

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PROTEASE MONOCOMPONENTE OBTIDA A PARTIR DE *Bacillus licheniformis* PWD-1 EM DIETAS COM DIFERENTES VALORIZAÇÕES NUTRICIONAIS PARA FRANGOS DE CORTE

André Luís Machado Carneiro
Orientador: Prof. Dr. José Henrique Stringhini

GOIÂNIA

2017



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Nome completo do autor: André Luis Machado Carneiro

Título do trabalho: Protease monocomponente obtida a partir de *Bacillus licheniformis* PWD-1 em dietas com diferentes valorizações nutricionais para frangos de corte

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



 Assinatura do (a) autor (a) ²

Data: 28 / 03 / 2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

²A assinatura deve ser escaneada.

ANDRÉ LUÍS MACHADO CARNEIRO

PROTEASE MONOCOMPONENTE OBTIDA A PARTIR DE *Bacillus licheniformis* PWD-1 EM DIETAS COM DIFERENTES VALORIZAÇÕES NUTRICIONAIS PARA FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Zootecnia junto à Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás.

Área de concentração:

Produção animal

Orientador:

Prof. Dr. José Henrique Stringhini – EVZ/UFG

Comitê de Orientação

Prof. Dr. Marcos Barcellos Café – EVZ/UFG

Prof^ª. Dra. Fabyola Barros de Carvalho – EVZ/UFG

GOIÂNIA

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Carneiro, André
PROTEASE MONOCOMPONENTE OBTIDA A PARTIR DE
Bacillus licheniformis PWD-1 EM DIETAS COM DIFERENTES
VALORIZAÇÕES NUTRICIONAIS PARA FRANGOS DE CORTE
[manuscrito] / André Carneiro. - 2017.
LIX, 59 f.

Orientador: Prof. Dr. José Stringhini; co-orientador Dr. Marcos
Café; co-orientador Dr. Fabyola Carvalho.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Goiânia, 2017.

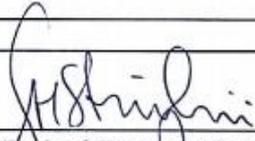
Bibliografia.
Inclui tabelas, lista de tabelas.

1. Avicultura. 2. Desempenho. 3. Enzima. 4. Rendimento. 5.
Protease. I. Stringhini, José, orient. II. Título.

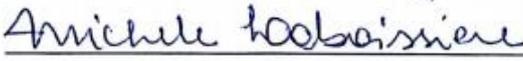
CDU 635

ATA NÚMERO 39 DA SESSÃO DE JULGAMENTO DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO (A) ALUNO **André Luís Machado Carneiro** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA DA ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Aos 25/01/2017, a partir das 09h00min na sala de Reuniões do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, nesta Capital, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada "**Protease monocomponente obtida a partir de Bacillus licheniformis pwd-1 em dietas com diferentes valorizações nutricionais para frangos de corte**", apresentado para obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**, junto à área de Concentração: Produção Animal. Os trabalhos foram instalados pelo (a) Presidente da Comissão Julgadora, Orientador (a) **Prof. Dr. José Henrique Stringhini**, com a participação dos demais membros da Banca Examinadora, **Profa. Dra. Michele Laboissière - UEG/GO** e **Profa. Dra. Nadja Susana Mogyca Leandro**. Iniciando os trabalhos, a Presidente concedeu a palavra ao (a) candidato (a) **André Luís Machado Carneiro**, para exposição em **QUARENTA MINUTOS** do seu trabalho. A seguir, o senhor Presidente concedeu a palavra, pela ordem, aos demais membros da banca, os quais passaram a arguir o (a) candidato (a), durante o prazo máximo de **VINTE MINUTOS**, assegurando-se ao mesmo, igual prazo para responder aos Senhores Membros da Banca Examinadora. Ultimada a arguição, que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento, considerando o(a) candidato (a) APROVADO (aprovado/reprovado) pelos seus membros. Proclamados os resultados da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar lavrou-se a presente ata que, após lida e achada conforme vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.

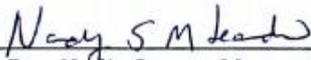
A Banca Examinadora aprovou a seguinte modificação no título da dissertação:



Prof. Dr. José Henrique Stringhini
(Presidente da Banca)



Profa. Dra. Michele Laboissière - UEG/GO



Profa. Dra. Nadja Susana Mogyca Leandro

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, pela formação e apoio.
Aos meus irmãos e tia pelo incentivo.
À minha tia Magnólia Soares (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, pelo apoio e suporte durante todo este período.

Aos meus pais, Maria Machado e José Hener, que mesmo em alguns momentos não concordando muito com essa escolha que fiz, deram todo suporte e apoio, incluindo financeiro durante o período de um ano em que fiquei sem a bolsa, para que concluísse essa pós graduação.

Aos meus irmãos, Alberto Carneiro e Arnaldo Carneiro, e Cislene Freitas por todo o apoio. À minha querida tia Ildeth dos Reis que mesmo de longe me ajudou a percorrer todo esse caminho até a defesa e veio de tão longe somente para assistí-la. A Bárbara Mota por sempre estar disposta a ouvir minhas lamentações e alegrias.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Henrique Stringhini, pelo apoio desde o dia da inscrição para a prova até a apresentação do trabalho final nessa defesa. Obrigado por compartilhar seu conhecimento sobre o assunto comigo e por me fornecer ferramentas para conseguir finalizar essa dissertação.

Aos meus co-orientadores, Prof. Dr. Marcos Barcellos Café e Prof^ª Dr^ª Fabyola Barros de Carvalho e também ao Prof. Dr. Emmanuel Arnhold e a Prof^ª Dr^ª Nadja Susana Mogyca Leandro, pela ajuda que puderam dar em todos os momentos que os procurei e a todos os outros professores que me ajudaram de alguma forma. Em especial à Prof^ª Dr^ª Ângela Adamski que mesmo minha pesquisa não sendo da sua área, me deu todo apoio, incentivo e amizade que precisei durante a pós graduação.

Ao Éder Fernandes e Miron de Paiva pela ajuda durante as análises no Laboratório de Nutrição Animal. Ao Felipe, Charles e Kelly por todo o apoio durante a execução desse trabalho no Aviário Escola e no Aviário Experimental.

À Novus, representada por Juan Ruiz e Raquel Araújo, por tornar possível a chegada a esse resultado final. À empresa São Salvador Alimentos S.A. (Super Frango), em especial a Roberto Moraes Jardim Filho por toda contribuição dada a essa pesquisa.

Aos alunos de graduação Luiz Brito, Aylana, Joyce, Marcela Fernandes e Billy Noronha que me ajudaram desde o início montando os boxes, até o final com o abate e posterior limpeza do galpão. Também agradeço a todos os outros que ajudaram em alguma etapa desse caminho.

