hens. **Poultry Science**. 84: 894-897.
- XIAO, Z.; STORMS, R.; TSANG, A. A. (2006). Quantitative starch–iodine method for measuring alphaamylase and glucoamylase activities. **Analytical Biochemistry**, v.351, p. 146-148.
- YEGANI, M.; KORVE, D.R. (2013). Effects of corn source and exogenous enzymes on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. **Poultry Science**, 92 (5): 1208-1220.
- YIN, Y.L.; MCEVOY, J.D.G.; SCHULZE, H. et al. (2000). Apparent digestibility (ileal and overall) of nutrients and endogenous nitrogen losses in growing pigs fed wheat (var. Soissons) or its by-products without or with xylanase supplementation. **Livestock Science**, v.62, p.119-132.

- YU, B.; CHUNG, T.K. (2004). Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, 13:178-182.
- ZHOU, Y.; JIANG, Z.; LB, D.; WANG, T. (2009). Improved energy utilizing efficiency by enzyme preparation supplement in broiler diets with diferente metabolizable energy levels. **Poultry Science**, Champang, v. 88, p.316-322, 2009.
- ZOU, J.; ZHENG, P.; ZHANG, K. DING, X.; BAI, S. (2013). Effects of exogenous enzymes and dietary energy on performance and digestive physiology of broilers. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, 2013, 4:14.

## **CAPÍTULO II**

## **Uso de enzimas de energia em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade**

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, rendimento de carcaça e digestibilidade ileal em frangos de corte alimentados com enzimas de 21 a 42 dias de idade. Foram utilizados 1008 frangos de corte, Cobb-500, machos, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado envolvendo 6 tratamentos e oito repetições definidos assim: 1) ração controle positivo (CP) a base de milho e farelo de soja; 2) ração controle negativo (CN) a base de milho e farelo de soja com redução de 120 kcal/kg de energia metabolizável (EM); 3) CE1 (CN + adição de 100 ppm de Econase); 4) CE2 (CN + adição de 200 ppm de Avizyme); 5) BE1 (CN + adição de 100 ppm de xilanase e 200 ppm de Amilase); 6) BE2 (CN + com adição de 100 ppm de xilanase e 300 ppm de amilase). Os dados obtidos no desempenho, rendimento, cortes, coeficiente e digestibilidade de nutrientes foram analisados através do teste de boxplot (SAS, 2002) e, após a retirada dos outliers, foi realizada análise de variância e posterior teste de média (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade. Como resultado, não foi observado efeito significativo no consumo de ração. As enzimas CE3 e BE2 nas variáveis de ganho de peso, peso final, conversão alimentar, coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, energia bruta e da digestibilidade de nutrientes da matéria seca, proteína bruta e energia bruta obtiveram resultado semelhante ao CP. Concluindo-se que os coeficientes de digestibilidade da MS, PB e ED, digestibilidade dos nutrientes da MS, PB, EB, os dados de GP, PF, CA e ao rendimento de carcaça, o complexo enzimático 2 (CE2) e blend enzimático 2 (BE2), quando adicionados à dieta com redução energética proporcionaram resultado semelhante ao controle positivo.

**Palavras-chave:** aves, farelo de soja, milho, redução de energia.

## **Use of enzymes of energy in broilers (Cobb 500) 21-42 days old**

**Abstract:** The goal of this study was to evaluate the performance, carcass yield and ileal digestibility in broilers fed enzymes 21-42 days old. 1008 broilers were used, Cobb-500, males, distributed in a completely randomized design involving six treatments and eight repetitions defined as follows: 1) Food positive control (CP) based on corn and soybean meal; 2) negative control diet (CN) based on corn and soybean meal with a reduction of 120 kcal / kg metabolizable energy (ME); 3) EC1 (CN + adding 100 ppm of Econase); 4) CE2 (CN + addition of 200 ppm of Avizyme); 5) BE1 (CN + addition of 100 ppm and 200 ppm xylanase Amylase); 6) BE2 (CN + with addition of 100 ppm 300 ppm xylanase and amylase). The data on performance, income cuts, coefficient and nutrient digestibility were analyzed using the boxplot test (SAS, 2002), and after the removal of outliers was performed ANOVA and subsequent average test (Tukey) to the level of 5% probability. As a result, there was no significant effect on feed intake. The CE3 and BE2 enzymes in weight gain variables, final weight, feed conversion, digestibility of dry matter, crude protein, crude energy and nutrient digestibility of dry matter, crude protein and gross energy obtained results similar to CP. Concluding that the DM digestibility coefficients, PB and ED, digestibility of DM, CP, EB, GP data, PF, CA and carcass yield, the enzyme complex 2 (CE2) and blend enzyme 2 (BE2 ), when added to the diet energy reduction provided similar results to the positive control.

**Keywords:** broiler, soybean meal, corn, energy reduction.

## 1. Introdução

A redução no custo dos ingredientes é uma preocupação constante dentro das indústrias de aves e tem, no uso das enzimas exógenas nas dietas de frangos de corte, uma ferramenta importante para tal (CARVALHO et al., 2009; FRANCESCH & GERAERT, 2009; SLOMINSKI, 2011). Mesmo em dietas altamente digeríveis, como no caso de dietas à base de milho e farelo de soja, as enzimas exógenas melhoram a energia da dieta e reduzem a viscosidade intestinal (COWIESON, 2010; CARDOSO et al., 2011; ROSTAGNO et al., 2011).

Neste contexto, as enzimas exógenas podem ser misturadas (complexos enzimáticos) com demais enzimas para utilização na alimentação de aves (YANG et al., 2010; SATERI et al., 2014). De acordo com Choct (2006) e Sittiya et al. (2014), os benefícios proporcionados com a inclusão de complexos enzimáticos na alimentação de frangos de corte incluem não apenas a melhora do desempenho, mas também a redução de problemas ambientais.

Destarte, esforços para melhorar o valor nutritivo na dieta de aves com a suplementação enzimática vêm sendo contínuos na indústria avícola, ocasionando em propostas de inclusão de enzimas xilanases, glucanases, amilases, protease e demais enzimas (JIANG et al., 2008; ANGEL et al., 2011; KALMENDAL & TAUSON, 2012; YEGANI & KORBER, 2013).

Embora grande parte das informações científicas disponíveis sobre as aplicações de enzimas exógenas em dietas avícolas seja relacionada a grãos de alta viscosidade, incluindo o trigo e a cevada, que geralmente contêm altos níveis de polissacarídeos não amiláceos (FERNANDES et al., 2010; CARDOSO et al., 2011), há vários estudos indicando melhora no ganho de peso e na conversão alimentar com dietas a base de milho e farelo de soja (COWIESON, 2005; CHOCT, 2006; KIARIE et al., 2014),

Meng & Slominski (2005) relataram o conteúdo de polissacarídeos não amiláceos encontrados no milho e no farelo de soja e indicaram que a viscosidade intestinal não é um problema, e, sim, o seus componentes que impedem o acesso a nutrientes, encapsulando-os (COWIESON, 2005; CHOCT, 2006; SLOMINSKI, 2011).

Neste sentido, a utilização de complexos enzimáticos na decomposição de polissacarídeos não amiláceos pode melhorar o acesso de enzimas endógenas aos nutrientes (por exemplo, grânulos de amido), liberando as moléculas de nutrientes (YU & CHUNG, 2004; LESLIE et al., 2007). Além disso, demais estudos indicam que a utilização das enzimas

em dietas de milho e farelo de soja pode aumentar a digestibilidade da proteína bruta (D'ALFONSO, 2005; COWIESON & RAVINDRAN, 2008) e aminoácidos (RUTHERFURD et al., 2007; COWIESON & RAVINDRAN, 2008b).

Sendo assim, o conhecimento existente sobre os papéis que os complexos enzimáticos podem desempenhar no reforço do valor alimentar de dietas a base de milho e farelo de soja em aves não só é limitado, mas também inconsistente e, como resultado, mais informação ainda é necessária nesta área de investigação (GRACIA et al., 2009; MASEY et al., 2012. PRAES et al. 2013).

Portanto, o objetivo deste trabalho, foi avaliar a utilização de enzimas exógenas no desempenho, digestibilidade e rendimento de carcaça de frangos de corte.

## **2. Material e Métodos**

O experimento foi realizado no setor de Avicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* de Marechal Candido Rondon – PR, sendo aprovado pelo Comitê de Ética na Experimentação Animal e Aulas Práticas da mesma instituição sob o protocolo nº 33/13.

Foram utilizados 1008 frangos de corte, machos da linhagem Cobb-500, com 21 dias de idade distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, oito repetições de 21 aves por unidade experimental.

Para a formação das UE, as aves foram criadas de 1 a 21 dias de idade recebendo ração inicial e água a vontade. Aos 21 dias de idade, todas as aves foram pesadas individualmente e distribuídas de forma homogênea nas unidades experimentais (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

As dietas experimentais de 21 a 42 dias de idade, (Tabela 1) foram processadas na forma farelada e formuladas a base de milho e farelo de soja, com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2011). Foram formuladas duas dietas experimentais, uma dieta controle positivo (CP) com 3.150 kcal kg<sup>-1</sup> de energia metabolizável e outra dieta controle negativo (CN) com redução de 120 kcal kg<sup>-1</sup> de energia metabolizável, sendo estas os tratamentos 1 e 2, respectivamente.

Os demais tratamentos (3, 4, 5 e 6) foram compostos pela suplementação da dieta controle negativo com as respectivas enzimas: complexo enzimático 1 (CE1, com adição de 100 ppm de complexo enzimático formado por endo-1,4-beta-xilanase; complexo enzimático

2 (CE2, com adição de 200 ppm de complexo enzimático formado por xilanase, amilase e protease); blend enzimático 1 (BE1, acrescentando 100 ppm de xilanase e 200 ppm de amilase) e blend enzimático 2 (BE2, com adição de 100 ppm de xilanase e 300 ppm de amilase).

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das rações experimentais utilizados na fase de 21 a 42 dias de idade

Ingredientes (%)	Controle Positivo (CP)	Controle Negativo (CN)
Milho grão	62,436	64,883
Farelo de soja 45%	29,812	29,686
Óleo de soja degomado	4,192	1,864
Fosfato bicálcico	1,293	1,291
Calcário calcítico	0,862	0,865
Sal comum	0,458	0,456
DL – Metionina 99%	0,273	0,270
L-Lisina.HCL 78%	0,230	0,240
L – Treonina 98%	0,069	0,070
Cloreto de colina 60%	0,060	0,060
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100
Premix mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050
Surmax 200	0,005	0,005
Coxistac 12	0,050	0,050
Antioxidante	0,010	0,010
Inerte	0,050	0,050
Oxido de cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,050	0,050
TOTAL	100	100
<b>Nutrientes</b>		
EM (kcal kg <sup>-1</sup> )	3.150	3.030
Proteína bruta (g kg <sup>-1</sup> )	193,0	193,0
Lisina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	10,70	10,70
Arginina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	11,37	11,31
Treonina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	6,70	6,70
Triptofano digestível (g kg <sup>-1</sup> )	1,91	1,89
Valina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	7,57	7,57
Isoleucina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	6,87	6,84
Met+Cys digestível (g kg <sup>-1</sup> )	7,81	7,81
Metionina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	5,29	5,27
Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )	7,32	7,30
Potássio (g kg <sup>-1</sup> )	7,25	7,25
Sódio (g kg <sup>-1</sup> )	2,00	2,00
Fósforo disponível (g kg <sup>-1</sup> )	3,42	3,42

<sup>1</sup> Premix Vitamínico para aves (Lote BR0119Y025), Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A (min) 9000000,00 UI, Vit. D3 (min) 2500000,00 UI, Vit. E (min) 20000,00 UI, Vit. K3 (min) 2500,00 mg, Vit. B1 (min) 1500,00 mg, Vit. B2(min) 6000,00 mg, Vit. B6(min) 3000,00 mg, Vit. 12000,000 mg. Ácido Pantotênico (min) 12 g Niacina (min) 25g. Ácido Fólico(min) 800,00 mg, Selênio(min) 250,0 mg.

<sup>2</sup> Premix Mineral para aves (Lote BR0112B375), Níveis de Garantia por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g, Ferro (min) 100g, Manganês (min) 2000,00 m, Zinco (min) 100g.

A decisão pela maior redução de energia metabolizável na fase experimental se deve ao fato de as enzimas promoverem maior incremento de energia metabolizável aparente na fase final de criação (CARVALHO et al., 2009).

Os valores de energia metabolizável do milho e do farelo de soja foram determinados utilizando-se o valor de energia bruta, determinado em bomba calorimétrica e aplicando-se o coeficiente de metabolizabilidade para estes alimentos, conforme descrito por Rostagno et al. (2011).

Para os valores de aminoácidos digestíveis do milho e do farelo de soja, foram realizados aminogramas, utilizando espectrofotometria de refletância no Infravermelho Proximal (NIRS).

Aos 42 dias de idade, no final do período experimental, todas as UE foram pesadas, bem como o consumo de ração quantificado para avaliação do ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade. A mortalidade e a ração foram pesadas e registradas para posterior correção do consumo de ração e da conversão alimentar, conforme proposto por Sakomura & Rostagno (2007).

Ao final do período experimental, duas aves por unidade experimental dentro do peso médio variando em 5% foram selecionadas para determinação do rendimento de carcaça. As aves foram sacrificadas por deslocamento cervical e posterior sangria. Após a depena manual, as carcaças foram evisceradas, lavadas, gotejadas, pesadas e espostejadas. Posteriormente, foram pesadas a carcaça, os cortes, as vísceras e a gordura abdominal.

O rendimento de carcaça foi calculado considerando o peso da carcaça limpa em relação ao peso vivo da ave, enquanto que o rendimento de coxa, sobrecoxa, peito e asa foram considerados em relação ao peso da carcaça eviscerada e as vísceras e a gordura abdominal em relação ao peso vivo da ave. A gordura abdominal foi constituída pelo tecido adiposo presente ao redor da cloaca, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes.

Para realização da digestibilidade dos nutrientes, foi realizada coleta da digesta ileal, que foi utilizado como indicador de indigestibilidade o óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), adicionado nas rações de 36 a 42 dias de idade, na proporção de 0,5% como indicador indigestível.

Para coleta ileal, aos 42 dias de idade, as aves foram estimuladas a consumir ração por duas horas, antes do abate, para evitar que o segmento do íleo coletado apresentasse pouco conteúdo intestinal, no qual o íleo foi exposto por incisão abdominal com segmento de 30 cm que terminava a quatro cm da junção ileocecal, sendo seu conteúdo recolhido em recipiente plástico e posteriormente identificado por unidade experimental.

Um pool de quatro amostras por unidade experimental foi realizado que, após a colheita e quantificação, foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal para realização das análises da matéria seca, cromo (digestão nitroperclorica), proteína bruta (KJELDHAL) e energia bruta (bomba IKA 2000), segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2005).

Para determinação dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, energia bruta e proteína bruta e determinação da matéria seca digestível, proteína bruta digestível e energia digestível, foram utilizadas as formulas descritas por Sakomura & Rostagno (2007).

Utilizando o sistema de análise estatístico SAS (2002), os dados foram submetidos a análise exploratória de BOXPLOT (SAS, 2002) para retirada dos outliers quando necessário e, posteriormente, foi realizada análise de variância e teste de média (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade.

### **3. Resultados e Discussão**

As temperaturas foram registradas diariamente utilizando termohigrômetro digital, não havendo anormalidade climática que pudesse prejudicar o desempenho das aves. Sendo observada temperatura mínima de 18,3°C, máxima de 33°C e umidade mínima relativa do ar de 26,93% e máxima de 83,5%.

O consumo de ração não diferiu significativamente entre os tratamentos avaliados ( $P>0,05$ ), (Tabela 2). A ausência na diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre as aves que receberam a dieta CP com as que receberam dieta CN sem e com suplementação enzimática indica que a utilização das enzimas não foi capaz de influenciar no consumo de ração. Possivelmente, não houve alteração na resposta do hipotálamo, tanto as aves alimentadas com CP, CN e as enzimas, tiveram as mesmas informações (sinais) oriundas no meio interno (fatores intrínsecos), proporcionando consumo de ração de longo tempo, e em curto tempo (fatores extrínsecos) semelhante.

Resultados semelhantes foram observados por Carvalho et al. (2009), Shaw et al. (2010) e Aureli et al. (2012), os quais, trabalhando com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos, não observaram diferenças no consumo de ração. Da mesma forma, outros trabalhos com frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja com redução da energia metabolizável contendo enzimas obtiveram CR semelhante ao controle positivo (CARVALHO et al., 2009; FERNANDES et al., 2010; CARDOSO et al., 2011).

As aves que receberam a dieta controle positivo apresentaram maior ganho de peso quando comparada com os frangos alimentados com CN, CE1 e BE1 ( $P < 0,05$ ). No entanto, o CP não diferiu de CE2 e BE2, demonstrando que CE2 e BE2 utilizadas neste trabalho conseguiram exercer os seus efeitos durante o curto espaço de tempo em que o alimento foi digerido no trato digestório e comprovando que a redução na energia metabolizável praticada foi recuperada.

Tabela 2. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, de 21 a 42 dias de idade, alimentados com rações contendo ou não enzimas<sup>(1)</sup>

Tratamentos	CR <sup>n.s</sup> (2)	GP	CA
Controle positivo	3193,11	1805,77 <sup>a</sup>	1,768 <sup>b</sup>
Controle negativo	3138,45	1697,45 <sup>b</sup>	1,849 <sup>a</sup>
Complexo enzimático 1	3151,10	1720,90 <sup>b</sup>	1,831 <sup>a</sup>
Complexo enzimático 2	3186,63	1743,05 <sup>ab</sup>	1,801 <sup>ab</sup>
Blend enzimático 1	3144,63	1720,87 <sup>b</sup>	1,827 <sup>a</sup>
Blend enzimático 2	3144,42	1745,11 <sup>ab</sup>	1,802 <sup>ab</sup>
EPM <sup>(3)</sup>	10,517	8,304	0,006
CV <sup>(4)</sup>	2,326	2,812	1,758

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

<sup>(2)</sup> n.s: não significativo.

<sup>(3)</sup> Erro padrão médio.

<sup>(4)</sup> CV: Coeficiente de variação.

. Resultados similares foram observados por Cowieson & Adeola (2005) que, ao utilizarem dietas com redução de 115 kcal kg<sup>-1</sup> e suplementação de amilase, protease e xilanase, verificaram melhora no ganho de peso em aves na fase de crescimento. Ávila et al. (2012), utilizando dietas à base de sorgo e farelo de soja, com redução de 120 kcal kg<sup>-1</sup> e suplementadas com beta-glucanase, protease, mananase, pectinase e xilanase, observaram melhora no ganho de peso.

O ganho de peso observado no presente trabalho e por Cowieson & Adeola (2005) e Ávila et al. (2012), confirma que as enzimas podem proporcionar benefícios no desempenho das aves, por hidrolisar os polissacarídeos e liberar maior quantidade de nutrientes, que, potencialmente, melhora a utilização de milho da dieta resultando no melhor ganho de peso.

Neste contexto, o ganho de peso proporcionado pelos CE2 e BE2 neste trabalho, demonstrou que as enzimas conseguiram aumentar a degradação de proteínas, a quebra das paredes celulares e dos fatores antinutricionais, proporcionando o melhor ganho de peso. Contudo, a maior razão para a melhor resposta de CE2 e BE2 se deve ao melhor aproveitamento do amido, com a hidrolização de polissacarídeos envolvidos no

encapsulamento do amido permitiu que fossem digeridos pelas enzimas de forma que antes se encontravam inacessíveis.

As aves que receberam dieta CP proporcionaram resultado de conversão alimentar superior ao CN, CE1 e BE1 e semelhante a CE2 e BE2, concordando com os resultados encontrados por Aureli et al. (2012), Masey et al. (2012), Praes et al. (2013), Kiarie et al. (2014), que corrobora com a possibilidade de obter melhor conversão alimentar com a utilização de enzimas exógenas nas rações de aves.

Do mesmo modo, Café et al. (2003), utilizando dieta nutritivamente adequada com grão de baixa viscosidade como milho e níveis significativos de farelo de soja contendo ou não a adição de xilanase, protease e amilase, verificaram que a adição de xilanase pode melhorar a conversão alimentar de frango de corte no período de 21 a 42 dias de idade.

Em consonância, Barbosa et al. (2008), trabalhando com combinações enzimáticas envolvendo controle positivo e negativo também observaram resultados significativos ( $P < 0,05$ ) para a conversão alimentar. Yu & Chung (2004) verificaram maior ganho de peso e conversão alimentar nas aves que receberam enzimas amilase e xilanase. Estes resultados podem estar relacionados à ação de diversas enzimas sobre os substratos nos ingredientes das rações, como o milho e farelo de soja.

No entanto, Fischer et al. (2002) e Midau et al. (2011) observaram que as aves alimentadas com a ração contendo enzima desde o primeiro dia de vida podem apresentar pior conversão alimentar na última semana antes do abate quando utilizada de forma errada. Estes resultados contrários ao presente trabalho podem estar relacionados ao uso inadequado das enzimas, que acabam não propiciando incremento energético e proteico como se esperava, fazendo com que as aves consumam mais ração para satisfazer suas necessidades nutricionais

As aves que receberam a dieta com BE2 apresentaram os maiores valores no CDMS quando comparados com frangos alimentados com CN e BE1 ( $P < 0,05$ ). No entanto, BE2 não diferiu de CP, CE1 e CE2, ficando evidente que CE2 e BE2 melhoraram a digestibilidade e aumentaram a absorção dos nutrientes, apontando para o aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar (Tabela 2).

Os resultados de CDMS do presente trabalho corroboram com o trabalho de Marron et al. (2001), que encontraram melhora na digestibilidade ileal da matéria seca e na conversão alimentar das aves com a suplementação de xilanase e de Gracia et al. (2003) e Cowieson & Adeola (2005) na melhora do coeficiente de digestibilidade da matéria seca com a suplementação de complexos enzimáticos em dietas para aves.

Neste mesmo contexto, Santos et al. (2008), utilizando dieta a base de sorgo e soja, suplementadas ou não com complexo multienzimático (xilanase, amilase, protease), nas fases inicial (experimento I) e final (experimento II) de crescimento, constataram aumento no CDMS e melhora no ganho de peso com a suplementação de enzimas em frangos de corte em crescimento.

Sendo assim, os tratamentos enzimáticos (BE2 e CE2) promoveram melhora no aproveitamento da matéria seca, resultando no incremento na digestibilidade dos nutrientes e, por conseguinte, no teor energético dos alimentos. Segundo Barbosa et al. (2008), o CDMS reflete na digestibilidade dos nutrientes, ou seja, um aumento indica maior absorção dos nutrientes da dieta.

A redução na energia foi realizada com sucesso e as aves foram capazes de absorver mais, para compensar essa redução que, todavia, não foi suficiente para aumentar o ganho de peso semelhante à dieta CP. Da mesma maneira, Santos et al. (2008) relataram que o aumento na digestibilidade da matéria seca proporcionada pela suplementação de fitase foi justificado pela melhora na digestibilidade de nutrientes, o que conduziu a uma melhora no aproveitamento da energia da dieta.

Em diversos estudos vêm sendo observados os efeitos benéficos da adição de enzimas exógenas em dietas de frangos de corte em relação ao aproveitamento dos nutrientes. No trabalho de Rodrigues et al. (2003) verificou-se melhora no CDMS com a inclusão de complexo enzimático constituído por amilase, protease e xilanase. Também, Marron et al. (2001) encontraram melhora na digestibilidade ileal da matéria seca das aves com a suplementação de xilanase, e melhora do CDMS com uso de  $\alpha$ -amilase (GARCIA et al., 2008).

O (CDPB) demonstrou que as aves que receberam CN, CE1, CE2 e BE2 apresentaram os maiores valores ( $P < 0,05$ ) quando comparadas aos frangos alimentados com BE1 (Tabela 3). Contudo, não diferiram de CP, confirmando a possibilidade das enzimas em quebrar a parede celular dos ingredientes, diminuindo a sua integridade e, por fim, seus conteúdos nutricionais. Resultados similares foram observados por Liu et al. (2013): com a utilização das enzimas amilase e xilanase em dietas base de milho com redução energética, os pesquisadores obtiveram resultado de digestibilidade da proteína similar à dieta controle positivo.

Já o resultado negativo de BE1 no CDPB pode estar associado à baixa degradação dos PNAs, fazendo com que BE1 não consiga evitar a redução no coeficiente de digestibilidade da

proteína bruta (YIN et al., 2000; BACH, 2001; WU & RAVINDRAN, 2005; WISEMAN, 2006; RUIZ et al., 2008).

O (CDEB) não diferiu significativamente entre os tratamentos avaliados ( $P>0,05$ ) (Tabela 3). No entanto, pode-se observar que existe melhoria no aproveitamento da EB quando aplicadas enzimas em dieta com redução de energia metabolizável (EM).

De modo geral, os dados observados nos coeficientes de digestibilidade da MS, PB e EB deste estudo confirmam a ação das enzimas de melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelas aves. Melhores resultados com a suplementação de enzimas sobre a digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta também foram verificados em frangos de corte alimentados com dieta à base de milho, de sorgo e de trigo (RODRIGUES et al., 2003; MENG et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2007).

Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade (%) da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB) energia bruta (CDEB) e digestibilidade de nutrientes (%) da matéria seca (MSDIG), proteína bruta (PDGID) e energia digestíveis (ED) ( $\text{kcal.kg}^{-1}$ )<sup>(1)</sup>

Tratamentos	CDMS	CDPB	CDEB <sup>n.s(2)</sup>	MSDIG	PBDIG	ED
Controle positivo	69,87 <sup>ab</sup>	76,73 <sup>ab</sup>	71,99	62,97 <sup>ab</sup>	18,38 <sup>ab</sup>	3249 <sup>a</sup>
Controle negativo	69,12 <sup>bc</sup>	77,65 <sup>a</sup>	69,99	62,10 <sup>bc</sup>	18,01 <sup>bc</sup>	2902 <sup>bc</sup>
Complexo enzimático 1	70,22 <sup>ab</sup>	78,89 <sup>a</sup>	69,53	63,21 <sup>ab</sup>	18,90 <sup>a</sup>	2878 <sup>c</sup>
Complexo enzimático 2	70,70 <sup>ab</sup>	78,85 <sup>a</sup>	71,44	63,87 <sup>a</sup>	18,63 <sup>ab</sup>	2967 <sup>bc</sup>
Blend enzimático 1	67,90 <sup>c</sup>	74,83 <sup>b</sup>	71,51	61,06 <sup>c</sup>	17,58 <sup>c</sup>	2960 <sup>bc</sup>
Blend enzimático 2	70,98 <sup>a</sup>	77,85 <sup>a</sup>	72,65	63,72 <sup>ab</sup>	18,55 <sup>ab</sup>	3051 <sup>b</sup>
EPM <sup>(3)</sup>	0,178	0,293	0,356	0,160	0,010	14,997
CV <sup>(4)</sup>	1,765	2,622	3,469	1,766	2,618	3,462

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

<sup>(2)</sup> n.s: não significativo.

<sup>(3)</sup> Erro padrão médio.

<sup>(4)</sup> CV: Coeficiente de variação.

O resultado de (MSDIG) demonstrou que as aves alimentadas com CE2 apresentaram valores superiores ao CN e ao BE1 ( $P<0,05$ ) (Tabela 3), não diferindo do CP, CE1 e do CE2. Tejedor et al. (2001) e Oliveira et al. (2007), ao trabalharem com enzimas em frangos de corte, também observaram melhor aproveitamento da matéria seca.

As aves que receberam CE1 apresentaram o maior valor de CDPB ( $p<0,05$ ) quando comparadas aos frangos alimentados com CN e BE1 (Tabela 3). Contudo, não diferiram da dieta de CP e das enzimas CE2 e BE2. Do mesmo modo, Bedford & Schultz (1998), observaram em dietas de frango de corte que a utilização de enzimas melhora a digestibilidade da MS e da PB.

Neste contexto, os resultados de MS e PB digestível corrobora com o relatado por Gracia et al. (2003), Midau et al. (2011), Rahman et al., (2014), Kiaie et al. (2014) e Zhu et al.

(2014), os quais concluíram que o uso de enzimas amilases e xilanases melhoram a digestibilidade dos nutrientes e conseqüentemente a quantidade da matéria seca e proteína bruta digestível. Validando os resultados do presente estudo, que comprovaram a eficácia das enzimas CE2 e BE2 em proporcionar aumento na digestibilidade de nutrientes e na quantidade da matéria seca e proteína bruta que, de certa forma, auxiliaram na melhora de desempenho das aves.

O resultado de energia digestível (ED) demonstrou que a dieta de CP apresentou o maior valor ( $P < 0,05$ ) e a enzima BE2 o maior aproveitamento quando comparada as demais enzimas (Tabela 03). Tais resultados corroboram com o trabalho de Zhou et al. (2009), que observaram melhoria de 3,55% na ED em frangos com 42 dias de idade. Do mesmo modo, Cowieson & Adeola (2005), Barbosa et al. (2008) e Santos et al. (2008) observaram melhora na disponibilidade de energia dos alimentos ou das dietas com a adição de enzimas (SELLE & RAVINDRAN, 2007).

O rendimento de carcaça das aves alimentadas com dieta CP apresentou resultado superior ao CN ( $P < 0,05$ ) e semelhante às enzimas CE1, CE2, BE1 e BE2 (Tabela 4). Tais resultados contradizem alguns resultados de pesquisas que não observaram diferenças nas características da carcaça em frangos alimentados com enzimas exógenas (PUCCI et al., 2010; CARDOSO et al., 2011).

Tabela 4. Rendimento de carcaça (RC), cortes nobres (RC), percentagem de gordura abdominal (RG) e peso relativo do fígado (RF) de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade alimentados com rações contendo diferentes enzimas<sup>(1)</sup>

Tratamentos	Carcaça	Peito <sup>n.s(2)</sup>	Asa <sup>n.s</sup>	Pernas <sup>n.s</sup>	Gord. Abd. <sup>n.s</sup>	Fígado
Controle positivo	73,63 <sup>a</sup>	37,27	10,41	27,65	2,08 <sup>a</sup>	2,74 <sup>ab</sup>
Controle negativo	71,31 <sup>b</sup>	37,32	10,37	26,76	1,75 <sup>a</sup>	2,61 <sup>ab</sup>
Complexo enzimático 1	74,01 <sup>a</sup>	35,90	10,55	27,43	2,20 <sup>a</sup>	2,94 <sup>a</sup>
Complexo enzimático 2	73,89 <sup>a</sup>	37,40	10,09	26,85	2,13 <sup>a</sup>	2,78 <sup>ab</sup>
Blend enzimático 1	72,46 <sup>ab</sup>	37,75	10,65	27,52	1,90 <sup>a</sup>	2,57 <sup>b</sup>
Blend enzimático 2	73,67 <sup>a</sup>	37,03	10,79	28,05	2,25 <sup>a</sup>	2,90 <sup>ab</sup>
EPM <sup>(3)</sup>	0,236	0,203	0,082	0,165	0,056	0,035
CV <sup>(4)</sup>	2,937	5,130	7,441	5,786	26,571	12,265

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

<sup>(2)</sup> n.s: não significativo.

<sup>(3)</sup> Erro padrão médio.

<sup>(4)</sup> CV: Coeficiente de variação.

Estes resultados obtidos norendimento de carcaça podem estar associados a uma maior liberação dos nutrientes da dieta, ocasionado pela eficácia utilização das enzimas, semelhante a Wang et al. (2005), Bharathidhasan et al. (2009) e Praes et al. (2013) que, ao utilizarem de

tratamentos enzimáticos com amilase e xilanase em frangos de corte, observaram efeito significativo no desempenho e no rendimento de carcaça.