Aos pós graduandos, hoje mestres e doutores, Deborah Carvalho, Julyana Machado, Raiana Noleto, Aleane Cordeiro, Cristielle Souto, Pedro Rezende, Maryelle Durães, Fernanda Castejon e Mariana Mesquita por toda ajuda que me deram, seja durante o experimento ou

rodando a estatística e redigindo a dissertação. Um agradecimento especial para o pós graduando Genilson Bezerra Carvalho que foi de extrema importância para o início e fim desse trabalho. Sem sua ajuda, principalmente durante o alojamento coincidindo com o falecimento de uma tia muito querida, nada disso teria sido possível. Muito obrigado.

Agradeço também aos amigos que fiz durante o período de aulas e quero manter contato sempre: Izabela Cruvinel, Sydney Gonzales, Renata Vaz, Hyara Paula, Kamilla Martins e Edmee Curado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e a FUNAPE pelo apoio financeiro ao trabalho.

A Universidade Federal de Goiás, ao seu corpo docente, direção e administração por todo o trabalho e tempo dedicado em suas funções para atender as minhas necessidades.

A querida Léia Ramos, da Associação Goiana de Avicultura (AGA) que sempre que precisei esteve presente dando uma palavra de conforto, uma ideia ou ajuda em alguma tomada de decisão e até mesmo puxões de orelha. Obrigado por tudo.

A Crenilda Neves, da Associação Goiana de Suinocultores (AGS) que sempre me apoiou e ajudou de alguma maneira durante o período de aulas, experimento e escrita.

E por último, mas não menos importante, a todos os M.A.s – Melhores Amigos (Bárbara Hess, Bruno Carneiro, Natalia Magalhães, Marina Rodrigues, Lia Sayuri, Pollyana de Oliveira, Ramon Mesquita, Mônica Schroff, Jordana Leão, Jaqueline de Assis), pelo apoio incondicional durante minha jornada.

Meus sinceros agradecimentos.

*“Não importa quem você é.
Não importa o que você fez.
Não importa de onde você veio.
Você sempre pode mudar.
Transformar-se em uma versão melhor de si mesmo.”*
Madonna

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	16
1. ENZIMAS.....	16
1.1 Fatores que afetam a utilização de enzimas pelas aves	18
1.2 Protease.....	18
REFERÊNCIAS	20
CAPÍTULO 2. DESEMPENHO E RENDIMENTO DE CARCAÇA DE FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO PROTEASE E COM VALORIZAÇÃO DA MATRIZ NUTRICIONAL.....	23
RESUMO	23
ABSTRACT	24
1. INTRODUÇÃO	25
2. MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1 Dietas experimentais.....	27
2.2 Matriz Nutricional da Enzima Cibenza DP100	27
2.3 Manejo experimental e Instalações.....	33
2.4 Medidas de desempenho.....	33
2.5 Rendimento de carcaça, peito e gordura abdominal	34
2.6 Fator de produção e custo de produção	35
2.7 Delineamento estatístico	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
3.1 Resultados de desempenho	36
3.1.1 Resultado de consumo de ração, peso médio final, ganho de peso, conversão alimentar, fator de produção e custo de produção	36
3.2 Resultados de rendimento ao abate	39
4. CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	43
CAPÍTULO 3. METABOLIZABILIDADE DE NUTRIENTES PARA FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS SUPLEMENTADAS COM A ENZIMA PROTEASE E DIFERENTES AJUSTES NUTRICIONAIS	46
RESUMO	46
ABSTRACT	47
1. INTRODUÇÃO	48
2. MATERIAL E MÉTODOS	49
2.1 Dietas experimentais.....	49
2.2 Manejo experimental e Instalações.....	50

2.3	Metabolizabilidade dos nutrientes	52
2.4	Delineamento estatístico	52
3.	RESULTADO E DISCUSSÃO	53
4.	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS	56
	CAPÍTULO 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 -	Efeito da adição de protease sobre as características de desempenho e digestibilidade de dietas para aves (*Efeito em relação à mesma dieta sem uso da enzima).....	20
-------------------	---	----

CAPÍTULO 2

Tabela 1 -	Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal pré-inicial (1-7 dias) para tratamento controle, valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes.....	28
Tabela 2 -	Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal inicial (8 – 21 dias) para tratamento controle, valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes.....	29
Tabela 3 -	Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal crescimento 1 (22 – 28 dias) para tratamento controle, valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes.....	30
Tabela 4 -	Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal crescimento 2 (29 – 35 dias) para tratamento controle, valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes.....	31
Tabela 5 -	Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal final (36 – 42 dias) para tratamento controle, valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes.....	32
Tabela 6 -	Médias de Peso Médio, Ganho de Peso, Consumo de Ração e Conversão Alimentar, de frangos de corte, nos períodos de 1 a 7 dias, 1 a 21 dias e 1 a 42 dias de idade, considerando a interação enzima X valorização.....	37
Tabela 7 -	Custo de produção aos 42 dias de idade.....	39
Tabela 8 -	Resultados do rendimento de fígado, coração, moela e gordura abdominal em relação ao peso vivo aos 42 dias de idade.....	41
Tabela 9 -	Resultados do rendimento da carcaça inteira, fígado, coração, moela e gordura abdominal em relação ao peso da carcaça aos 42 dias de idade.....	42

CAPÍTULO 3

Tabela 1 -	Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal inicial (8 – 21 dias) para tratamento controle valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes.....	51
Tabela 2 -	Balanço matéria seca, balanço de nitrogênio, retenção de matéria seca, retenção de nitrogênio, metabolizabilidade da matéria seca, metabolizabilidade do N para rações de frangos alimentados com dietas suplementadas com a enzima protease, valorizadas 1 ou 2 vezes, no período de 17 a 21 dias.....	55

LISTA DE QUADROS**CAPÍTULO 2**

Quadro 1	Matriz nutricional da enzima protease utilizada para valorização das dietas.....	33
-----------------	--	----

CAPÍTULO 3

Quadro 1	Matriz nutricional da enzima protease utilizada para valorização das dietas.....	50
-----------------	--	----

RESUMO

PROTEASE MONOCOMPONENTE OBTIDA A PARTIR DE *Bacillus licheniformis* PWD-1 EM DIETAS COM DIFERENTES VALORIZAÇÕES NUTRICIONAIS PARA FRANGOS DE CORTE

Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o efeito da adição da enzima protease 0,05% (Cibenza DP 100) em dietas para frangos de corte a base de milho e farelo de soja. Foram conduzidos dois experimentos com 5 tratamentos cada. Todas as rações foram elaboradas com milho e farelo de soja, diferenciando no seguinte: T1 - ração basal com a matriz da protease valorizada em duas vezes sem a enzima, T2 - ração basal com a matriz da protease valorizada em uma vez sem a enzima, T3 - ração basal, T4 - ração basal com a matriz da protease valorizada em duas vezes com a enzima e T5 - ração basal com a matriz da protease valorizada em uma vez com a enzima. O primeiro experimento foi realizado com 1280 pintos da linhagem Cobb500 de 1 a 42 dias e o segundo com 120 pintos alojados em baterias de gaiolas de 17 a 21 dias para ensaio de digestibilidade. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo no experimento 1 a localização da parcela experimental dentro do galpão, com cinco tratamentos e oito repetições cada, contendo 32 aves por box. No experimento 2 o andar da gaiola foi o critério de distribuição dos blocos, com 5 tratamentos e 6 repetições cada, contendo 4 aves por gaiola. As variáveis analisadas nos experimentos 1 e 2 foram: digestibilidade, rendimento de carcaça, peito, coxas, asas, gordura abdominal e variáveis de desempenho. Os dados foram submetidos a análise de variância, avaliados por meio do programa R, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 10% de significância. No primeiro experimento, observou-se diferença estatística ($P < 0,10$) no peso médio final, ganho de peso e consumo de ração na fase pré-inicial com resultados benéficos com a suplementação da enzima com valorização em uma vez da matriz nutricional. Já no período de 1 a 21 dias, houve diferença estatística ($P < 0,10$) no consumo de ração e conversão alimentar, porém com resultados positivos para o tratamento controle. No rendimento de cortes, não houve nenhuma diferença estatística ($P > 0,10$) nos cortes mais utilizados, resultados semelhantes entre os tratamentos e o controle. Resultado diferente estatisticamente ($P < 0,10$) foi encontrado com a menor proporção de gordura abdominal na parcela alimentada com dieta suplementada com a enzima e matriz nutricional valorizada em uma vez. No segundo experimento, observou-se diferença estatística ($P < 0,10$) para balanço de nitrogênio sendo este positivo, resultando em maior retenção de nitrogênio com menor excreção no ambiente. A retenção de matéria seca também mostrou um resultado diferente estatisticamente ($P < 0,10$), com resultado positivo para a suplementação com a enzima juntamente com maior metabolizabilidade da matéria seca. Baseado nesse trabalho recomenda-se a suplementação da enzima protease juntamente com uma valorização da matriz nutricional, principalmente na fase pré-inicial, para que se tenha melhor peso médio final, melhor ganho de peso, menor consumo de ração, menor proporção de gordura abdominal, balanço positivo de nitrogênio e maior retenção de matéria seca. Nas outras fases de vida das aves (inicial, crescimento e final) a suplementação da enzima com a valorização da matriz nutricional também se mostrou benéfica, visto que os resultados em desempenho, rendimento de cortes e metabolizabilidade foram equivalentes ao do tratamento controle. As dietas tratamento são reduzidas em níveis nutricionais se comparadas com a dieta controle com o nível dietético ideal para as aves, isso acaba resultando em menor gasto com os nutrientes e mantendo uma alta produção.

Palavras-chaves: Avicultura, desempenho, enzima, rendimento.

ABSTRACT

MONOCOMPONENT PROTEASE OBTAINED FROM *Bacillus licheniformis* PWD-1 IN DIETS WITH DIFFERENT NUTRITIONAL VARIATIONS FOR BROILERS

The objective of this study was to evaluate the effect of adding the protease enzyme 0.05% (Cibenza DP 100) in diets for broilers based on corn and soybean meal with two nutritional matrices. Two experiments were conducted with 5 treatments with a basal corn and soybean meal diet: T1 – basal diet with valued protease matrix twice without the enzyme, T2 – basal diet with valued protease nutritional matrix once without enzyme, T3 – basal diet, T4 – basal diet with valued protease nutritional matrix twice with enzyme and T5 – basal diet with valued protease nutritional matrix once with enzyme. The first experiment was carried out with 1280 chicks Cobb500 strain of 1 to 42 days and the second experiment was carried out with 120 chicks housed in the first experiment, and the chicks were housed in battery cages from 17 to 21 days for digestibility study. The experimental design of the experiments was a randomized block, being in the first experiment the row in the experimental industrial shed the criteria for distribution of the blocks, with 5 treatments and 8 repetitions each containing 32 broilers per box. In the second experiment the floor of the cage was the criteria distribution of the blocks, with 5 treatments and 6 repetitions each containing 4 broilers per cage. The analyzed variables were: digestibility, carcass yield, rest, thighs, wings, abdominal fat and performance variables. In all treatments the data were subjected to analysis of variance, evaluated by the R program, and the means were compared by Tukey test at 10% significance. In the first experiment, it was observed a statistical difference ($P < 0.10$) in the final mean weight, weight gain and feed intake in the pre-initial phase with beneficial results with the enzyme supplementation with valued protease nutritional matrix once. In the period from 1 to 21 days, there was a statistical difference ($P < 0.10$) in feed intake and feed conversion, but with positive results for the control treatment. In the cut yield, there was no statistical difference ($P > 0.10$) in the most used cuts, similar results between the treatments and the control. Statistically different result ($P < 0.10$) was found with the lowest proportion of abdominal fat in the diet fed with diet supplemented with the enzyme and nutritional matrix valued at one time. In the second experiment, statistical difference ($P < 0.10$) was observed for nitrogen balance, which was positive, resulting in higher retention of nitrogen with lower excretion in the environment. The dry matter retention also showed a statistically different result ($P < 0.10$), with a positive result for the supplementation with the enzyme together with greater metabolizability of the dry matter. Based on this study, the protease enzyme supplementation is recommended along with a valued protease nutritional matrix once, in the pre-initial phase of life of the birds, in order to have a better final weight, better weight gain, lower feed intake, lower proportion of abdominal fat, positive nitrogen balance and higher dry matter retention. Based on this work, it is recommended to supplement the protease enzyme with a valued protease nutritional matrix, especially in the pre-initial phase, in order to have a better final weight, better weight gain, lower feed intake, lower abdominal fat ratio, positive nitrogen balance and higher dry matter retention. In the other stages of life of the birds (initial, growth and final) the enzyme supplementation with a valued protease nutritional matrix was also beneficial, since the results in performance, cut yield and metabolizability were equivalent to control. The treatment diets are reduced in nutritional levels if compared to control diet with ideal dietary level for the broilers, resulting in less expense with the nutrients and maintaining a high yield.

Keywords: Aviculture, enzyme, performance, yield cuts.

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo relatório anual da ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal) publicado em 2016, o Brasil foi o segundo maior produtor mundial de carne de frango, atrás apenas dos Estados Unidos. Ainda segundo esse relatório, nosso país foi o maior exportador de carne de frango em 2016, com mais de 4 mil toneladas¹, posição mantida desde 2004².

Ocorre o incremento na demanda de matérias-primas para produção de ração devido a expansão do setor². Por esta razão, todos os elos da cadeia de proteína animal visam soluções tecnológicas para garantir a produção sustentável em um modelo de criação moderna, diminuindo-se o ciclo de produção, aumentando rendimento e reduzindo custos e o impacto ambiental³.