Os resultados referentes à perna (coxa e sobrecoxa) peito e asa e percentagem da gordura abdominal não foram influenciados pela suplementação das enzimas exógenas nas rações ( $P > 0,05$ ) (Tabela 4). Tais resultados se assemelham aos obtidos por Youssef et al. (2011); Cardoso et al. (2011) e Fortes e Geraert et al. (2012) que também não observaram efeito das enzimas exógenas sobre os parâmetros avaliados

A enzima CE1 proporcionou aumento ( $P < 0,05$ ) no rendimento do fígado em relação ao BE1 (tabela 4). O aumento no rendimento do fígado pode estar relacionado à maior liberação de nutrientes na digestão, que ocasiona maior absorção, acarretando na ação do fígado em utilizar esses metabolitos, causando o aumento observado.

Resultado similar foi observado por Hajati et al. (2009) e Barros (2012) ao utilizarem de complexos enzimáticos como suplementação em dietas de frangos de corte, aos 42 dias de idade observaram aumento do peso relativo do fígado. Sakomura e Rostagno (2007), avaliando a atividade enzimática e a digestibilidade dos nutrientes, concluíram que aumento no crescimento alométrico do fígado coincide com o maior incremento na produção das enzimas digestivas.

No entanto, deve-se levar em consideração que aves alimentadas com redução no nível de energia podem proporcionar redução no peso do fígado (XAVIER et al., 2008; ZAGHARI et al., 2008). De acordo com estes autores, a presença de ácidos graxos em níveis elevados pode ter estimulado o aumento secretório de enzimas digestivas, promovido pela hipertrofia das células secretoras e, conseqüentemente, pode ter provocado o aumento de peso observado no fígado.

#### **4. Conclusão**

Considerando os coeficientes de digestibilidade da MS, PB e ED, digestibilidade dos nutrientes da MS, PB, EB, os dados de GP, PF, CA e ao rendimento de carcaça: o complexo enzimático 2 (CE2) contendo 200 ppm de complexo enzimático formado por xilanase, amilase e protease e blend enzimático 2 (BE2) contendo 100 ppm de xilanase e 300 ppm de amilase quando adicionados à dieta com baixa energia (3030 kcal.kg de EM) proporcionou resultado semelhante a dieta controle positivo (CP) com níveis de energia dentro do recomendado (3150 kcal.kg de EM) e são alternativas viáveis para redução do custo de ração.

## Referências bibliográficas

- ANGEL, C.R.W; SAYLOR, S.L.; VIEIRA, N.W. (2011). Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day-old broiler chickens. **Poultry Science**, 90:2281–2286.
- AVILA, E.; ARCE, J.; ARCE, C.; SOTO, F.; ROSA, M.; CECCANTINI, MCINTYRE, D.R. (2012). McIntyre Evaluation of an enzyme complex containing nonstarch polysaccharide enzymes and phytase on the performance of broilers fed a sorghum and soybean meal diet. **The Journal of Applied Poultry Research**, 21 (2): 279-286.
- AURELI, F.; UMAR, F.; BROZ, J. (2012). Effects de L'a Addition combinée d'une xylanase avec une amylase une protease sur les performances croissance du poulet de cahir nourri avec um aliment a valeur ennergetique et proteique reduite. **Avian research Days – Journees de la reachece avicole (jra) – 2012** in tours, France, 2012.
- BACH KNUDSE, K.E. (2001). The nutritional significance of “dietary fiber” analysis. **Animal Feed Science and Technology**, 90: 3-20.
- BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; DOURADO, L. R. B. (2008). Enzimas exógenas no desempenho e digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p.755-762.
- BARBOSA, N.A.A. (2012). Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural**, vol.42, n.8, pp. 1490-1502.
- BARROS, B. (2012). In Silico characterization and expression. (2012). Analysis of the multiene Family encoding the browman-BIrk protease inhibitor in soybean. **Molecular Biology Reports**, Dordrecht, v. 39, p. 327-334.
- BEDFORD, M.R. (1998). Mechanisms of action and potential nutritional benefits from feed enzymes. In: Feed enzymes – realizing their potential in corn and soya based Poultry diets, atlanta, GA. **Proceedings**, 1998.
- BERTECHINI, A. G.; CARVALHO, J. C. C., MESQUITA, F. R., CASTO, S. F., MENEGHETTI, C., SORBARA, J.O. B. (2009). Use of a protease to enhance the utilization of soybean meal amino acids by broilers. **Poultry Science**, 88 (Suppl. 1), 69.
- BHARATHIDHASAN, A.; CJANDRASEKARAN, D.; NATARAJAN, A.; EZHILVALAVAN, E. (2009). Effect of enzyme supplementation on carcass quality, intestinal viscosity and ileal digestibilities of broilers to nutrient reduced diet. Tamilnadu. **J. Veterinary & Animal Sciences**, 5 (6) 239-245.
- CAFÉ, M.B.; BORGES, C.A.; FRITTS, C.A.; WALDROUP, P.W. (2003). Avizyme improves performance of broilers fed corn-soybean meal-based diets. **Journal of Applied Poutry Research**, n.11, p.29-33.

- CARDOSO, D.M.; MACIEL, M.P.; PASSOS, D.P.; SILVA, F.V.; REIS, S.T.; AIURA, F.S. (2011). Efeito do uso de complexo enzimáticos em rações para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia versão impressa**, 60 (232): 1053-1064.
- CARVALHO, J. C. C.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J. (2009). Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.2, p.292-298.
- CHOCT, M. (2006). Enzymes for the feed industry: Past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.62, n.1, p.5-16.
- COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. (2005), Carbohydrases, protease, and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. **Poultry Science**, 84,1860-1867.
- COWIESON, A. J.; RAVINDRAN, V. (2008). Effect of exogenous enzymes in maize-based diets varying in nutrient density for young broilers: growth performance and digestibility of energy, minerals and amino acids. **British Poultry Science**, v.49, n.1, p.37-44.
- COWIESON, A. J. (2010). Strategic selection of exogenous enzymes for corn/soy-based poultry diets. **Jpn. Poultry Science**, 47:1–7.
- D'ALFONSO, T.H. (2005). Sources of variance of energy digestibility in corn-soy poultry diets and the effect on performance: Starch, protein, oil and fiber. **Krmiva**. 47:83–86.
- EYNG, C.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; POZZA, M. S. S.; NUNES. C. G. V.; NAVARINI, F. C.; SILVA, W. T. M.; APPELT, M. D. (2009). Composição química e valores energéticos de diferentes cultivares de milho para aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 1, p. 60-72.
- FERNANDES, J. I. M; OUTUTUMI, L. K; FERREIRA, P. W; MACORIM, F; TRIQUES, G. E. (2010). Efeito da adição de enzimas em dietas a base de milho e soja para frangos de corte. **Revista Arquivos de Ciências Veterinária e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 13, n. 1, p. 25-31.
- FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V. L. (2002). Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 31: 402-410.
- FRANCESCH, M.; GERAERT, P. A. Enzyme complex containing carbohydrases and phytase improve growth performance and bone mineralization of broilers fed reduced nutrient corn-soybean-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v.88, n.9, p.1915-1924.
- FORTES, M.; GERAERT, P.A. (2012). Enzyme complex containig carbohydrases and phytase improves rowth performance and boné mineralization of broilers fed reduced nutriente corn-soybean diets. **Poultry Science**, v. 88, p.1915-1924.

- GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F. et al. (2000). Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral entrosada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1414-1426.
- GRACIA, M.I.; ARANIBAR, M.J.; LAZARO, P. MENDEL, G.G. (2003). Alfa-amylase supplementation off broiler diets based on corn. **Poultry Science**, 82: 436-442.
- GRACIA, M.I.R.; LÁZARO, M.A.; LATORRE, P.; MENDEL, M.J.; ARANIBAR, E.; JMENEZ-MORENO, G.G.; (2009). Influence of enzyme supplementation of diets and cooking-flaking of maize on digestive traits and growth performance of broilers from 1 to 21 days of age. **Animal Feed Science Technologic**, 150:303–315.
- HAJATI, H.; REZAEI, M.; SAYYAHZADEH, H. (2009). Effects of enzyme supplementation on performance, carcass characteristics and some blood parameters of broilers fed on corn-soybean meal-wheat diets. int. **World's Poultry Science Journal**, 8 (12): 1199-1205.
- JIANG, Z.Y.; ZHOU, F.; LU, Z.; HAN, T.W. (2008). Effects of different levels of supplementary alpha-amylase on digestive enzyme activities and pancreatic amylase mRNA expression of young broilers. Asian-Australia's. **Journal Animal Science**, 21:97–102.
- KALMENDAL, R.; TAUSON, R. (2012). Effects of a xylanase and protease, individually or in combination, and an ionophore coccidiostat on performance, nutrient utilization, and intestinal morphology in broiler chickens fed a wheat-soybean meal-based diet. **Poultry Science**, 91 (6): 1387-1393.
- KIARIE, E.; ROMERO, L. F.; RAVINDRAN, V. (2014). Ravindran Growth performance, nutrient utilization, and digesta characteristics in broiler chickens fed corn or wheat diets without or with supplemental xylanase. **Poultry Science**, 93 (5): 1186-1196.
- LESLIE, M. A., E. T.; MORAN, JR.; BEDFORD, M.R. (2007). The effect of phytase and glucanase on the ileal digestible energy of corn and soybean meal fed to broilers. **Poultry Science**, 86:2350–2357.
- LIU, S.Y.; SELLE, P.H.; COURT, S.G.; COWIESON, A. J. (2013). Protease supplementation of sorghum-based broiler diets enhances amino acid digestibility coefficients in four small intestinal sites and accelerates their rates of digestion. **Animal Feed Science and Technology**, 183, 175-183.
- MASEY, O. H.V.; MATHIS, G.; LUMPKINS, B.S.; BEDFORD, M.R. (2012). The effect of reduced calorie diets, with and without fat, and the use of xylanase on performance characteristics of broilers between 0 and 42 days. **Poultry Science**, v. 91 (6), p. 1356-1360.
- MENG, X.; SLOMINSKI, B.A.; GUENTER, W. (2004). The effect of fat type, carbohydrase, and lipase addition on growth performance and nutrient utilization of young broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science** 2004, 83:1718–1727.

- MENG, Z.B.A.; SLOMINSKI, C.M.; NYACHOTI, L.D.; CAMPBELL, W.G. (2005). Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. **Poultry Science**, 84:37-47.
- MARRON, L.; BEDFORD, M.R.; McCracken, K.J. The effects of adding xylanase, vitamin C and copper sulphate to wheat-based diets on broiler performance. **British Poultry Science**, v.42, p.493- 500,
- MIDAU, A.; AUGUSTINE, C.; YAKUBU, B.; YAHAYA, S.M.; KIBON, A. (2011). Performance of broiler chicken fed enzyme supplemented cassava peel meal based diets. **International Journal of Agricultural Sustainability**, 3: 1-4.
- NANGSUAY A.; MEIJERHOF, R.; RUANGPANIT, Y.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. (2013). Energy utilization and heat production of embryos from eggs originating from young and old broiler breeder flocks. **Poultry Science**, Champaign, v. 92, p: 474-482.
- OLIVEIRA, M.C. de; CANCHERINI, L.C.; GRAVENA, R.A.; RIZZO, P.V.; MORAES, V.M. (2007). Utilização de nutrientes de dietas contendo mananoligossacarídeo e/ou complexo enzimático para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.825-831.
- PRAES, N, F. F. M.; SGAVIOLI, S.; BORES, L. L.; FERREIRA, L. M. S.; SOBARA, J. O. B.; JUNIOR, J. L. (2013). Effect of a combination of a probiotic strain and exogenous enzyme blend on broiler Carcass yields. **International Poultry Scientific Conference-Atlanta, USA**.
- PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T.; NASCIMENTO, G.A.J.; ALVARENGA, R.R. (2010). Efeito do processamento, suplementação enzimática e nível nutricional da ração para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. **Ciência Agrotecnológica**, v. 34, n. 6, p. 1557-1565.
- RAHMAN, A.; PASHA, T.N; YOUNUS, M. et al. (2014). Effect of Multi-Enzymes Supplementation on Growth Performance of Broiler. Pakistan. **Journal of Zoology**, vol. 46(2), pp. 417-422.
- RUTHERFURD, S.M.; CHUNG, T.K.; MOUGHAM, P.J. (2007). The effect of a commercial enzyme preparation on apparent metabolizable energy, the true ileal amino acid digestibility, and endogenous ileal lysine losses in broiler chickens. **Poultry Science**, 86:665-672
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. (2003). Desempenho de frangos de corte, digestibilidade dos nutrientes e valores de energia de dietas formuladas com diferentes milhos, suplementadas cm enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.171-182.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. (2011). Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: **Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3.ed. VIÇOSA: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.

- RUIZ, U.S.; THOMAZ, M.C.; HANNAS, M.I.; FRAGA, A.L.; WATANABE, P.H.; SILVA, S.Z. (2008). Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 458-468.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. (2007). **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Funep, Jaboticabal, 2007.
- SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; FUENTES, M.F.F. et al. (2008). Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.811-817;
- SATERI, S.; SEIDAVI, A.R.; BOUYEH, M. (2014). Effects of olive pulp and multi enzyme on thymus, liver, spleen and bursa of fabricius of broiler chickens. *International Journal of Biosciences* 5(5), 66-71.
- SELLE, P.H.; COWIESON, A. J.; COWIESON, N. P.; RAVINDRAN, V. (2012). Protein-phytate interactions in pig and poultry nutrition: **Journal of Zoology**. 25, 1-17.
- SHAW, A.; BLAKE, J.; GORDON, R. (2010). Evaluation of commercial phytase enzymes on performance and tibia-breaking strength of male broiler chicks. **The Journal of Animal and Feed Sciences**, 19: 415-421.
- SILVA, D.J. e QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed.. Viçosa: UFV, 2005. 235 p.
- SITTIYA, J.; YAMAUCHI, K.; TAKATA, K. (2014). Effects of whole-grain paddy rice replacement with or without enzyme addition on broiler performance and intestinal morphology. **British Poultry Science**, 55(5), 619-627.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. (2002). User's guide. Version 8.0. Cary: SAS Institute, 2002.
- TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ideal de nutrientes. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.30, p.809-816.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. (2000). **SAEG Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas: manual do usuário**. Versão 8.0. Viçosa, 2000. 142 p.
- XAVIER, S.A.G.; STRINGHINI, J.H.; BRITO, A.B. et al. (2008). Níveis de energia metabolizável em rações iniciais para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.109-115, 2008.
- WANG, Z.R.; OIAO, S. Y.; LU, W. O.; LI, D. F. (2005). Effects of enzyme supplementation on performance nutrient digestibility gastrointestinal morphology and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science**, 84: 875-881.
- WISEMAN, J. (2006). Variations in starch digestibility in non-ruminants. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.130, p. 66-77.

- WU, G.; BRYANT, M.M.; VOITLE, R.A.; ROLAND, D.A., Sr. (2005). Effect of  $\beta$ -mannanase in corn-soy diets on commercial leghorns in second-cycle hens. **Poultry Science**. 84: 894-897.
- YANG, Z. B.; YANG, W.R; JIANG, G.G.; ZHANG, Q.Q.; SJOW, K. C (2010). Effects of a thermotolerant multi-enzyme product on nutrient and energy utilization of broilers fed mash or crumbled corn-soybean meal diets. **Journal of Applied Poultry Research**, 19:38– 45.
- YEGANI, M.; KORVER, D.R. (2013). Effects of corn source and exogenous enzymes on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. **Poultry Science** 92:1208–1220.
- YIN, Y.L. (2000). Apparent digestibility (ileal and overall) of nutrient and endogenous nitrogen losses in growing pigs fed wheat (var. Soissons) or its by-products without or with xylanase supplementation. **Livestock Production Science**, 62: 119-132.
- YU, B.; CHUNG, T.K. (2004). Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.13, p.178-182.
- YOUSSEF, A. W.; HASSAN, H.M.; ALI, H.M.; MOHAMED, M.A. (2011). Performance, abdominal fat and economic efficiency of broilers fed different energy levels supplemented with xylanase and amylase from 14 to 40 days of age. **World Journal of Agricultural Sciences**, 7: 291-297.
- ZAGHARI, M.; GAYKANI, R.; SHIVAZAD, M.; TAHERKHANI, R. (2008). Evaluation of Phytase nutrient equivalence for old laying hen. **Asian journal Poultry Science**, 2(1); 24-29.
- ZHOU, J.P.; DEEB, N. E, ASHWEL, C.M.; LMONT, S.J.et al. (2009). Effects of a new recombinant phytase on the performance and mineral utilization of broilers fed phosphorusdeficient diets. **Journal of Applied Poultry Reserch**, v.17, p.331-339.
- ZHU, H. L.; HU, L. L.; HOU, J.; DING, B. Y. (2014). The effects of enzyme supplementation on performance and digestive parameters of broilers fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, 93 (7): 1704-1712.