O farelo de soja é a principal fonte de proteína adicionada nas dietas. Isto é mais evidente na produção de frangos de corte, que requer dietas mais densas com equilíbrio adequado de AA digestível. No entanto, o uso intensivo de farelo de soja tornou o setor de avicultura muito dependente desse ingrediente, elevando assim os custos de produção⁴. Assim, diminuir o nível de proteína da mesma é uma maneira de customizar os gastos com a produção da ração, pois sabe-se que a proteína, após a energia, é o nutriente mais oneroso no orçamento final⁵.

Outra maneira de moderar as despesas de alimentação de frangos de corte é aumentar a digestibilidade da proteína dos vários ingredientes utilizados na fórmula. As proteases endógenas não digerem todas as proteínas da dieta no intestino delgado⁶. Portanto, proteases exógenas podem amplificar o efeito das endógenas e, como tal, aumentam a digestibilidade de proteínas e aminoácidos^{7,8}.

1. ENZIMAS

As enzimas são moléculas altamente especializadas que atuam como catalisadores das reações em sistemas biológicos. Elas funcionam sob condições moderadas de temperatura e pH em soluções aquosas, e tem elevado grau de especificidade para os substratos e aceleram as reações químicas⁹.

A indústria avícola tem buscado melhorar o valor nutritivo das dietas das aves com suplementação enzimática. Também tem sido proposto o uso das enzimas comuns do

trato digestivo, como a protease, amilase e lipase, além de já utilizarem as enzimas convencionais xilanase, glucanase, fitase e mais recentemente, complexos de multcarboidrase^{8,10,11,12}.

Enzimas exógenas são classificadas como aditivos zootécnicos digestivos, segundo a Instrução Normativa (IN) Nº 13 de 2004 MAPA¹³.

A suplementação de enzimas é feita após uma análise cuidadosa do custo que vai acarretar com a inclusão destas na formulação das dietas. Existem três tipos de inclusão de enzimas na alimentação animal. O primeiro chamado de “*on top*”, no qual adiciona-se a enzima desejada na ração sem alterar em nada sua formulação padrão, com todos os nutrientes nos níveis exigidos pelo animal, visando melhorar o desempenho. No segundo tipo de inclusão, adiciona-se a enzima exógena em uma ração com os níveis nutricionais reduzidos para que ela restaure o valor nutricional da mesma a uma dieta padrão, objetivando a melhora do desempenho porém de forma mais econômica¹⁴.

Entretanto, de acordo com Barbosa *et al.*¹⁵, em dietas com níveis nutricionais adequados para as aves, a adição do complexo enzimático não proporciona incremento na digestibilidade dos nutrientes e, por conseguinte, no teor energético dos alimentos.

O terceiro tipo consiste em adicionar a enzima exógena após superestimar algum nutriente da dieta como a energia metabolizável de um ou mais ingrediente da ração¹⁶.

De acordo com Barbosa *et al.*¹⁵, a suplementação da combinação enzimática composta por xilanase, amilase, protease e fitase em dietas com níveis nutricionais reduzidos, promove melhora no aproveitamento dos nutrientes e na energia digestível da dieta, com reflexos positivos no desempenho das aves. Algumas enzimas do complexo xilanase, amilase, protease e fitase ou até mesmo as enzimas endógenas podem agir sobre o produto liberado após a ação de uma das enzimas do complexo enzimático sobre um substrato(alimento), resultando em melhor aproveitamento dos nutrientes do mesmo¹⁷.

Entretanto, a existência de mais de uma enzima na dieta, acarretará em várias atividades enzimáticas ao mesmo tempo, dificultando a interpretação mais precisa da atuação de uma enzima específica desse complexo no experimento¹⁷.

Estima-se que cerca de 400 a 450 kcal de energia por kg da dieta alimentar que não são digeridas pelas aves quando alimentadas com uma ração normal de milho-soja¹⁸. Uma combinação de gordura não digerida, proteína e amido contribui para esta perda de energia, e a utilização de enzimas exógenas pode ser uma boa estratégia para tornar esta energia disponível para as aves¹⁸.

As aves se beneficiam mais do uso de enzimas exógenas devido a apresentar um sistema digestório mais curto¹⁹. As paredes celulares vegetais podem provocar diminuição da viscosidade do conteúdo digestivo devido ao seu efeito de encapsulamento. Porém, Slominski²⁰ demonstrou que as enzimas conseguem aumentar o uso dos nutrientes pelas aves, hidrolisando os polissacarídeos não amiláceos e evitando o efeito negativo das paredes celulares vegetais.

As enzimas exógenas adicionadas além de terem como finalidade de amenizar os efeitos adversos de fatores antinutricionais dos ingredientes da ração, aumentar o valor energético de alimentos e tornar os nutrientes mais disponíveis para absorção, ainda complementam a ação de enzimas endógenas^{21,22}.

1.1 Fatores que afetam a utilização de enzimas pelas aves

A ação catalítica das enzimas que depende de vários fatores (concentração do substrato e da enzima, temperatura, variações de pH, umidade e presença de coenzimas e inibidores no local em que ocorrerá a reação), é um fator que pode influenciar na suplementação de enzimas nas dietas. Assim como os fatores antinutricionais de alguns alimentos que afetam a utilização das enzimas pelo animal²³.

Mesmo que o baixo pH do pró ventrículo das aves possa levar a inativação da enzima, o trânsito relativamente rápido nesse compartimento não causa a desnaturação da mesma¹⁹.

Além disso, animais mais jovens podem aproveitar melhor os nutrientes disponibilizados pela adição de enzimas, pois esses ainda não produzem enzimas endógenas suficientes por possuírem um trato digestório imaturo. Deve-se considerar também outros fatores como estado sanitário dos animais, temperatura ambiental, manejo, balanço eletrolítico, forma física e processamento térmico da ração, etc. que podem afetar a quantidade de nutrientes ingeridos pelo animal, diretamente ligado ao consumo de ração²³.

1.2 Protease

Com o constante aumento no custo das fontes de proteínas que elevam o custo das dietas de aves, a necessidade de se encontrar o melhor jeito de utilizar seu potencial

nutricional tem aumentado²⁴. O farelo de soja é considerado altamente digestível para aves, mas ainda há possibilidades de aumentar seu valor nutricional. Estudos têm relatado que as proteases endógenas sintetizadas e liberadas no trato gastrointestinal podem ser suficientes para aumentar a utilização da proteína da ração^{25,26}. Por outro lado, a digestibilidade da proteína bruta e aminoácidos das dietas das aves tem demonstrado que quantidades consideráveis de proteína passam pelo trato gastrointestinal sem serem completamente digeridas^{27,28,29}, portanto, as enzimas exógenas podem fortalecer as proteases produzidas pela ave e, como tal, aumentar a digestibilidade de proteínas e aminoácidos^{7,8}.

As proteases exógenas podem ser produzidas por plantas ou microrganismos, e em se tratando de inibidores de tripsina, as proteases fúngicas parecem ser menos efetivas²³.

A primeira protease comercial foi introduzida no mercado de alimentos para frangos na década de 1990, combinada com outras enzimas, com o objetivo de aumentar a energia e a digestibilidade de proteínas nas dietas à base de farinha de grãos e oleaginosas³⁰. Certo número de proteases está agora disponível no mercado e a sua utilização tem aumentado significativamente como resposta a pressão sobre o preço do farelo de soja, o qual tem motivado os nutricionistas a avaliarem mais proteases por sua capacidade de melhorar a digestibilidade de proteína e aminoácidos das dietas. A utilização da protease em dietas de frango de corte, tem incrementado a digestão ileal de proteínas e aminoácidos, como comprovam vários estudos^{31,32,33}.

Um uso mais eficiente destes ingredientes representa economia significativa para a produção. Por isso, o aumento do desempenho das aves está diretamente ligado ao uso de enzimas exógenas, que além de potencializar a ação das enzimas endógenas, aumentam a digestibilidade a certos nutrientes, aproveitando melhor as dietas oferecidas³⁴. O melhor desempenho e rendimento de carcaça das aves alimentadas com dietas suplementadas com protease é observado quando as dietas são formuladas com a diminuição dos níveis de aminoácidos essenciais ou de proteína total, diminuindo assim a excreção de nitrogênio³⁵.

A melhoria percentual das características de desempenho ou de digestibilidade das dietas para aves com a inclusão de protease pode ser observado no Tabela 1.

Assim, com o presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito de diferentes dietas formuladas com redução ou não dos nutrientes, suplementadas ou não por enzima protease 0,05%, sobre os parâmetros de desempenho e digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte.

Tabela 1 - Efeito da adição de protease sobre as características de desempenho ou digestibilidade de dietas para aves (*Efeito em relação à mesma dieta sem uso da enzima)

Animal	Fase	Dieta/Alimento	Variável	Efeito (%)	Fonte
Frango	7-22d	M+FS	GP	+7,1	Angel et al. (2011)
Frango	7-22d	M+FS	CA	-5,2	Angel et al. (2011)
Frango	1-21d	M+FS	GP	+40	Ghazi, Rooke e Galbraith (2003)
Frango	1-21d	M+FS	EMA	+8,9	Ghazi, Rooke e Galbraith (2003)
Frango	1-21d	M+FS	DNA	+28,3	Ghazi, Rooke e Galbraith (2003)
Galos	Adultos	FS	EMV	+11,3	Ghazi et al. (2002)
Galos	Adultos	FS	DNV	+30,6	Ghazi et al. (2002)

M=milho; FS= farelo de soja; GP=ganho de peso; CA=conversão alimentar; EMA/V=energia metabolizável aparente/verdadeira; DNA/V=digestibilidade do nitrogênio aparente/verdadeira.

Fonte: Adaptado de Sakomura³⁶.

REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA). Relatório Anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) 2015. [acesso em 02 de Jan de 2017]. Disponível em: http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf
2. Nunes RV, Rostagno HS, Nunes CG, Albino LFT, Pozza PC, Rocha TC. Valores energéticos e coeficiente de metabolizabilidade de subprodutos de abatedouro avícola determinados com frangos em crescimento. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos, 2006. Trabalhos de Pesquisa, Santos: FACTA, 2006, p. 96.
3. International Feed Industry Federation – IFIF. International Feed Industry Federation Annual Report 2014/2015. Germany: IFIF, 2015 [acesso em 12 de Jul de 2016]. Disponível em: <http://annualreport.ifif.org/#brazil>
4. Ncobela CN; Chimonyo M. Potential of using non-conventional animal protein sources for sustainable intensification of scavenging village chickens: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 208(10):1-11, 2015.
5. Suida D. Formulação de Rações por Proteína Ideal e Conseqüências Técnicas, Econômicas e Ambientais. In: Simpósio Internacional De Nutrição Animal: Proteína Ideal, Energia Líquida E Modelagem. Anais... Santa Maria: Embrapa, 2001. p.27-43.
6. Lemme A, Ravindran V, Bryden WL. 2004. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *Worlds Poultry Sci. J.* 60:423–438
7. Freitas DM, Vieira SL, Angel CR, Favero A, and Maiorka A. 2011. Performance and nutrient utilization of broilers fed diets supplemented with a novel monocomponent protease. *J. Appl. Poultry Res.* 20:322–334

8. Angel CR, Saylor W, Vieira SL, and Ward N. 2011. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day-old broiler chickens. *Poult. Sci.* 90:2281–2286.
9. Nelson DL, Cox MM. 2005. *Lehninger principles of Biochemistry*. 4th ed. New York: W. H. Freeman.
10. Jiang, Z, Zhou Y, Lu F, Han Z, and Wang T. 2008. Effects of different levels of supplementary alpha-amylase on digestive enzyme activities and pancreatic amylase mRNA expression of young broilers. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 21:97–102.
11. Kalmendal R, and 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. *Poult. Sci.* 91:1387–1393.
12. Yegani M, and Korver DR. 2013. Effects of corn source and exogenous enzymes on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poult. Sci.* 92:1208–1220.
13. Brasil, 2004. Mapa. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. D.O.U., Brasília, 01 de dezembro de 2004. Disponível em: Acesso em: 02/01/2017.
14. Dourado, L.R.B. Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte. PhD Dissertação. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2008.
15. Barbosa NAA, Bonato MA, Sakomura NK, Dourado LRB, Fernandes JBK, Kawauchi, IM. 2014. Digestibilidade ileal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com enzimas exógenas. *Comunicata Scientiae* 5(4): 361-369, 2014
16. Brum PAR, Lima GJMM, Avila VS, Coldebella A, Zanotto DL, Klein CH. 2008. Utilização da enzima alfa amilase em dietas a base de milho e farelo de soja para frangos de corte. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves. (Comunicado Técnico).
17. Meneghetti C. Associação de enzimas em rações para frangos de corte. [Tese] Lavras: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras; UFLA 93p. 2013. [acesso em 13 jul 2016]. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/761/1/TESE_Associa%C3%A7%C3%A3o%20de%20enzimas%20em%20ra%C3%A7%C3%B5es%20para%20frangos%20de%20corte.pdf
18. Cowieson AJ. 2010. Strategic selection of exogenous enzymes for corn/soy-based poultry diets. *Jpn. Poult. Sci.* 47:1–7.
19. Mavromichalis, I. 2012. Mixed or single enzymes for non-starch carbohydrates? *All About Feed*, Sept., 25 -26.
20. Slominski BA. 2011. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. *Poult. Sci.*, 90(9):2013-2033.
21. Bedford MR. 2000. Exogenous enzymes in monogastric nutrition- their current value and future benefits. *Animal Feed Sci. Techn.*, 86(1):1-13.
22. Meng X, Slominski BA, 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. *Poul. Sci.*, *Champaign*, 83:1718-1727.
23. Dourado LRB, Barbosa NAR, Sakomura NK. 2014. Enzimas na nutrição de monogástricos. In: Sakomura NK, Silva JHV, Costa FGP, Fernandes JBK, Hauschild L. *Nutrição de Não-Ruminantes*, Jaboticabal: Funep, p. 466-484.