## **CAPÍTULO III**

## **Avaliação de Pacotes de enzimas aplicados em dietas de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade**

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, rendimento de carcaça, cortes e análise de sangue em frangos de corte alimentados com complexos enzimáticos de 01 a 42 dias de idade. Foram utilizados 960 frangos de corte, Cobb-500, machos, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado envolvendo seis tratamentos e oito repetições definidos assim: 1) ração controle positivo (CP) a base de milho e farelo de soja; 2) ração controle negativo (CN) a base de milho e farelo de soja com redução de 5% nos valores de aminoácido, proteína e energia metabolizável (EM); 3) BE1 (CN + adição de 125 ppm de Poultrygrow); 4) BE2 (CN + adição de com 100 ppm de Axtra); 5) BE3 (CN + adição de 500 ppm de Ronozyme); 6) BE4 (CN + adição de 125 ppm de Poultrygrow e 500 ppm de Hemicell). Os parâmetros avaliados foram de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), rendimento (carcaça e cortes), e análise de sangue (colesterol, triglicerídeos, proteína total, ácido úrico, creatinina, alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase, albumina, glicose, ureia). Os dados de desempenho, rendimento de carcaça, cortes, órgãos, gordura abdominal e os parâmetros sanguíneos foram submetidos ao teste de boxplot para retirada dos outliers e, posteriormente, foi realizada análise de variância e teste de média (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade. O consumo de ração não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Quanto ao ganho de peso de 7; 14; 21 e 35 dias de idade observado no CN e pelas enzimas apresentaram melhorias; contudo, CP apresentou o melhor resultado. Para o período de 1 a 42 dias apenas o CP atendeu as exigências das aves. A conversão alimentar na fase pré-inicial (1-7 dias de idade) apresentou resultado positivo ( $p < 0,05$ ) apenas no CP. Nos períodos de 1 a 14; 1 a 21 e 1 a 35 dias de idade, a suplementação enzimática proporcionou resultado semelhante ao CN e o CP o maior valor ( $p < 0,05$ ). No período de 1 a 42 dias de idade, o CP apresentou a melhor conversão alimentar, e as enzimas foram semelhantes ao CN. Os frangos alimentados com dieta enzimática proporcionaram resultado superior ao CP e semelhante ao CN. O rendimento de peito e asa não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. O rendimento de perna (coxa e sobrecoxa) apresentou resultado semelhante entre as enzimas e o CP. O rendimento de fígado e moela não apresentou diferença significativa e o peso relativo do pâncreas de frangos foi influenciado pelos tratamentos enzimáticos quando comparados às aves de CP e CN. O rendimento de gordura abdominal observada no CN e pelos tratamentos enzimáticos proporcionaram aumento na quantidade de gordura abdominal quando comparadas com CP. O resultado do perfil bioquímico sanguíneo do colesterol indicou que a suplementação enzimática pode influenciar no aumento dos teores do colesterol, sendo observado maior valor no CE3. O nível de triglicerídeos observados nos tratamentos enzimáticos foi semelhante ao CP, indicando a ação das enzimas na dieta. A variável de albumina demonstrou que a adição dos complexos enzimáticos não foi suficiente. Os níveis de ALT demonstrou que os complexos enzimáticos e o CN proporcionaram baixa atividade e o CP o maior nível. Os valores de glicose, proteína total e aspartato amino-transferase (AST), creatinina e ácido úrico foram semelhantes em todos os tratamentos e apresentaram valores conforme o recomendado para linhagem. Concluindo que as reduções nutricionais nas dietas de aves afetam o desempenho, características de carcaça e perfil bioquímico e que a suplementação dos complexos enzimáticos não foi eficiente na liberação dos nutrientes quando se utiliza matriz com severas reduções.

**Palavras-chave:** Aves, farelo de soja, milho, redução nutricional

## Evaluation Packs applied enzymes in diets of broilers 1-42 days of age

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the performance, carcass yield, cuts and blood test in broilers fed enzyme complexes 01-42 days old. They were used 960 broiler, Cobb-500, males, distributed in a completely randomized design involving six treatments and eight repetitions defined as follows: 1) Food positive control (CP) based on corn and soybean meal; 2) feed negative control (CN) based on corn and soybean meal with a reduction of 5% in the amino acid values, protein and metabolizable energy (ME); 3) BE1 (CN + addition of 125 ppm Poultrygrow); 4) BE2 (CN + addition of 100 ppm of aextra); 5) BE3 (CN + addition 500 ppm Ronozyme); 6) BE4 (CN + addition of 125 ppm and 500 ppm Poultrygrow Hemicell). We evaluated performance (feed intake, weight gain and feed conversion), yield (carcass and cuts), and blood tests (cholesterol, triglycerides, total protein, uric acid, creatinine, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, albumin, glucose, urea). Performance data, carcass yield, cuts, organs, abdominal fat and blood parameters were submitted to boxplot test for removal of outliers, and subsequently was conducted analysis of variance and mean comparison test (Tukey) at 5% probability. The feed intake showed no significant difference between treatments. 7 of weight gain; 14; 21:35 days old CN and observed by the enzymes in improved weight gain, however, CP showed the best result. For the period 1-42 days just the CP met the exigências of birds. Feed conversion in the pre-initial phase (1-7 days old) was positive ( $p < 0.05$ ) in CP. In the periods 1 to 14; 1 to 21 and 1 to 35 days of age, the enzyme supplementation gave similar results to the CN and CP value greater ( $p < 0.05$ ). Between 1-42 days of age, the CP had the best feed conversion, and the enzymes were similar to CN. The chickens fed diet enzyme provided superior result to the CP and similar to CN. The yield breast and wing showed no significant differences between treatments. The yield leg (thigh and drumstick) showed similar results between the enzyme and the CP. The yield livers and gizzards showed no significant difference and the relative pancreas weight showed enzyme gave rise compared with the diets of CN and CP. The abdominal fat yield observed in the CN and enzymatic treatments provided by increasing the amount of abdominal fat compared to CP. The result of biochemical blood cholesterol profile indicated that the enzyme supplementation can influence the increase in cholesterol levels, being observed greater value in CE3. The triglyceride level observed in enzymatic treatments was similar to CP, indicating the action of enzymes in the diet. Albumin variable demonstrated that the addition of the enzyme complex was not sufficient. ALT levels demonstrated that the enzymatic complex and yielded low activity CN, the CP and the highest level. The levels of glucose, total protein and aspartate amino transferase (AST), creatinine and uric acid were similar for all treatments and presented according to the values recommended for lineage. Concluding that nutritional reductions in poultry diets affect performance, carcass characteristics and biochemical profile and that supplementation of enzymatic complexes was not efficient in the release of nutrients when using matrix with severe reductions.

**Keywords:** Poultry, soybean, corn, reducing nutritional

## 1. Introdução

A avicultura brasileira é uma atividade econômica cada vez mais relevante mundialmente. Sua evolução tem como suporte a melhoria das linhagens genéticas, sanidade, instalações, manejo, processamento, condições de alimentação, comercialização, entre outras (BRANDÃO et al., 2007).

No Brasil, as rações para frangos de corte representam em média 70% dos custos de produção e possuem como base na formulação cerca de 80% de ingredientes de origem vegetal que, em razão de sua origem, possuem compostos antinutricionais (fitato, inibidores de enzimas e amido resistente), tornando necessária a suplementação de enzimas exógenas para aumentar o aproveitamento dos nutrientes (CARDOSO et al., 2011; ROSTAGNO et al., 2011).

Sabe-se que as enzimas proteases agem neutralizando os efeitos antinutricionais do farelo de soja e constituem um dos grupos mais importantes das enzimas industriais. (Francesch & Geraert, 2009). As enzimas amilases hidrolisam as ligações glicosídicas, atuando no trato gastrointestinal do animal para correção da digesta incompleta do amido do endosperma (GUPTA et al., 2003; RUIZ et al., 2008; MOHAYAYEE & KARIMI, 2012). E as xilanases são responsáveis pela hidrólise presente na xilana vegetal e na atuação do rompimento de paredes celulares da fibra para liberação de xilo-oligômeros (LE et al., 2013; KARIMI et al., 2013).

Deste modo, as enzimas podem resultar em melhorias na qualidade nutricional, proporcionando melhora no ganho de peso e na conversão alimentar, mas também podem proporcionar diferentes respostas conforme a sua combinação enzimática (APPLEGATE et al., 2003).

Diversos trabalhos sugerem que a combinação de diferentes enzimas é necessária para a degradação dos polissacarídeos não de amiláceos (PNA) (TAVERNARI & MENDES, 2009; DOSKOVIC et al., 2013). Em estudo *in vitro*, foi observado que a combinação de enzimas carboidrases é mais eficaz na despolimerização do farelo de soja do que quando foram usadas carboidrases individuais (MENG et al., 2005).

Neste contexto, estudos com enzimas exógenas vêm sendo direcionadas a dietas com cereais (aveia, cevada, centeio, trigo e triticale), que aumentam a viscosidade intestinal, onde as enzimas têm como função reduzir esta viscosidade (NOVAK et al., 2008; CARVALHO et al., 2009; FERNANDES et al., 2010; CARDOSO et al., 2011). Assim, como vêm

demonstrando a possibilidade do seu uso em dietas a base de cereais (milho e farelo de soja) de menor ou nenhuma viscosidade (PEREZ et al., 2007).

Yu et al. (2007) e Cowieson & Ravidran (2008) observaram que a utilização de complexos enzimáticos em dieta a base de milho e farelo de soja melhoram o ganho de peso e a conversão alimentar quando comparadas a dietas sem adição enzimática, demonstrando que as enzimas exógenas, adicionalmente, vêm sendo consideradas componentes naturais alternativos que favorecem a redução de fatores antinutricionais, melhorando a condição do intestinal, disponibilidade de nutrientes e digestibilidade dos mesmos (TEIXEIRA, 2007, LEHNINGER et al., 2011; MAZHARI, et al., 2015).

Além disso, outros estudos complementares vêm sendo estudos com intento de entender melhor o funcionamento das enzimas exógenas e endógenas no organismo animal. Como na inclusão de análises bioquímicas, as quais podem auxiliar na compreensão dos mecanismos fisiológicos relacionados ao sangue e estabelecer parâmetros de referência (ROTAVA et al., 2008; SOUZA et al., 2010). Uma simples amostra sanguínea analisada em laboratório pode avaliar possíveis alterações de órgãos e a adaptação do animal diante de desafios nutricionais e fisiológicos proporcionado por dietas experimentais (YU et al., 2007; FERRIER et al., 2009).

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo avaliar rações em níveis nutricionais reduzidos suplementados com enzimas exógenas sobre o desempenho produtivo, características de carcaça, cortes e perfil bioquímico de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade.

## **2. Material e Métodos**

O experimento foi realizado no setor Experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* de Marechal Candido Rondon – PR, e autorizado pelo Comitê de Ética na Experimentação Animal e Aulas Práticas da mesma instituição sob o protocolo nº 63/13.

Foram utilizados 960 pintos de corte de um dia, machos, Cobb-500, adquiridos de incubatório comercial. As aves foram alojadas em galpão convencional de alvenaria subdividido em boxes de 1,30 m x 1,35 m, totalizando área aproximada de 1,76 m<sup>2</sup>, equipados com comedouros tubulares, bebedouros tipo *nipple* em linha, 10 cm de cama de maravalha de

pinus e com sistema de aquecimento com lâmpadas infravermelhas de 250 Watts, por unidade experimental.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, envolvendo seis tratamentos, oito repetições, totalizando 48 unidades experimentais (UE) de 20 aves cada. Foram formuladas duas dietas experimentais, uma dieta controle positivo (CP) à base de milho e farelo de soja sem complexo enzimático, atendendo todas as exigências nutricionais das aves e outra dieta controle negativo (CN) à base de milho e farelo de soja, com reduções nos valores nutricionais (energia metabolizável, proteína bruta, aminoácidos digestível), onde os níveis de energia foram reduzidos em 150 kcal kg<sup>-1</sup> e os níveis de aminoácidos digestíveis foram reduzidos em 12% nas fases pré-inicial e inicial e 18% nas fases de crescimento e terminação em relação ao controle positivas. Sendo estas o tratamento um (CP) e dois (CN), respectivamente.

Para obtenção dos demais tratamentos experimentais (3; 4; 5; 6), foram constituídas dietas de controle negativo com reduções nutricionais e diferentes complexos enzimáticos inclusos em quantidades recomendadas pelos fabricantes em cada fase da avaliação; complexo enzimático um (CE1, suplementado com 0,125 kg ton<sup>-1</sup> de protease); complexo enzimático dois (CE2, suplementado com 0,100 kg ton<sup>-1</sup> de amilase, protease e xilanase; complexo enzimático três (CE3, suplementado com 0,500 kg ton<sup>-1</sup> de protease e beta-mananase); e complexo enzimático quatro (CE4, suplementado com 0,125 kg ton<sup>-1</sup> de protease do CE1, mais e 0,500 kg ton<sup>-1</sup> de amilase, xilanase e glucanase).

A utilização das enzimas foi realizada conforme recomendação de valorização de cada matriz nutricional na ração controle negativo (Tabela 1).

Tabela 1. Valor da matriz nutricional de cada complexo enzimático utilizado

Nutrientes	CE1	CE2	CE3	CE4
Proteína bruta %	4000	5140	1719	9140
Proteína digestível %	4000	5140	1719	9150
Energia metabolizável kcal.kg <sup>-1</sup>	64000	200000	90000	840000
Cálcio %	0,00	0,00	312	0,00
Metionina digestível %	113	67	45	180
Metionina + Cistina digestível %	192	227	128	427
Cistina digestível %	79	160	83	239
Lisina digestível %	257	153	86	410
Treonina digestível %	230	230	133	460
Triptofano digestível %	166	41	7	396
Arginina digestível %	41	0	105	81
Valina digestível %	204	330	85	554

As aves receberam um programa alimentar de acordo com as suas fases de criação: pré-inicial (1 a 7 dias de idade), inicial (8 a 21 dias de idade), crescimento (22 a 35 dias de idade) e terminação (36 a 42 dias de idade). As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, com as recomendações práticas para linhagem Cobb 500 (Tabela 02, 03, 04) com base nas exigências (ROSTAGNO et al., 2011).

Tabela 2. Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais aplicadas em aves na fase pré-inicial (1-7 dias de idade).