24. Torres DM, Teixeira AS, Rodrigues PB, Bertechini AG, Freitas RTF, Santos EC. 2003. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, 27(6):1404-1408.
25. Le Heurou-Luron I, Lhoste E, Wicker-Planquar C, Dakka N, Toullec R, Corring T, Guilloteau P, Puigserver A, 1993. Molecular aspects of enzyme synthesis in the exocrine pancreas with emphasis on development and nutritional regulation. *Proc. Nutr. Soc.* 52:301–313.
26. Nir I, Nitsan Z, Mahagna M, 1993. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. *Br. Poult. Sci.* 34:523–532.
27. Parsons CM, Castanon F, Han Y, 1997. Protein and amino acid quality of meat and bone meal. *Poult. Sci.* 76:361–368.
28. Wang X, Parsons CM, 1998. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals. *Poult. Sci.* 77:834–841
29. Lemme A, Ravindran V, Bryden WL, 2004. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poult. Sci. J.* 60:423–437.
30. Simbaya J, Slominski BA, Guenter W, Morgan A, and Campbell LD. 1996. The effects of protease and carbohydrase supplementation on the nutritive value of canola meal for poultry: In vivo and in vitro studies. *Anim. Feed Sci. Technol.* 61:219–234.
31. Romero LF, Parsons CM, Utterback PL, Plumstead PW and Ravindran V. 2013. Comparative effects of dietary carbohydrases without or with protease on the ileal digestibility of energy and amino acids and AMEn in young broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 181:35–44.
32. Romero LF, Sands JS, Indrakumar SE, Plumstead PW, Dalsgaard S, and 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. *Poult. Sci.* 93:1–13.
33. Carvalho, DP. 2016. Protease em dietas contendo farinhas de origem animal para frangos de corte. 2016. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. [Acesso em 02 de Jan de 2017]. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/6221>
34. Ramos LDSN, Lopes JB, Figueiredo AV, Alves AA. 2007. Utilização de enzimas exógenas em dietas de frango de corte. *Rev. Cient. Anim.*, 9(1):84-94.
35. Wang JJ, Garlich JD, Shih JCH. 2006. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broilers chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 15:544-550.
36. Sakomura NK, Dourado LRB, Barbosa NAR. Enzimas na nutrição de monogástricos. In: Sakomura NK, Silva JHV, Costa FGP, Fernandes JBK, Hauschild L. *Nutrição de Não-Ruminantes*, Jaboticabal: Funep, 2014. p. 466-484.

CAPÍTULO 2. DESEMPENHO E RENDIMENTO DE CARÇA DE FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO PROTEASE E COM DUAS DIFERENTES VALORIZAÇÕES DA MATRIZ NUTRICIONAL

RESUMO

A realização do presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da adição da enzima protease 0,05% (Cibenza DP 100) em dietas para frangos de corte a base de milho e farelo de soja. O experimento foi conduzido no galpão Industrial Experimental da Universidade Federal de Goiás em parceria com a São Salvador Alimentos, em Goiânia. Foram utilizados 1280 pintos da linhagem Cobb500 de 1 a 42 dias. Todas as rações foram elaboradas com milho e farelo de soja, diferenciando no seguinte: T1 - ração basal com a matriz da protease valorizada em duas vezes sem a enzima, T2 - ração basal com a matriz da protease valorizada em uma vez sem a enzima, T3 - ração basal, T4 - ração basal com a matriz da protease valorizada em duas vezes com a enzima e T5 - ração basal com a matriz da protease valorizada em uma vez com a enzima. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, sendo blocado a distribuição dos blocos, com cinco tratamentos e oito repetições cada, contendo 32 aves por box. As variáveis analisadas foram desempenho e rendimento de carcaça, peito, coxas, asas e gordura abdominal. O desempenho analisado com 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade, determinando o peso médio final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Aos 42 dias, 40 aves foram abatidas para realizar o rendimento de carcaça, peito e gordura abdominal. Os dados foram submetidos a análise de variância, por meio do programa R, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 10% de significância. Observou-se diferença estatística ($P < 0,10$) no peso médio final, ganho de peso e consumo de ração na fase pré-inicial com resultados benéficos com a suplementação da enzima com valorização em uma vez da matriz nutricional. Já no período de 1 a 21 dias, houve diferença estatística ($P < 0,10$) no consumo de ração e conversão alimentar, porém com resultados positivos para o tratamento controle. No rendimento de cortes, não houve nenhuma diferença estatística ($P > 0,10$) nos cortes mais utilizados, resultados semelhantes entre os tratamentos e o controle. Resultado diferente estatisticamente ($P < 0,10$) foi encontrado com a menor proporção de gordura abdominal na parcela alimentada com dieta suplementada com a enzima e matriz nutricional valorizada em uma vez. O resultado do fator de produção foi satisfatório, pois atingiu um valor superior à média do mesmo para frangos de corte machos. E quanto ao custo de produção, valores encontrados para produzir um quilograma de peso vivo são aqueles buscados pelos integrados, visando lucro. Recomenda-se, portanto a suplementação da enzima com a valorização da matriz nutricional em uma vez para se atingir os resultados encontrados nesse trabalho.

Palavras chave: adição enzima, consumo de ração, cortes, fator de produção, ganho de peso, peso médio.

CHAPTER 2. PERFORMANCE AND CARCASS YIELD OF BROILERS FED DIETS CONTAINING PROTEASE AND TWO DIFFERENT NUTRITIONAL MATRICES

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of adding of the enzyme protease 0.05% (Cibenza DP 100) in diets for broilers made from corn and soybean meal. The experiment was conducted at Industrial Experimental Shed of the Federal University of Goiás in partnership with the São Salvador Alimentos, in Goiania. We used 1280 male chicks Cobb500 line 1-42 days. The experiment was conducted with 5 treatments which consisted in a basal diet based on corn and soybean meal: T1 – basal diet with valued protease nutritional matrix twice without the enzyme, T2 – basal diet with valued protease nutritional matrix once without enzyme, T3 – basal diet, T4 – basal diet with valued protease nutritional matrix twice with enzyme and T5 – basal diet with valued protease nutritional matrix once with enzyme. A complete randomized blocks design was used, blocking the block distribution, with five treatments and eight replicates each, containing 32 birds per box. The variables analyzed were carcass, chest, thighs, wings and abdominal fat. The performance was analyzed at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days of age, determining the final mean weight, weight gain, feed intake and feed conversion. At 42 days 40 birds were slaughtered to perform carcass, chest and abdominal fat yield. In all treatments the data were submitted to analysis of variance, through the program R, and the means compared by the Tukey test at 10% of significance. It was observed a statistical difference ($P < 0.10$) in the final mean weight, weight gain and feed intake in the pre-initial phase with beneficial results with the enzyme supplementation with valued protease nutritional matrix once. In the period from 1 to 21 days, there was a statistical difference ($P < 0.10$) in feed intake and feed conversion, but with positive results for the control treatment. In the cut yield, there was no statistical difference ($P > 0.10$) in the most used cuts, similar results between the treatments and the control. Statistically different result ($P < 0.10$) was found with the lowest proportion of abdominal fat in the diet fed with diet supplemented with the enzyme and nutritional matrix valued at one time. The result of the production factor was satisfactory because it reached a value higher than the average of the same for male broilers. And as for the cost of production, values found to produce a kilogram of live weight are those sought by the integrated, for profit. It is recommended, therefore, the enzyme supplementation with the valued protease nutritional matrix once to reach the results found in this work.