Ingredientes	Controle Positivo	Controle Negativo	CE1	CE2	CE3	CE4
Milho Grão	47,95	59,51	61,42	61,51	62,15	61,04
Farelo de Soja	42,59	34,62	32,80	32,52	31,90	32,99
Óleo de Soja	3,70	-	-	-	-	-
Farinha Carne	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fosfato Bicálcico	1,16	1,20	1,21	1,22	1,22	1,21
Calc. Calcítico	1,15	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19
Sal	0,45	0,35	0,31	0,29	0,28	0,31
DL-Met 99%	0,37	0,31	0,30	0,31	0,27	0,30
Biolys	0,19	0,25	0,26	0,32	0,29	0,26
Bicarb. Sódio	0,10	0,24	0,30	0,32	0,34	0,30
Px Min/Vitam. <sup>1</sup>	0,30	0,30	0,15	0,30	0,30	0,30
L-treonina 98%	0,04	0,04	0,05	0,01	0,01	0,04
Enzimas	-	-	0,01	-	-	0,01
Enzimas	-	-	-	0,01	-	-
Enzimas	-	-	-	-	0,05	-
Enzimas	-	-	-	-	-	0,05
TOTAL (kg)	100	100	100	100	100	100
Níveis Nutricionais						
EM (kcal/kg)	3000	2850	2850	2850	2850	2850
PB (%)	245,00	217,20	216,00	214,70	215,20	215,60
Met+Cys dig (%)	10,14	8,97	8,97	8,97	8,97	8,97
Metionina dig (%)	6,96	6,08	6,05	6,01	5,79	6,05
Lisina dig (%)	13,00	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50
Treonina dig (%)	8,45	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47
Cálcio (8%)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Fósf. Disp. (%)	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76
Potássio (%)	10,02	8,79	8,51	8,43	8,33	8,51
Cloro (%)	3,24	2,67	2,41	2,35	2,25	2,42
Sódio (%)	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30

Níveis de garantia: Ácido fólico (mín) 162,50mg; ácido pantotênico (mín) 2600,07mg; clorohidroxiquinolina 7500,00mg; cobre (mín) 1996,38mg; colina (mín) 71,59g; etoxiquin (mín) 750,00mg; ferro (mín) 11,25g; hidróxido de anizola butilado (mín) 250,00mg; hidróxido de tolueno butilado (mín) 756,00mg; iodo (mín) 187,47mg; manganês (mín) 18,74g; niacina (mín) 7000,12mg; salinomicina 16,50g; selênio (mín) 75,00mg; vitamina A (mín) 1400062,50ui; vitamina B1 (mín) 388,00mg; vitamina B12 (mín) 2000,05mcg; vitamina B2 (mín) 1000,02mg; vitamina B6 (mín) 520,00mg; vitamina D3 (mín) 300006,87ui; vitamina E (mín) 2500,00ui; vitamina K3 (mín) 300,00mg; zinco (mín) 17,50G.

Tabela 3. Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais aplicadas em aves na fase inicial (7-21 dias de idade).

Ingredientes	Controle	Controle	CE1	CE2	CE3	CE4
	(+)	(-)				
Milho Grão	51,48	63,55	65,37	66,20	66,75	65,63
Farelo de Soja	37,88	29,82	28,23	27,61	27,09	28,19
Óleo de Soja	4,73	0,56	-	-	-	-
Farinha Carne	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fosfato Bicálcico	1,20	1,24	1,25	1,25	1,26	1,25
Calc. Calcítico	1,17	1,20	1,21	1,21	1,21	1,21
Sal	0,42	0,23	0,48	0,17	0,15	0,18
DL-Met 99%	0,33	0,28	0,27	0,27	0,24	0,27
Px Min/Vitam. <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Biolys	0,21	0,27	0,29	0,34	0,32	0,29
Bicarb. Sódio	0,14	0,41	0,48	0,49	0,52	0,48
L-treonina 98%	0,04	0,04	0,01	0,05	0,01	0,04
Enzimas	-	-	0,01	-	-	0,01
Enzimas	-	-	-	0,01	-	-
Enzimas	-	-	-	-	0,05	-
Enzimas	-	-	-	-	-	0,05
TOTAL (kg)	100	100	100	100	100	100
Níveis Nutricionais						
EM (kcal/kg)	3100	2950	2950	2950	2950	2950
PB (%)	226,4	198,6	197,4	196,2	196,6	197,4
Met+Cys dig (%)	9,36	8,19	8,19	8,19	8,22	8,19
Metionina dig (%)	6,39	5,51	5,48	5,44	5,25	5,48
Lisina dig (%)	12,00	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50
Treonina dig (%)	7,80	6,82	6,82	6,82	6,82	6,82
Cálcio (%)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Fósf. Disp. (%)	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76
Potássio (%)	9,21	7,97	7,70	7,62	7,51	7,70
Cloro (%)	3,05	1,93	1,68	1,60	1,51	1,68
Sódio (%)	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30

Níveis de garantia: Ácido fólico (mín) 162,50mg; ácido pantotênico (mín) 2600,07mg; clorohidroxiquinolina 7500,00mg; cobre (mín) 1996,38mg; colina (mín) 71,59g; etoquin (mín) 750,00mg; ferro (mín) 11,25g; hidróxido de anizola butilado (mín) 250,00mg; hidróxido de tolueno butilado (mín) 756,00mg; iodo (mín) 187,47mg; manganês (mín) 18,74g; niacina (mín) 7000,12mg; salinomicina 16,50g; selênio (mín) 75,00mg; vitamina A (mín) 1400062,50ui; vitamina B1 (mín) 388,00mg; vitamina B12 (mín) 2000,05mcg; vitamina B2 (mín) 1000,02mg; vitamina B6 (mín) 520,00mg; vitamina D3 (mín) 300006,87ui; vitamina E (mín) 2500,00ui; vitamina K3 (mín) 300,00mg; zinco (mín) 17,50G.

Tabela 4. Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais aplicadas em aves na fase de crescimento (21-35 dias de idade).

Ingredientes	Controle	Controle	CE1	CE2	CE3	CE4
	Positivo	Negativo				
Milho Grão	53,18	66,81	68,84	68,83	70,13	68,91
Farelo de Soja	35,89	25,35	23,92	23,83	23,06	23,82
Óleo de Soja	6,20	1,64	0,97	1,04	0,40	1,00
Farinha Carne	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fosfato Bicálcico	1,22	1,28	1,28	1,28	1,29	1,28
Calc. Calcítico	1,17	1,21	1,22	1,22	1,22	1,22
Sal	0,36	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
DL-Met 99%	0,32	0,24	0,23	0,23	0,21	0,23
Px Min/Vitam. <sup>1</sup>	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Biolys	0,21	0,29	0,29	0,33	0,37	0,29
Bicarb. Sódio	0,23	0,59	0,65	0,64	0,67	0,64
L-treonina 98%	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	
Enzimas	-	-	-	0,01	-	-
Enzimas	-	-	-	-	0,05	
Enzimas	-	-	0,01	-	-	0,01
Enzimas	-	-	-	-	-	0,05
TOTAL (kg)	100	100	100	100	100	100
Níveis Nutricionais						
EM (kcal/kg)	3200	3050	3050	3050	3050	3050
PB (%)	217,1	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0
Met+Cys dig (%)	8,97	7,41	7,41	7,41	7,47	7,41
Metionina dig (%)	6,11	4,94	4,90	4,84	4,75	4,90
Lisina dig (%)	11,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50
Treonina dig (%)	7,47	6,17	6,17	6,16	6,17	6,17
Tript. dig (%)	2,14	1,67	1,66	1,65	1,61	1,66
Arginina dig (%)	13,42	10,65	10,61	10,25	10,53	10,62
Valina dig (%)	8,62	7,12	7,18	7,23	7,19	7,18
Cálcio (%)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Fósf. disp. (%)	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76
Potássio (%)	8,81	7,17	6,95	6,93	6,83	6,95
Cloro (%)	2,69	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Sódio (%)	2,30	2,49	2,62	2,36	2,69	2,63

<sup>1</sup>Níveis de garantia: Ácido fólico (mín) 162,50mg; ácido pantotênico (mín) 2600,07mg; clorohidroxiquinolina 7500,00mg; cobre (mín) 1996,38mg; colina (mín) 71,59g; etoxiquin (mín) 750,00mg; ferro (mín) 11,25g; hidróxido de anizola butilado (mín) 250,00mg; hidróxido de tolueno butilado (mín) 756,00mg; iodo (mín) 187,47mg; manganês (mín) 18,74g; niacina (mín) 7000,12mg; salinomicina 16,50g; selênio (mín) 75,00mg; vitamina A (mín) 1400062,50ui; vitamina B1 (mín) 388,00mg; vitamina B12 (mín) 2000,05mcg; vitamina B2 (mín) 1000,02mg; vitamina B6 (mín) 520,00mg; vitamina D3 (mín) 300006,87ui; vitamina E (mín) 2500,00ui; vitamina K3 (mín) 300,00mg; zinco (mín) 17,50G.

Tabela 5. Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais aplicadas em aves na fase de crescimento final (36-42 dias de idade).

Ingredientes	Controle (+)	Controle (-)	CE1	CE2	CE3	CE4
Milho Grão	55,43	67,32	69,45	69,85	70,54	69,35
Farelo de Soja	31,27	23,36	21,86	21,88	21,16	21,88
Óleo de Soja	7,25	3,20	2,53	2,05	1,96	2,57
Farinha Carne	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fosfato Bicálcico	1,26	1,30	1,30	1,30	1,31	1,30
Calc. Calcítico	1,19	1,22	1,22	1,23	1,23	1,22
Sal	0,24	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
DL-Met 99%	0,28	0,18	0,17	0,18	0,17	0,17
Px Min/Vitam. <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Biolys	0,23	0,19	0,19	0,23	0,27	0,19
Bicarb. Sódio	0,41	0,67	0,72	0,72	0,75	0,72
L-treonina 98%	0,04	0,01	-	-	0,01	-
Enzimas	-	-	-	0,01	-	-
Enzimas	-	-	-	-	0,05	-
Enzimas	-	-	0,01	-	-	-
Enzimas	-	-	-	-	-	0,05
TOTAL (kg)	100	100	100	100	100	100
Níveis Nutricionais						
EM (kcal/kg)	3300	3150	3150	3150	3150	3150
PB (%)	198,5	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0
Met+Cys dig (%)	8,19	6,63	6,65	6,70	6,70	6,65
Metionina dig (%)	5,55	4,27	4,25	4,25	4,25	4,25
Lisina dig (%)	10,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Treonina dig (%)	6,82	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52
Cálcio (%)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Fósf. Disp. (%)	4,76	4,76	4,72	4,76	4,76	4,76
Potássio (%)	8,00	6,89	6,57	6,57	6,57	6,58
Cloro (%)	1,96	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Sódio (%)	2,36	2,71	2,84	2,84	2,84	2,84

Níveis de garantia: Ácido fólico (mín) 162,50mg; ácido pantotênico (mín) 2600,07mg; clorohidroxiquinolina 7500,00mg; cobre (mín) 1996,38mg; colina (mín) 71,59g; etoxiquin (mín) 750,00mg; ferro (mín) 11,25g; hidróxido de anizola butilado (mín) 250,00mg; hidróxido de tolueno butilado (mín) 756,00mg; iodo (mín) 187,47mg; manganês (mín) 18,74g; niacina (mín) 7000,12mg; salinomicina 16,50g; selênio (mín) 75,00mg; vitamina A (mín) 1400062,50ui; vitamina B1 (mín) 388,00mg; vitamina B12 (mín) 2000,05mcg; vitamina B2 (mín) 1000,02mg; vitamina B6 (mín) 520,00mg; vitamina D3 (mín) 300006,87ui; vitamina E (mín) 2500,00ui; vitamina K3 (mín) 300,00mg; zinco (mín) 17,50G.

Ao final do período experimental (42 dias de idade), as aves foram pesadas, bem como o consumo de ração quantificado para avaliação do ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar; simultaneamente, 2 aves/UE variando em até 10% do peso médio da UE foram selecionadas para determinação do rendimento de carcaça, sendo sacrificadas por deslocamento cervical e posterior sangria. Após escaldagem e depena manual, as carcaças

foram evisceradas, lavadas, gotejadas, pesadas e espostejadas. Posteriormente foram pesadas a carcaça, os cortes, pâncreas, fígado, moela e a gordura abdominal.

O rendimento de carcaça foi calculado considerando o peso da carcaça limpa em relação ao peso vivo da ave, enquanto que o rendimento de coxa, sobrecoxa, peito e asa foram considerados em relação ao peso da carcaça eviscerada e as vísceras e a gordura abdominal em relação ao peso vivo da ave (peso relativo). A gordura abdominal foi constituída pelo tecido adiposo presente ao redor da cloaca,

Aos 42 dias de idade, após o jejum de 6 horas, foi realizada colheita de 3,0 mL de sangue por meio da veia branquial de duas aves por unidade experimental. O sangue foi deixado em repouso, inclinado, e, após 15 minutos, foi centrifugado para obtenção do soro para as análises de colesterol, triglicérides, proteína total, ácido úrico, creatinina, alanina transferase, aspartato aminotransferase, albumina, glicose e ureia, utilizando kits comerciais (Elitech S.A), e espectrofotômetro automático (Flexor EL-200, Elitech), com calibração automática e leitura de alta performance.

Os dados de desempenho, rendimento de carcaça, cortes, órgãos, gordura abdominal e os parâmetros sanguíneos foram submetidos à análise de variância e teste de média (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o sistema de Análises estatísticas e genéticas – SAEG (UFV, 2000).

### **3. Resultados e Discussão**

As temperaturas foram registradas diariamente utilizando-se de termômetros de máxima e mínima, não havendo anormalidades climáticas que pudessem prejudicar o desempenho das aves. Sendo observada temperatura mínima de 20,5°C, máxima de 33,5°C e umidade mínima relativa do ar de 37,2% e máxima de 96,1%.

A redução nas exigências nutricionais de 150 kcal e a suplementação de complexos enzimáticos não alterou o consumo de ração ( $P>0,05$ ), assim como o nível de PB e aminoácidos na dieta (Tabela 6), demonstrando que as aves não foram capazes de ajustar o consumo para compensar a redução nutricional.

Na literatura, o consumo de ração geralmente é influenciado pelos níveis nutricionais e de energia das dietas, podendo uma redução dos mesmos ocasionar no aumento do consumo de ração e piora na conversão alimentar (CAFÉ et al., 2002; COWIESON & ADEOLA, 2005; BRITO, 2006; WEST et al., 2007; RUTHERFURD et al., 2007; VIANA, 2009). No entanto,

no presente trabalho o resultado está associado ao excesso de nutrientes na dieta que resultou em melhor ganho de peso e conversão alimentar (Tabela 6).

Diferindo do trabalho de West et al. (2007) e Toledo et al. (2007) que, ao suplementarem dietas à base de milho e farelo de soja com complexo enzimático, observaram diferenças significativas no consumo de ração, comprovando que os resultados encontrados na literatura são bastante controversos quanto à resposta das aves em relação aos complexos enzimáticos, dependendo do nível utilizado na dieta, bem como dos tipos de enzimas presentes, tornando difícil estabelecer um perfil de consumo dos resultados obtidos por diversos autores.

Tabela 6. Consumo de ração médio (g) semanal (acumulado) no período de 1 a 42 dias<sup>(1)</sup>

Tratamentos	Consumo de ração médio					
	1-7 <sup>ns(2)</sup>	1-14 <sup>ns</sup>	1-21 <sup>ns</sup>	1-28 <sup>ns</sup>	1-35 <sup>ns</sup>	1-42 <sup>ns</sup>
Controle positivo	196,0	705,0	1445,1	2388,1	3541,7	4300,4
Controle negativo	198,8	709,0	1471,2	2423,0	3546,3	4293,5
Complexo enzimático 1	196,6	694,5	1452,3	2410,7	3518,7	4253,0
Complexo enzimático 2	197,1	688,7	1462,8	2423,5	3511,4	4200,0
Complexo enzimático 3	193,9	697,0	1455,8	2375,8	3483,6	4195,3
Complexo enzimático 4	198,1	702,9	1479,8	2444,5	3598,8	4285,9
EPM	0,682	3,234	6,456	8,993	13,432	13,747
<sup>(3)</sup> CV (%)	2,390	3,223	3,123	2,536	2,567	2,108

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> n.s: não significativo.

<sup>(3)</sup> CV: Coeficiente de variação.

Os frangos alimentados com CP apresentaram maior ganho de peso ( $p < 0,05$ ) que as aves alimentadas com dietas contendo enzimas nas fases de 7; 14; 21 e 35 dias de idade. Além disso, não houve diferenças entre a dieta com redução nutricional (CN) e as que foram formuladas contendo enzimas (Tabela 7), corroborando com o observado Yu & Chung (2004) ao avaliaram dietas à base de milho e farelo de soja contendo complexos enzimáticos com amilase, xilanase e glucanase, que notaram ganho de peso semelhante ao controle negativo. Gao et al. (2008) observaram um aumento no ganho de peso quando a enzima xilanase foi suplementada em dietas base de trigo para frangos de corte de 7 a 21 dias de idade.

Do mesmo modo, Garcia et al. (2001) e Torres et al. (2003), utilizando rações à base de milho e farelo de soja suplementadas com carboidrases, proteases, pectinases e alfa galactosidases obtiveram resultado positivo de ganho de peso no período de 1 a 21 dias de idade. Da mesma forma, Ávila et al. (2012), observaram melhoria de 1,9% no ganho de peso na fase 21 a 35 dias de idade recebendo dietas com xilanase, beta-glucanase, protease,

pectinase, mananase e fitase, em dietas a base de farelo de soja e sorgo, reduzidas em 120 kcal.kg<sup>-1</sup> de energia metabolizável, proteína bruta e aminoácidos.

Tabela 7. Ganho de peso médio acumulado (g) no período de 1 a 42 dias de idade<sup>(1)</sup>

Tratamentos	Ganho de peso médio (g)					
	1-7	1-14	1-21	1-28	1-35	1-42
Controle positivo	154,09 <sup>a</sup>	484,15 <sup>a</sup>	1049,20 <sup>a</sup>	1694,20 <sup>a</sup>	2319,86 <sup>a</sup>	2836,08 <sup>a</sup>
Controle negativo	141,86 <sup>b</sup>	426,81 <sup>b</sup>	900,01 <sup>b</sup>	1477,35 <sup>bc</sup>	2032,63 <sup>b</sup>	2587,98 <sup>b</sup>
Complexo enzimático 1	144,20 <sup>b</sup>	427,95 <sup>b</sup>	908,79 <sup>b</sup>	1485,01 <sup>b</sup>	2029,11 <sup>b</sup>	2568,55 <sup>bc</sup>
Complexo enzimático 2	142,77 <sup>b</sup>	424,26 <sup>b</sup>	891,62 <sup>b</sup>	1429,60 <sup>c</sup>	1990,31 <sup>b</sup>	2465,50 <sup>d</sup>
Complexo enzimático 3	146,02 <sup>b</sup>	430,31 <sup>b</sup>	908,16 <sup>b</sup>	1466,66 <sup>bc</sup>	2003,80 <sup>b</sup>	2517,50 <sup>cd</sup>
Complexo enzimático 4	145,07 <sup>b</sup>	424,35 <sup>b</sup>	900,94 <sup>b</sup>	1445,33 <sup>bc</sup>	2007,11 <sup>b</sup>	2469,53 <sup>d</sup>
	0,792	3,297	8,508	13,746	17,822	19,303
<sup>(2)</sup> CV (%)	2,689	1,711	2,176	2,212	2,073	1,719

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> CV: Coeficiente de variação.

Aos 42 dias de idade, frangos recebendo dieta CP apresentaram o maior GP ( $p < 0,05$ ) em relação aos demais tratamentos (Tabela 07). Já as enzimas CE2, CE3 e CE4 apresentaram resultados inferiores ao CN, o que pode estar associado à incapacidade de liberarem toda a matriz nutricional proposta no presente trabalho.

A falta de eficiência das enzimas CE2, CE3 e CE4, acontece virtude da falta de acesso ao substrato, o qual se encontra no interior da matriz de PNAs. Segundo Olukosi et al. (2007), as enzimas deveriam ter degradado os PNAs, facilitando o acesso das enzimas endógenas e das exógenas aos nutrientes encapsulados. Resultados semelhantes foram observados por Wang et al. (2006) que verificaram prejuízo no ganho de peso das aves que receberam o tratamento controle negativo com enzimas.

Rodrigues et al. (2003) e Pinheiro et al. (2004), ao trabalhar com frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, suplementando suas dietas a base de milho e farelo de soja com enzimas, não observaram resultado significativo. Possivelmente, não houve eficiência das enzimas na degradação da parede celular dos vegetais e absorção dos nutrientes como relatado por Gracia et al. (2003) e Costa et al. (2007).

Shirley & Edwards (2003), Aureli et al. (2011), Pirgozliev et al. (2011) e Shaw et al. (2011) mostram que a adição de complexos enzimáticos em dietas a base de milho e farelo de soja podem proporcionar melhores resultados de desempenho de frangos em virtude da degradação de fatores antinutricionais presentes no farelo de soja. No entanto, a formulação de ração tem de atuar juntamente com as enzimas.

Neste contexto, para a adição de complexos enzimáticos em dietas à base de milho e farelo de soja é necessária uma melhor degradação de fatores antinutricionais e a formulação de ração tem de atuar juntamente com as enzimas (SHIRLEY e EDWARDS, 2003; AURELI et al., 2001; PIRGOZLIEV et al., 2011; SHAQ et al., 2011).

Os frangos alimentados com CP apresentaram a melhor conversão alimentar ( $p < 0,05$ ) em relação aos demais tratamentos na fase pré-inicial (1-7 dias de idade) (Tabela 7). Já as enzimas CE1, CE2 e CE4 foram semelhantes ao CN, e CE3 ( $p > 0,05$ ) não foi suficiente em melhorar a conversão alimentar (Tabela 8).

Segundo Olukosi et al. (2007) o resultado negativo da utilização de complexo enzimáticos em dietas à base de milho e farelo de soja no período de 1 a 7 dias pode estar relacionado ao trato gastrointestinal imaturo dos pintos de corte, o qual proporciona menor produção de enzimas endógenas e piora na digestibilidade dos nutrientes.

Tabela 8. Conversão alimentar acumulada (g/g) no período de 1 a 42 dias de idade<sup>(1)</sup>

Tratamentos	Conversão alimentar (g/g)					
	1-7	1-14	1-21	1-28	1-35	1-42
Controle positivo	1,243 <sup>a</sup>	1,456 <sup>b</sup>	1,378 <sup>b</sup>	1,420 <sup>a</sup>	1,527 <sup>b</sup>	1,516 <sup>a</sup>
Controle negativo	1,403 <sup>c</sup>	1,662	1,635 <sup>c</sup>	1,640 <sup>bc</sup>	1,745 <sup>c</sup>	1,659 <sup>b</sup>
Complexo enzimático 1	1,364 <sup>bc</sup>	1,623 <sup>c</sup>	1,599 <sup>c</sup>	1,624 <sup>b</sup>	1,735 <sup>c</sup>	1,656 <sup>b</sup>
Complexo enzimático 2	1,382 <sup>c</sup>	1,624 <sup>c</sup>	1,641 <sup>c</sup>	1,695 <sup>c</sup>	1,764 <sup>c</sup>	1,703 <sup>bc</sup>
Complexo enzimático 3	1,339 <sup>b</sup>	1,620 <sup>c</sup>	1,603 <sup>c</sup>	1,620 <sup>b</sup>	1,739 <sup>c</sup>	1,666 <sup>b</sup>
Complexo enzimático 4	1,365 <sup>bc</sup>	1,657 <sup>c</sup>	1,643 <sup>c</sup>	1,692 <sup>c</sup>	1,794 <sup>c</sup>	1,736 <sup>c</sup>
EPM	0,008	0,013	0,015	0,015	0,014	0,011
<sup>(2)</sup> CV(%)	2,429	3,719	3,338	2,744	2,686	2,071

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> CV: Coeficiente de variação.

Aos 14; 21 e 35 dias de idade as enzimas CE1, CE2, CE3 e CE4 apresentaram conversão alimentar semelhante à dieta CN e o CP o melhor resultado ( $p < 0,05$ ) (Tabela 8). Corroborando com o trabalho de Pucci et al. (2010), que relataram resultado superior no controle positivo e melhorado (2,86%) com uso de complexos enzimáticos. Assim como Fischer et al. (2002), trabalhando com inclusão de complexo enzimático à base de proteases, amilases e celulasas em frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja observaram melhora na conversão alimentar na fase de 1 a 28 dias.

Do mesmo modo, Kidd et al. (2001), Torres et al. (2003), Cowieson et al. (2003), Iji et al. (2003) e Carvalho et al. (2009) trabalhando com enzimas (xilanase, amilase e protease), em dietas para frangos a base de milho e farelo de soja, observaram melhora na conversão alimentar com o uso de complexo enzimáticos.

Ao final do período experimental, aos 42 dias de idade das aves o CP apresentou a melhor conversão alimentar ( $p < 0,05$ ) e as enzimas CE1, CE2, e CE3 apresentaram resultados intermediários juntamente com o CN e o CE4 a pior conversão alimentar, indicando que houve falta de efeitos das enzimas sobre o crescimento, possivelmente a redução cálculo de EM e conteúdo das dietas de CN com enzimas não tenham tido substâncias o suficiente para produzirem níveis semelhantes ao CP. Contudo, a matriz nutricional das enzimas foi o suficiente em CE1 e CE3 por conseguiram proporcionar uma resposta semelhante ao CN.

Segundo Cowieson & Adeola (2005) e Olukosi et al. (2007), quando há falta de efeito sobre o desempenho e crescimento não significa, necessariamente, que as enzimas não sejam capazes de trabalhar em seu substrato específico. Meng & Slominski (2005) sugerem que os efeitos das enzimas na degradação da parede celular dos cereais às vezes podem ser pequenos, assim como sua resposta no desempenho e crescimento das aves. No entanto, estes pequenos efeitos quando combinados de forma certa podem proporcionar benefícios econômicos.

Neste mesmo contexto, Gracia et al. (2003) associa que a resposta das enzimas em melhorar o desempenho e crescimento das aves pode ser atribuída a uma grande variedade de fatores, incluindo as diferenças de tipos de enzimas, os tipos de bactérias ou fungos que foram utilizados para produzir os produtos enzimáticos, os nível de inclusão de enzimas nas dietas, a adição de uma única ou uma mistura de enzimas, qualidade nutricional de ingredientes e a forma de dieta.

A combinação dos fatores acima mencionados pode ter desempenhado um papel no que diz respeito à inconsistência ou falta de respostas da enzima CE4 no presente estudo. A qualidade nutricional da dieta é provavelmente o fator mais importante que influencia as respostas a um produto enzimático (COWIESON, 2010; ADEYEMI et al., 2013).

Os frangos alimentados com CE4 apresentaram maior rendimento de carcaça ( $p < 0,05$ ) que os alimentados com CP (Tabela 09), não diferindo dos demais tratamentos. Tais resultados estão de acordo com o encontrado por Alam et al. (2003), Wang et al. (2005) e Adeyemi et al. (2013) que observaram maior rendimento de carcaça com a suplementação de enzimas.

Segundo Zhou et al. (2009), a adição de xilanase e amilase associadas proporcionam melhor efeito em dietas à base de milho e farelo de soja, principalmente quando se trabalha com conteúdo de energia mais baixos. Esta observação pode explicar em certa medida, o motivo do CE4 apresentar resposta superior ao CP. Já Cowieson et al. (2010) associam o

resultado superior no rendimento de carcaça a maior digestibilidade das rações de CN e a extensão das respostas da enzima.

O rendimento de peito e asas não apresentaram diferenças ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 9). Resultado similar foi observado por Carvalho et al. (2009), que não observam efeito do complexo enzimático sobre o rendimento de peito e asa em frangos de corte aos 42 dias de idade.

Tabela 9. Rendimento da carcaça (%) e de cortes nobres (%) das aves aos 42 dias de idade<sup>(1)</sup>

Tratamentos	Rendimento de carcaça e cortes			
	Carcaça	Peito <sup>ns(2)</sup>	Pernas	Asas <sup>ns</sup>
Controle positivo	73,33 <sup>b</sup>	36,77	29,20 <sup>a</sup>	9,861
Controle negativo	74,01 <sup>ab</sup>	35,79	26,90 <sup>b</sup>	9,873
Complexo enzimático 1	73,67 <sup>ab</sup>	36,56	29,01 <sup>a</sup>	9,931
Complexo enzimático 2	74,00 <sup>ab</sup>	36,58	28,43 <sup>ab</sup>	10,001
Complexo enzimático 3	74,76 <sup>ab</sup>	35,61	29,66 <sup>a</sup>	9,873
Complexo enzimático 4	75,04 <sup>a</sup>	36,08	29,04 <sup>a</sup>	10,149
EPM	0,171	0,229	0,178	0,050
<sup>(3)</sup> CV (%)	2,170	6,237	5,35	4,948

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> n.s: não significativo.

<sup>(3)</sup> CV: Coeficiente de variação.

Em frangos alimentados com dieta CP e enzimas CE1, CE3 e CE4 apresentaram o maior rendimento de perna (coxa e sobrecoxa) quando comparados ao CN. Do mesmo modo, Hajati (2010) relatou que a suplementação enzimática melhora o resultado de coxa e sobrecoxa. Osera et al. (2008) verificaram que a adição de complexo enzimático contendo  $\alpha$ -amilase e beta-glucanase na dieta crescimento (21 a 42 dias) com 3050 kcal.kg<sup>-1</sup> permitiu a redução de até 100 kcal.kg<sup>-1</sup> de dieta sem prejudicar o desempenho produtivo dos frangos de corte. Outros estudos (Café et al., 2002; Carvalho et al., 2009 e Pucci et al., 2010) não verificaram efeito no rendimento de coxa e sobrecoxa com aplicação de enzimas comerciais, no período de crescimento das aves.

O rendimento de fígado demonstrou que não houve efeito nos tratamentos para o peso relativo do fígado e moela ( $p>0,05$ ) (Tabela 10). Corroborando com o trabalho de Hajati (2010), Esmailipour et al. (2010), e Mariam et al. (2013) que relataram que a suplementação enzimática não apresentou nenhum efeito sobre o peso do fígado e moela.

O peso relativo do pâncreas de frangos recebendo CE1, CE2, CE3 E CE4 foi superior ao observado nas aves com CP e CN ( $<0,05$ ) (Tabela 10), diferindo do relatado por Brenes et

ai. (2002) e Wu et al. (2004), que relataram que a suplementação de enzima reduziu o tamanho relativo e peso dos órgãos digestivos.

Neste contexto, o resultado das enzimas no rendimento de pâncreas no presente trabalho pode estar relacionado o aumento da secreção de enzimas para digestão luminal de proteínas, carboidratos e gorduras, como também podem estar relacionados aos PNAs presentes na dieta que podem resultar em um aumento no peso do pâncreas. Sakomura e Rostagno (2007) observaram que o maior desenvolvimento do pâncreas é coincidente com a maior produção de enzimas digestivas. Contudo, era esperado que houvesse o aumento no tamanho do pâncreas, devido ao fato de a matriz nutricional das enzimas proporcionar respostas adaptativas a uma maior necessidade das aves.

Tabela 10. Peso relativo dos órgãos e percentagem de gordura abdominal aos 42 dias de idade<sup>(1)</sup>

Tratamentos	Peso relativo das vísceras (%)			
	Fígado <sup>ns(2)</sup>	Moela <sup>ns</sup>	Gordura abdominal	Pâncreas
Controle positivo	1,98	1,22	1,39 <sup>b</sup>	0,16 <sup>b</sup>
Controle negativo	1,85	1,34	1,67 <sup>ab</sup>	0,15 <sup>b</sup>
Complexo enzimático 1	2,03	1,31	1,76 <sup>ab</sup>	0,21 <sup>ab</sup>
Complexo enzimático 2	2,01	1,33	1,72 <sup>ab</sup>	0,19 <sup>ab</sup>
Complexo enzimático 3	1,97	1,37	1,77 <sup>ab</sup>	0,23 <sup>a</sup>
Complexo enzimático 4	2,03	1,39	1,89 <sup>a</sup>	0,20 <sup>ab</sup>
EPM	0,033	0,019	0,043	0,007
<sup>(3)</sup> CV (%)	16,64	13,83	23,70	30,39

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> n.s: não significativo.