Key words: cuts yield, enzyme addition, feed intake, mean weight, production factor, weight gain.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Sindirações (Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal), o setor de frangos de corte absorveu 32,4 milhões de toneladas de rações em 2015, um aumento de 3,5% em relação a 2014. Já a exportação brasileira de carne de frango ao exterior, alcançou 4,3 milhões em dezembro de 2015, 5% acima do total obtido em 2014¹.

Com o aumento de preço dos insumos das dietas nos últimos anos, deve-se manter o desempenho produtivo buscando novas alternativas para reduzir custos. Uma alternativa é o uso de ingredientes proteicos de origem animal aliado ao uso de enzimas.²

A redução da energia na formulação das dietas das aves só é possível com a suplementação de enzimas, melhorando o desempenho animal³ e conseqüentemente, diminuindo o custo de produção.

A farinha de soja integral pode ser obtida após o tratamento térmico ou a partir da soja integral sem gordura, a qual é conhecida como farinha de soja sem gordura^{4,5}. O problema dessa farinha no entanto, é a concentração de fatores antinutricionais^{6,7}. Existem três fatores antinutricionais bem conhecidos nos inibidores da soja-tripsina, lectinas e fitato^{6,8}, entre os quais os mais importantes nas farinhas de soja integral é a tripsina^{9,10}.

A maioria das informações disponíveis em relação aos fatores antinutricionais dos nutrientes foram geradas nos Estados Unidos, Europa e Austrália não retratando a realidade brasileira. Assim a escassez de dados brasileiros quanto aos fatores antinutricionais das matérias-primas de maior utilização na alimentação animal, como milho e farelo de soja, aliada a falta de padronização nas metodologias laboratoriais para avaliação destes fatores, torna imprescindível o estudo dos mesmos para o melhor aproveitamento das dietas pelos animais¹¹.

Os fatores antinutricionais que vão estar presentes na dieta dependem do nutriente que a compõe (tanino no sorgo, inibidores de protease e lectinas na soja, etc) assim como sua quantidade incluída na ração final, por isso faz-se necessário um estudo mais profundo dos fatores desses ingredientes. Esses fatores podem não ser tóxicos para os animais, mas prejudica seu desempenho zootécnico¹¹.

A produção de enzimas endógenas pelo trato gastrointestinal dos animais é, em geral, considerada suficiente para a utilização dos nutrientes presentes na dieta^{12,13}. Apesar disso, Lemme A *et. al.*¹⁴ verificaram que quantidades consideráveis da proteína da dieta são

excretadas sem serem completamente digeridas e é nessa proteína não digerida que se tem focado no uso de enzimas exógenas.

Os fatores antinutricionais presentes principalmente em determinadas leguminosas adicionadas nas dietas, são inativadas com a adição de proteases exógenas¹⁵, além de facilitar a ação das enzimas endógenas das aves, suplementando a atividade proteolítica nas aves jovens, liberando peptídeos menores¹⁶.

As proteases melhoram o desempenho e o rendimento de cortes das aves quando adicionadas às dietas formuladas com baixos níveis de aminoácidos essenciais ou proteína total, minimizando a excreção de nitrogênio¹⁷.

Friedman e Brandon¹⁸ relataram que os inibidores da protease constituem aproximadamente 6% da proteína do farelo de soja, enquanto Pettersson & Pontoppidan⁸ afirmaram que a quantidade de fatores antinutricionais constituem, em conjunto, aproximadamente 5% da fração do farelo de soja e grandes quantidades de fatores antinutricionais na casca da semente. O valor nutritivo da soja é negativamente afetado pela presença de fatores antinutricionais^{19,20}, especialmente por inibidores de tripsina e lectinas⁹. A digestibilidade protéica poderia ser reduzida por uma ação multi-facetada desses fatores, incluindo a ligação de nutrientes e aumento na viscosidade intestinal²¹. Dietas com farelo de soja com altos níveis de inibidores de tripsina e lectinas acarretam efeitos negativos na função pancreática das aves o que reflete na eficiência alimentar^{4,5,9,19}.

Assim, tanto o desempenho das aves quanto o rendimento de cortes comerciais são beneficiados com o uso de protease, pois melhora a digestibilidade dos nutrientes, poupando o gasto de energia das aves, direcionando o mesmo para deposição dos nutrientes nos tecidos musculares, melhorando a produção e diminuindo os gastos.

O objetivo desse experimento foi avaliar o desempenho e o rendimento de carcaça das aves alimentadas com dietas contendo ou não a enzima protease, valorizadas em uma ou duas vezes, comparando esses resultados com o das aves alimentadas com uma dieta controle, de níveis nutricionais balanceados para as mesmas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Aviário Escola da Universidade Federal de Goiás. O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA, inscrito sob o protocolo nº 026/16.

Foram alojados 1280 pintos machos Cobb 500[®] com um dia de idade e peso médio de 42 g, em boxes móveis compostos de tela plástica resistente e canos de PVC, dentro do galpão, sendo que cada box continha um comedouro tubular e uma linha de bebedouros automáticos. O aquecimento utilizado foi por aquecedores alimentados por combustível, cama de palha de arroz e circulação do ar feita por exaustores. As aves foram submetidas a 5 tratamentos, correspondentes a dietas com a matriz nutricional da protease Cibenza DP100, valorizada ou não, suplementadas ou não com 0,05% de enzima protease.

2.1 Dietas experimentais

As dietas experimentais a base de milho e farelo de soja, suplementos vitamínicos e mineral e produtos de origem animal permitidos foram formuladas segundo os parâmetros da São Salvador Alimentos SA com redução de uma ou duas vezes baseados nos teores de proteína bruta, aminoácidos e de energia da matriz nutricional. A enzima protease foi adicionada na mistura da ração na fábrica da São Salvador Alimentos SA, na proporção de 0,05%. A composição nutricional e percentual das dietas experimentais são apresentadas nas tabelas 1, 2, 3, 4 e 5.