<sup>(3)</sup> CV: Coeficiente de variação.

Os frangos alimentados com enzimas CE1, CE2, CE3, e CE4 apresentaram maior percentual de gordura abdominal ( $p < 0,05$ ) que as alimentadas com CP (Tabela 10). Corroborando com Costa et al. (2007), Souza et al. (2010) e Zhu et al. (2014) que atribuíram os resultados a um possível aumento na liberação de energia dos nutrientes através da suplementação enzimática. Possivelmente, o CP atendeu as exigências e os demais tratamentos enzimáticos provocaram um desbalanço de nutrientes. Contudo, esta suposição difere do observado por Crespo & Esteve-Garcia (2001) que afirmaram que a gordura abdominal está relacionada ao aumento da EM e gordura da dieta.

A tendência no acúmulo de gordura observada no CN e pelas enzimas, pode estar relacionada com o aumento da atividade enzimática das amilases e lipases pancreática. Segundo Macari et al. (2002), o aumento da gordura abdominal apresenta consideráveis limitações, deprimindo a eficiência alimentar, e o mesmo não apresenta valor comercial.

Diferindo de outros estudos, que mostraram que uma redução de energia nas aves causa menor deposição de gordura na carcaça, devido à capacidade das aves compensarem o crescimento durante a realimentação que se segue a um período de restrição alimentar.

O perfil bioquímico sanguíneo de colesterol constatou que o CE4 e o CP foram semelhantes ao CE3 (137,12), que obteve o maior valor de colesterol, indicando que a suplementação enzimática pode ter influenciado no aumento dos teores de colesterol das aves (Tabela 11).

Os valores observados nos complexos enzimáticos e CP (131,87) estão de acordo com o recomendado para a maioria das espécies de aves, que variam de 110 a 250 mg dL<sup>-1</sup> (LPA-UN, 2010), comprovando que, independente, da origem do colesterol que pode ser exógena, vindo de alimentos, ou endógena sintetizada a partir do acetil-CoA no fígado, nas gônadas, no intestino, na glândula adrenal e na pele, o desempenho das aves e o uso das dietas com enzimas não afetaram os processos metabólicos.

Segundo Valler et al. (2008), o colesterol dos animais é precursor dos ácidos bilares os quais fazem parte da bile e dos hormônios esteroidais. Seus níveis são indicadores indiretos da atividade de tireoidiana. Aves com níveis sanguíneos de colesterol podem estar relacionado ao aumento do hipotireoidismo em obstruções bilares, ou quando ocorrem dietas ricas em carboidratos ou gorduras (KANNAN et al., 2013).

Os frangos alimentados com dieta CP apresentaram maior quantidade de triglicerídeos que as aves alimentadas com CN e não diferiu dos tratamentos com complexos enzimáticos. Tais resultados diferiram do observado em outros trabalhos que obtiveram média de 85 mg.dL<sup>-1</sup> (BATINA et al., 2005; ROTAVA et al., 2008; SOUZA et al., 2010). Esta diferença pode estar associada à idade do animal e a linhagem das aves. Neste contexto, os resultados de triglicerídeos no presente trabalho proporcionaram um estoque de gordura, no qual é produzida pelo organismo, pelo excesso de alimentos ingeridos. Conferindo com o aumento na percentagem de gordura abdominal nos tratamentos enzimáticos.

Segundo Crespo & Esteve-Garcia (2001) e Daneshyar et al. (2009), as aves com elevadas concentrações de triglicerídeos apresentam maior percentagem de gordura abdominal na carcaça em relação a aves com baixa concentração de triglicerídeos.

No entanto, Berchieri et al. (2009), ao trabalhar com níveis de 1,4 e 7% de inclusão de óleo em dieta de frango de corte, concluíram que quanto maior o nível de inclusão maior será o valor de triglicerídeo sanguíneo e conseqüentemente o percentual de gordura abdominal.

Contudo, não confere com observado no presente trabalho, onde o nível de óleo foi reduzido nas dietas enzimáticas.

Possivelmente, o balanço que proporcionou o aumento na deposição de gordura abdominal observada no presente estudo, pode ter ocorrido devido à redução da energia dos aminoácidos ou pela energia vinculada ao ingrediente quando ingerida em excesso, é estocada no tecido adiposo sob a forma de triglicérido.

As mudanças ocasionadas na massa do tecido adiposo, durante o desenvolvimento das aves pode ser resultado do balanço entre a síntese de triglicéridos, a qual envolve a lipogênese no fígado e a sua mobilização no tecido adiposo.

A variável de albumina no presente trabalho demonstrou que a adição dos complexos enzimáticos não foi suficiente, fazendo com que o CN fosse semelhante aos tratamentos enzimáticos. O nível médio observado  $1,405 \text{ G dL}^{-1}$  foi inferior ao nível considerado normal  $16 \text{ a } 20 \text{ G dL}^{-1}$  (SCHMIDT et al., 2007; LUMEIJ, 2008).

Segundo Elaib et al. (2012), a albumina é sintetizada no fígado e contribui com mais de 70% da osmolaridade do plasma sanguíneo, sendo constituído por reserva proteica, bem como um transportador de ácidos graxos livres, aminoácidos e bilirrubina, com função importante de regular o pH sanguíneo. Sua concentração geralmente é afetada pelo funcionamento hepático e pela disponibilidade de aminoácidos e perdas durante doenças (MARIN et al., 2003)

O nível da albumina pode ser indicador de conteúdo de proteína na dieta (BACILA, 2003). Para uma detecção de mudanças significativas na concentração da mesma, é necessário no mínimo 30 dias, devido à baixa velocidade de degradação e síntese, no entanto no verão o nível de albumina sérica pode ser maior devido às altas temperaturas (BUSH, 2004).

Os níveis de ALT demonstrou que os complexos enzimáticos e o CN proporcionaram baixa atividade e o CP o maior nível ( $P < 0,05$ ) (Tabela 11), confirmando que a atividade do fígado foi melhor na ração CP.

A baixa atividade enzimática da ALT proporcionada pelas enzimas e pelo CN no fígado pode estar relacionada ao fato de diversas aves com desordens hepáticas apresentarem alterações nos níveis séricos de ALT. Em alguns animais, a sua atividade é tão baixa que não pode ser detectada pelos analisadores (CAMPBELL, 2007).

Tabela 11. Parâmetros bioquímicos sanguínea de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com diferentes complexos enzimáticos<sup>(1)</sup>

Tratamentos	Coolesterol (mg dL <sup>-1</sup> )	Triglicerídeo (mg dL <sup>-1</sup> )	Albumina (G dL <sup>-1</sup> )	ALT (UI <sup>-1</sup> ) <sup>(4)</sup>	Glicose <sup>N.S</sup> (mg dL <sup>-1</sup> )	Proteína Total <sup>N.S</sup> (G dL <sup>-1</sup> )	AST <sup>N.S</sup> (UI <sup>-1</sup> ) <sup>(5)</sup>	Creatina <sup>N.S</sup> (mg dL <sup>-1</sup> )	Ácido úrico <sup>N.S</sup> (mg dL <sup>-1</sup> )
Controle positivo	131,87 <sup>ab</sup>	137,87 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>	8,75 <sup>a</sup>	274,00	3,61	337,50	0,26	2,71
Controle negativo	101,50 <sup>d</sup>	88,75 <sup>b</sup>	1,35 <sup>b</sup>	5,25 <sup>b</sup>	281,12	3,17	337,63	0,26	2,57
Complexo enzimático 1	111,25 <sup>cd</sup>	124,12 <sup>ab</sup>	1,37 <sup>b</sup>	4,50 <sup>b</sup>	273,37	3,21	334,50	0,24	2,86
Complexo enzimático 2	118,37 <sup>bc</sup>	105,37 <sup>ab</sup>	1,31 <sup>b</sup>	3,75 <sup>b</sup>	273,37	3,27	287,39	0,24	2,90
Complexo enzimático 3	137,12 <sup>a</sup>	114,87 <sup>ab</sup>	1,43 <sup>ab</sup>	5,12 <sup>b</sup>	280,50	3,39	371,75	0,26	2,95
Complexo enzimático 4	132,87 <sup>ab</sup>	109,25 <sup>ab</sup>	1,39 <sup>b</sup>	4,25 <sup>b</sup>	274,62	3,49	293,00	0,25	2,80
Média	122,16	113,37	1,40	5,27	276,16	3,36	326,96	0,25	2,80
EPM <sup>(2)</sup>	2,592	4,087	0,020	0,310	2,771	0,051	9,756	0,003	0,064
<sup>(3)</sup> CV (%)	10,72	22,13	8,51	27,59	7,24	9,86	19,723	8,04	16,16

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> Erro padrão médio.

<sup>(3)</sup> CV: Coeficiente de variação.

<sup>(4)</sup> ALT - Alanina amino-transferase

<sup>(5)</sup> AST – Aspartato amino-transferase

A baixa atividade enzimática da ALT proporcionada pelas enzimas e pelo CN no fígado pode estar relacionada ao fato de diversas aves com desordens hepáticas apresentarem alterações nos níveis séricos de ALT. Em alguns animais, a sua atividade é tão baixa que não pode ser detectada pelos analisadores (CAMPBELL, 2007).

Outro fator conexo à baixa atividade de ALT pode estar relacionado à sua função de catalisar a transaminação reversível do L-alanina e o 2-oxoglutarato a piruvato e L-glutamato (DANESHYAR et al., 2009). Para realizar tal função, é necessário o uso de um cofator, o piroxidal 5 fosfato (PP), que se encontra no soro em quantidades suficientes para garantir a atividade máxima da ALT (LIMEIJ et al., 2008).

Esta observação confirma o nível baixo de ALT proporcionado pelas enzimas no presente trabalho, já que, possivelmente, o nível do cofator deveria ser insuficiente. Outros fatores como variações fisiológicas, incrementando os seus valores com a idade também podem estar diretamente ligada à baixa atividade de ALT (THRALL et al., 2004; GRUNKEMEYER, 2010).

No entanto, como a maior concentração de ALT em frangos está presente no fígado, rim, pulmão e coração, torna-se controverso a interpretação de seus valores em frangos de corte (HARR et al., 2002; THRALL et al., 2004; GRUNKEMEYER, 2010).

Os valores de glicose do presente trabalho foram semelhantes em todos os tratamentos, apresentando valores próximos do recomendado de 30 a 270 mg dL<sup>-1</sup> (SCHMIDT et al., 2007). Tais resultados demonstraram que o metabolismo da glicose não apresentou alteração na insulina e pelo glucagon, uma vez que a insulina é sintetizada nas células betas do pâncreas e o glucagon pelas células alfas.

Segundo Bahamn et al. (2011), a glicose entre os vários metabólitos são usados com combustível para oxidação respiratória e metabolismo do cérebro. Seu nível sanguíneo pode indicar falhas na homeostasia (VALLER et al., 2008). Em aves sob alimentação sem deficiência ou excesso de energia, geralmente, a glicose não é considerada um indicador de nível energético, contudo, se faz vital para necessidade energética do organismo, o que justifica sua inclusão no perfil metabólico (REVIDATTI et al., 2002).

O resultado normal de glicose comprova que não houve estresse crônico, ou problemas com diabetes mellitus (GONZALES & SILVA, 2003). Da mesma forma, não houve problema de glicemia que geralmente diminui com a idade e está ligada à deficiência de energia (GRUNKEMEYER, 2010).

Os valores observados de proteína total foram semelhantes em todos os tratamentos e estiveram de acordo com o recomendado de 2,5 a 4,5 G dL<sup>-1</sup> (LPA-UN, 2010), demonstrando que as aves conseguiram manter sua viscosidade sanguínea de acordo com a normalidade (KERR, 2003). Campbell (2007) relata que a contagem de proteínas totais é indicador do estado de saúde das aves, sendo o plasma constituído de uma mistura de proteínas, dentre elas, a albumina, enzimas, proteínas específicas de transporte, fatores de coagulação, entre outras.

Segundo Batina et al. (2005), as proteínas totais estão envolvidas em múltiplas funções, como manutenção da pressão osmótica e da viscosidade do sangue, transporte de nutrientes, metabólitos, hormônios entre outros (OGUZ et al., 2002). Sua síntetização ocorre geralmente no fígado, sendo que a taxa diretamente ligada ao estado nutricional do animal, especialmente os níveis proteicos e com a funcionalidade hepática (KERR, 2003).

As concentrações de proteínas totais diminuídas estariam relacionadas à falhas hepáticas, transtornos intestinais ou a deficiência na alimentação, enquanto o seu aumento estaria relacionado à desidratação por hemoconcentração (PAPAIOANNOU et al., 2004). Geralmente, animais mais velhos possuem teores de proteínas sanguíneas maiores e, talvez, por apresentarem maior eficiência metabólica na utilização da proteína à fração proteica pode ser responsável pelo aumento (BUSH, 2004).

Os valores de aspartato amino-transferase (AST) foram semelhantes entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ) e dentro do recomendado para frangos de corte (100 a 350 UI<sup>-1</sup>) (LPA-UN, 2010). Nas aves, o aspartato aminotransferase é considerado uma enzima citoplasmática presente nos tecidos, como o músculo cardíaco, cérebro, rim e principalmente o fígado quando está em estágio final e pode produzir pouco hepatocelular, resultando em níveis de AST normais ou diminuídos (CAMPBELL, 2007; SCHMIDT et al., 2007).

Os resultados de creatina foram semelhantes em todos os tratamentos e se encontraram dentro dos valores normais recomendado de 0,1 a 0,4 mg dL<sup>-1</sup> (LPA-UN, 2010). Sua concentração sanguínea geralmente baixa em aves e tem pouco valor diagnóstico, pois a creatina é excretada pelos rins das aves antes de ser convertida em creatinina (CAMPBELL, 2007).

Os valores de ácido úrico (Tabela 11) foram semelhantes em todos os tratamentos e se encontraram dentro dos valores normais recomendado de 2 a 7 mg dL<sup>-1</sup> por (LPA-UN, 2010).

Segundo Eckersall (2008), a ureia é sintetizada no fígado através do catabolismo dos aminoácidos e seus níveis geralmente são analisados em relação ao nível de proteína na dieta.

A ureia possui função importante e sensível da ingestão de proteína, pois uma dieta baixa em proteínas pode causar diminuição nos níveis sanguíneos de ureia e albumina e o aumento nos níveis da ureia pode estar relacionado à alimentação excessiva da proteína ou de fontes de nitrogênio não proteico (VALLER et al., 2008).

#### **4. Conclusão**

As reduções nutricionais nas dietas de aves afetam o desempenho, características de carcaça e perfil bioquímico. A suplementação dos complexos enzimáticos não foi eficiente na liberação dos nutrientes quando se utiliza matriz com severas reduções.

## Referências Bibliográficas

- AURELI, R.; FARUK, M.U.; CECHOVA, L.; PEDERSEN, P.; FRU, F.; BROZ, J. (2011). The efficacy of a novel microbial 6-phytase expressed in *Aspergillus oryzae* on the performance and phosphorus utilization in broiler chickens. *Int. J. Poultry Science*, 10: 160-168.
- AVILA, E.; ARCE, J.; ARCE, C.; SOTO, F.; ROSA, M.; CECCANTINI, MCINTYRE, D.R. (2012). McIntyre Evaluation of an enzyme complex containing nonstarch polysaccharide enzymes and phytase on the performance of broilers fed a sorghum and soybean meal diet. *The Journal of Applied Poultry Research*, 21 (2): 279-286.
- ADEYEMI, O. A.; ERUVBETINE, D.; OGUNTONO, M.; DIPEOLU, M.; AGUNBIANDE, M. (2013). Feeding broiler chicken with diets containing whole cassava root meal fermented with rumen filtrate. *Archivos de Zootecnia*, 57: 247- 258, 2013.
- ALAM, M.J.; HOWLIDER, M.A.R.; PRAMANIK, M.A.H. et al. (2003). Effect of exogenous enzyme in diet on broiler performance. *International Journal of Poultry Science*, v.2, n.2, p.168-173, 2003.
- BACILA, M. **Bioquímica veterinária**. 2.ed. São Paulo: Robe, 2003. 583p
- BAHAMN, A.H.; ALREZA, T.; SIAMAK, A.R. (2011). Comparative Study on Blood Profiles of Indigenous and Ross-308 Broiler Breeders. *Global Veterinaria*, 7 (3): 238-241, 2011.
- BATINA, P.N.; LOPES, S.T.A.; SANTURIO, J.M.; SOUZA, C.; MARTINS, D.B. (2005). Efeitos da adição de montmorilonita sódica na dieta sobre o perfil bioquímico de frangos de corte intoxicados com aflatoxina. *Ciência Rural*, v.35, p.826-831, 2005.
- BERCHIERI, A.; SILVA J.D.; SESTI, K.; ZUAMASE, M.A. (2009). **Doenças das Aves**. 2 ed., FACTA, Brasil, 2009. 1. 104p.
- BRANDÃO, P.A.; COSTA, P.G.P.; BRANDÃO, J.S.; SILVA, J.H.V. Efeito da adição de fitase em rações de frangos de corte, durante as fases de crescimento e final. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.31, n.2, p.492-498, 2007
- BRITO, C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; DIONÍZIO, M.A.; CARVALHO, D.C.O. (2006). Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.35, n.2, p.457-461, 2006.
- BONATO, E. L.; ZANELLA, I.; ROSA, A. P. (2001). Efeito da adição de enzimas em dietas com níveis crescentes de farelo de arroz integral sobre o desempenho de frangos de corte. In: **CONFERÊNCIA APINCO 2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, 2001, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 2001. p. 32.

- BORSA, A.; KOHAYAGAWA, L.P.; BORETTI, M.E.; et al. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.675-677, 2006.
- BUSH, B.M. **Interpretação de resultados laboratoriais para clínicos de pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2004. 376p.
- CAFÉ, M.B.; BORGES, C.A.; FRITTS, P.W. (2002). Avizyme improves performance of broilers fed corn-soybean meal-based diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, 11: 29-33, 2002.
- CARDOSO, D. M.; MACIEL, M. P.; SILVA, F. V.; REIS, S. T.; AIURA, F.S. (2011). Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 232, p. 1053-1064, 2011.
- CAMPBELL, T.W. Bioquímica clínica de aves. (2007). In: THRALL, M.A. et al. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. São Paulo: Roca, 2007. p.415-435
- CARVALHO, J. C. C.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; RODRIGUES, P. B.; PEREIRA, R A. N. (2009). Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 292-298, 2009.
- COSTA, F. G. P.; CLEMENTINO, R. H.; JÁCOME, I. M. T. D. (2007). Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 5, n. 2, p. 63-71, 2007.
- COTTA, T.; TORRES, D. M.; OLIVEIRA, A.I. G. (2002). Efeitos da adição de um complexo enzimático sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**. 26: 852-857, 2002.
- COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. (2005). Carbohydrases, protease, and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. **Poultry Science**, 84,1860-1867, 2005.
- COWIESON, A. J.; RAVINDRAN, V. (2008). Effect of exogenous enzymes in maize-based diets varying in nutrient density for young broilers: growth performance and digestibility of energy, minerals and amino acids. **British Poultry Science**, v.49, n.1, p.37-44, 2008.
- CRESPO, N, ESTEVE, G. (2001). Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. **Poultry Science**. 80:71–78.
- DANESHYAR, M.; KERMANSHANI, H.; GOLIAN, A. (2009). Changes of biochemical parameters and enzyme activities in broiler chickens with cold-induced ascites. **Poultry Science**. 2009, Jan;88(1):106-110. doi: 10.3382/ps.2008-00170.
- ELAIB, H.A.A.; ELBAGIR, M.; NABIELA, S.A.; GINAWI, T. (2012). Effect of Natural Spices on Plasma Proteins in Broiler Chicks. **The Journal of nutrition & food sciences**, 2012, 2:7.

- ECKERSALL, P. D. Proteins, Proteomics, and the Dysproteinemias. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6 ed. London: Academic Press, 2008. cap. 5, p. 117-155, 2008
- FERNANDES, J. I. M; OUTUTUMI<sup>2</sup>, L. K; FERREIRA<sup>1</sup>, P. W; MACORIM<sup>1</sup>, F; TRIQUES, G. E. (2010). Efeito da adição de enzimas em dietas a base de milho e soja para frangos de corte. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 13, n. 1, p. 25-31, jan./jun. 2010.
- FISCHER, G.; MAIER, J. C.; RUTZ, F. (2002). Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas á base de milho e farelo de soja, com ou sem a adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, p. 402–410, 2002.
- FRANCESCH, M.; GERAERT, P. A. (2009). Enzyme complex containing carbohydrases and phytase improves growth performance and bone mineralization of broilers fed reduced nutrient corn-soybean-based diets. **Poultry Science**, (2009) 88 (9): 1915-1924.
- GAO, F.; JIANG, Y.; ZHOU, G.H. et al. (2008). The effects of xylems supplementation on performance, characteristics of the gastrointestinal tract, blood parameters and gut microflora in broilers fed on wheat-based diets. **Anim. Feed Science. Technol.**, v.142, p.173-184, 2008.
- GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F. et al. (2000). Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral entrosada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1414-1426, 2001.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 220p.
- GRACIA, M.I.; ARANIBAR, M.J.; LAZARO, P. MENDEL, G.G. (2003). Alfa-amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, 82: 436-442.
- GRUNKEMEYER, V. L. (2010). Advanced diagnostic approaches and current management of avian hepatic disorders. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, Texas, v. 13, n. 3, p. 413–427, 2010.
- HARR, K. E. (2002). Clinical chemistry of companion avian species: a review. **Veterinary Clinical Pathology**, Santa Barbara, v. 31, n. 3, p. 140–151, 2002.
- HAJATI, H. (2010). Effects of Enzyme Supplementation on Performance, Carcass characteristics, Carcass Composition and Some Blood Parameters of Broiler Chicken. **Am. Journal of Veterinary and Animal Sciences**, 5 (3): 221-227, 2010.
- IJI, P. A.; KHUMALO, K.; SLIPPERS, S.; GOUS, R. M. (2003). Intestinal function and body gro-wth of broiler chickens on diets based on maizedried at different temperatures

and supplemented with a microbial enzyme. **Reproduction Nutrition Development**, v. 43, n. 1, p. 77-90, 2003.

IWAHASHI, A.S.; TASSONE, F.; HAGERMAN, R.J.; YAUI, D.; PARROT, G.; NGUYEN, D. (2011). Utilização de complexo enzimático em rações para codornas de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 3, set. 2011.

KANNAN. D.; SEMTHILKUMAR, M.; MANI, K. (2013). Effect of saturated and unsaturated fat on the performance, serum and meat cholesterol level in broilers. **Vetworld**, 2013.159-162

KERR, M. G (2003). Substâncias nitrogenadas. In: **Exames laboratoriais em medicina veterinária: bioquímica clínica e hematologia**. 2.ed. São Paulo: Roca.

KIDD, M.T.; MORGAN, G.W.J.; ZUMWALT, C.D.(2001). Alfa-Galactosidase enzyme supplementation to corn and soybean meal broiler diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p.186-193, 2001.

Laboratorio de Patología Aviar, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, (LPA-UN). Registros, historias clínicas 2003-2010.

LOOP, K.G.S.; LILLY, L.K.; SHIRES, C.K.; GEHRING, K.R.; BEAMAN, M. E.; MORITZ, J.S. (2012). The phytase analytical activity of pelleted diets may not adequately describe efficacy in the Bird. **The Journal of Applied Poultry Research**, 21 (3): 492-501 DOI:10.3382/japr.2011-00384, 2012.

LUMEIJ, J.T. (2008). Avian clinical biochemistry, p.839-872. In: Kaneko J.J., Harvey J.W. & Bruss M.L. (Eds). **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. Elsevier, San Diego, CA.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

MARIAM, A. E. Y.; MUKHTAR, A. M.; MOHAMED, K. A. (2013). The effect of feeding broiler chicks on prosopis pods flour supplemented with combinations of microbial xylan and phytase enzymes. **Journal of Current Research in Science**, (ISSN 2322-5009) 2013, Vol. 1, No. 2, pp:90-95.

MARIN, F.P.; RIVEIRA, S.; FINOL, G.; MAVAREZ, Y. (2003). Aflatoxina B1, selenio y saccharomyces cerevisiae em la respuesta inmune de pollos de engorde em el estado zulia, venezuela. **Revista Científica**, v.13, n.5, p.360-370, 2003.

MACIEL, R. M.; LOPES, S.T.A.; SANTURI, J.M.; MATINS, D.B.; ROSA, A.P.; EMANUELLI, M.P. (2007). Função hepática e renal de frangos de corte alimentados com dietas com aflatoxinas e clinoptilolita natural. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 42, n.9, p. 1221-1225, 2007.

- NOVAK, C. L.; YAKOUT, H. M.; REMUS, J. (2008). Response to varying dietary energy and protein with or without enzyme supplementation on leghorn performance and economics. 2. Laying Period. **Journal of Applied**, 2008.
- OGUZ, H.; KURTOGLU, F.; KURTOGLU, V.; BIRDANE, Y.O. (2002). Evaluation of biochemical characters of broiler chickens during dietary aflatoxin (50 and 100 ppb) and clinoptilolite exposure. **Research in Veterinary Science**, Amsterdã, n.73, p.101-103, 2002.
- OLUKOSI, O.A. et al. (2007). Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, v.86, p.77-86, 2007.
- OSERA, R. H.; DALANEZI, J. A.; JUNQUEIRA, O. M. Efeito da inclusão de enzimas digestivas sobre o rendimento de partes nobres de frangos de corte. **PUBVET**, v. 2, n. 23, 2008. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/textophp?id:250>>. Acesso em: 23 de outubro de 2014.
- PAPAIIOANNOU, D.S. et al. (2004). A field study on the effect of dietary use of a clinoptilolite-rich tuff, alone or in combination with certain antimicrobials, on the health status and performance of weaned, growing and finishing pigs. **Research in Veterinary Science**, n.76, p.19-29, 2004.
- PEREZ, M.; PIAD, R.; MILLIAN, G.; FELIPE, M.G.; FERREIRA, A. of a crude enzymatic from *Bacillus licheniformis* E-44 and evaluation in the hydrolysis of *Saccharomyces cerevisiae* cell walls. **Enzyme and Microbial Technology**, v.40, n.3, p.452-455, 2007.
- PINHEIRO, D.F.; CRUZ, V.C.; SARTORI, J.R.; VICENTINO PAULINO, M.L.M. (2004). Effect of early feed restriction and enzyme supplementation on digestive enzyme activities in broilers. **Poultry Science**, v.83, p.1544-1550, 2004.
- PIRGOZLIEV, V.; BEDFORD, M.R.; ACAMOVIC, P.; ALLYMHR, M. (2011). The effects of supplementary bacterial phytase on dietary energy and total tract amino acid digestibility when fed to young chickens. **British Poultry Science**, 52: 245-254.
- PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES P. B.; BERTECHINI, A. G.; NASCIMENTO, G. A. J.; LIMA, R. R.; SILVA, L. R. (2010). Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1272-1279, 2010.
- PUCCI, L. E.A.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; CARVALHO, E. M. (2013). Níveis de óleo e adição de complexos enzimáticos na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n.4, p. 909-917, 2013.
- REVIDATTI, F.A.; FERNANDEZ, R.J.; TERRAES, J.C. et al. (2002). Modificaciones del peso corporal y indicadores de estrés en pollos parrilleros sometidos a inmovilización y volteo. **Revista Veterinaria Argentina**, v.12, n.1, p.11-14, 2002.

- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; BARBOZA, W.A.; TOLEDO, R.S. (2003). Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.171-182, 2003.
- ROTAVA, R.; ZANELLA, I.; KARKOW, A. K.; DULLIUS, A. P.; DA SILVA, L. P. D.; DENARDIN, C. C. Bioquímica sanguínea de frangos de corte alimentados com subprodutos da uva. **Agrarian**, v. 1, n. 1, p. 91-104, 2008.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. (2011). Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: **Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3.ed. VIÇOSA: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- RUTHERFORD, D. J. et al. (2007). Outcome of lag-screw treatment of incomplete fractures of the frontal plane of the radial facet of the third carpal bone. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 55, n. 2, p. 94-99, 20.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. (2007). **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Funep, Jaboticabal, 2007.
- SANTOS, F.R. et al. (2008). Effect of phytase supplementation in diets on nutrient digestibility and performance in broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, v.17, p.191-201, 2008.
- SCHMIDT, E.M.S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A.C. (2007). Patologia clínica em aves de produção – uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.12, p.9-20, 2007.
- Shaw AL, Hess JB, Blake JP and Ward NE. (2011). Assessment of an experimental phytase enzyme product on live performance, bone mineralization and phosphorus excretion in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, 20 (4): 561-566.
- SHIRLEY, R.B.; EDWARDS JUNIOR, J.A. (2003). Graded levels of phytase past industry standards improves broilers performance. **Poultry Science**, v.82, p.671-680, 2003.
- SILVA, C. R.; DELATORRE, A. B.; MARTINS, M. L. L. Effect of the culture conditions on the production of an extracellular protease by thermophilic *Bacillus* sp. and some properties of the enzymatic activity. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.38, p.253-258, 2007.
- SOUZA, H. Q.; OLIVEIRA, L. A.; ANDRADE, J. S. (2010). Seleção de Basidiomycetes da Amazônia para produção de enzimas de interesse biotecnológico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 28: 116-124, 2010.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. (2002). User's guide. Version 8.0. Cary: SAS Institute, 2002.
- STRADA, E.S.O.; ABREU, R. D., OLIVEIRA, G. J.C. et al. (2005). Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 34(6):2369-2375, 2005.

- TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ideal de nutrientes. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.30, p.809-816, 2001.
- TORRES, D.M.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. (2003). Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, p.1401-1408, 2003.
- THRALL M. A.; BAKER, D. C.; CAMPBELL, T. W. et al. (2004). **Veterinary Hematology and Clinical Chemistry**. Lippincott: Williams & Wilkins, 2004. 618p.
- TOLEDO, G.S.P.; COSTA, P.T.C.; SILVA, J.H.; CECCANTINI, M. POLLETO JUNIOR, C. (2007). Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.518-523. 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. (2000). **SAEG Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas: manual do usuário**. Versão 8.0. Viçosa, 2000. 142 p.
- VALLER, S. F.; ALLGAVERN, M. C.; PEREIRA, R. A.; BARCELLOS, L. J. G.; HLAVAC, N. R. C. Serum biochemical parameters of healthy male, female and Young blue-and-yellow macaws (*Ara ararauna*) bred in captivity. **Ciência Rural**, v.38, n.3, p. 711-716, mai-jun, 2008.
- VIANA, M. T. S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; BARETO, S.L.T.; SILVA, E.A.; FLORENTINO, W.M. (2009), Efeito da suplementação de enzima fitase sobre o metabolismo de nutrientes e o desempenho de poedeiras, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 6, p. 1074-1080, 2009.
- WANG, Z.R.; OIAO, S. Y.; LU, W. O.; LI, D. F. (2005). Effects of enzyme supplementation on performance nutrient digestibility gastrointestinal morphology and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science**, 84: 875-881, 2005.
- WEST, M.L.; CORZO, A.; DOZIER, W.A. III. et al. Assessment of dietary rovbio excel® in practical united states broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**. v.16, p. 313-321. 2007.
- YU, B. CHUNG, T.K. (2004). Effects of multipleenzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **Journal. Appl. Poultry Res.**, 13: 178-182, 2004.
- YU, G. H.; HE, P. J.; SHAO, L. M.; LEE, D. J. (2007). Enzyme activities in activated sludge flocs. **Applied Microbiology and Niotechnology**, 77(3): 605-6012.