2.2 Matriz Nutricional da Enzima Cibenza DP100

A matriz nutricional da protease (Cibenza DP100) utilizada no experimento, como indicada pelo fabricante, tem sua composição como indicado no Quadro 1. Baseado nesses valores, a matriz foi valorizada em uma e duas vezes e adicionada nas rações experimentais.

Tabela 1 Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal pré-inicial (1-7 dias) para tratamentos controle, valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes

INGREDIENTES	Controle	Valorização 1 vez	Valorização 2 vezes
Milho	52,34	54,85	58,31
Farelo de soja	37,02	35,36	32,67
Calcário	0,80	0,80	0,80
Sal	0,41	0,41	0,37
Bicarbonato de sódio	0,09	0,09	0,15
Gordura aves	3,00	2,13	1,13
Farinha carne	3,67	3,67	3,60
Farinha vísceras	1,53	1,53	1,80
DL-Metionina	0,41	0,40	0,39
Cloreto colina	0,06	0,07	0,07
Antimicrobiano	0,02	0,02	0,02
L-Lisina	0,27	0,29	0,32
L-Treonina	0,10	0,09	0,09
L-Valina	0,03	0,03	0,04
Fitase	0,01	0,01	0,01
Prebiótico	0,04	0,04	0,04
Antibiótico	0,01	0,01	0,01
Anticoccidiano	0,04	0,04	0,04
Protease ³	-	0,03	0,03
Sulfato de cobre	0,03	0,03	0,03
Suplemento vitamínico ¹	0,05	0,05	0,05
Suplemento mineral ²	0,06	0,06	0,06
TOTAL	100	100	100
Composição nutricional calculada			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000
Proteína (%)	24,42	24,50	24,50
Treonina digestível (%)	0,86	0,86	0,86
Metionina + Cistina digestível (%)	1,01	1,01	1,01
Metionina digestível (%)	0,72	0,71	0,70
Lisina digestível (%)	1,35	1,35	1,35
Cálcio (%)	0,98	0,98	0,98
Fósforo disponível (%)	0,49	0,49	0,49
Sódio (%)	0,23	0,23	0,23

¹Suplemento vitamínico – Enriquecimento por kg de ração: vitamina A 400 UI, vitamina D3 100 UI, vitamina E 1 mg, vitamina K3 0,08 mg, vitamina B1 0,1 mg, vitamina B2 0,26 mg, vitamina B6 0,14 mg, vitamina B12 0,72 mcg, ácido pantotênico 0,6 mg, niacina 1,68 mg, ácido fólico 48 mcg, selênio 12 mcg, biotina 3,2 mcg; ²Suplemento mineral – Enriquecimento por kg de ração: cobre 0,325 mg, ferro 2 mg, manganês 3 mg, iodo 0,04 mg, zinco 2,5 mg; ³Protease – Cibenza DP 100.

Fonte: São Salvador Alimentos SA.

Tabela 2 – Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal inicial (8 – 21 dias) para tratamentos controle, valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes

INGREDIENTES	Controle	Valorização 1 vez	Valorização 2 vezes
Milho	57,14	59,90	62,68
Farelo de soja	31,53	29,60	27,67
Calcário	0,87	0,87	0,87
Sal	0,37	0,37	0,37
Bicarbonato de sódio	0,05	0,05	0,05
Gordura aves	3,80	2,87	2,00
Farinha carne	3,13	3,20	3,20
Farinha vísceras	2,00	2,00	2,00
DL-Metionina	0,37	0,37	0,37
Cloreto colina	0,07	0,08	0,08
Antimicrobiano	0,01	0,01	0,01
L-Lisina	0,27	0,29	0,32
L-Treonina	0,10	0,09	0,09
L-Valina	0,02	0,03	0,03
Fitase	0,01	0,01	0,01
Prebiótico	0,04	0,04	0,04
Antibiótico	0,01	0,01	0,01
Anticoccidiano	0,06	0,06	0,06
Protease ³		0,03	0,03
Sulfato de cobre	0,03	0,03	0,03
Suplemento vitamínico ¹	0,05	0,05	0,05
Suplemento mineral ²	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100		
Composição nutricional calculada			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000	3.100	3.100
Proteína (%)	22,50	22,50	22,50
Treonina digestível (%)	0,80	0,80	0,80
Metionina + Cistina digestível (%)	0,93	0,93	0,93
Metionina digestível (%)	0,66	0,65	0,65
Lisina digestível (%)	1,23	1,23	1,23
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20

¹Suplemento vitamínico – Enriquecimento por kg de ração: vitamina A 400 UI, vitamina D3 100 UI, vitamina E 1 mg, vitamina K3 0,08 mg, vitamina B1 0,1 mg, vitamina B2 0,26 mg, vitamina B6 0,14 mg, vitamina B12 0,72 mcg, ácido pantotênico 0,6 mg, niacina 1,68 mg, ácido fólico 48 mcg, selênio 12 mcg, biotina 3,2 mcg; ²Suplemento mineral – Enriquecimento por kg de ração: cobre 0,325 mg, ferro 2 mg, manganês 3 mg, iodo 0,04 mg, zinco 2,5 mg; ³Protease – Cibenza DP 100.

Fonte: São Salvador Alimentos SA.

Tabela 3 – Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal crescimento 1 (22 – 28 dias) para tratamentos controle, valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes

INGREDIENTES	Controle	Valorização 1 vez	Valorização 2 vezes
Milho	57,57	60,58	62,97
Farelo de soja	30,56	27,90	26,18
Calcário	0,90	0,93	0,93
Sal	0,28	0,27	0,27
Bicarbonato de sódio	0,10	0,10	0,10
Gordura aves	4,74	3,73	3,00
Farinha carne	2,47	2,13	2,13
Farinha vísceras	2,53	3,47	3,53
DL-Metionina	0,32	0,30	0,29
Cloreto colina	0,05	0,05	0,05
Antimicrobiano	0,01	0,01	0,01
L-Lisina	0,19	0,21	0,22
L-Treonina	0,06	0,06	0,05
Fitase	0,01	0,01	0,01
Prebiótico	0,02	0,02	0,02
Antibiótico	0,01	0,01	0,01
Anticoccidiano	0,06	0,06	0,06
Protease ³	-	0,03	0,03
Sulfato de cobre	0,03	0,03	0,03
Suplemento vitamínico ¹	0,05	0,05	0,05
Suplemento mineral ²	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100	100	100
Composição nutricional calculada			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.240	3.240	3.240
Proteína (%)	21,74	21,81	21,88
Treonina digestível (%)	0,75	0,75	0,75
Metionina + Cistina digestível (%)	0,87	0,87	0,87
Metionina digestível (%)	0,60	0,59	0,59
Lisina digestível (%)	1,15	1,15	1,15
Cálcio (%)	0,88	0,88	0,88
Fósforo disponível (%)	0,42	0,42	0,42
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18

¹Suplemento vitamínico – Enriquecimento por kg de ração: vitamina A 320 UI, vitamina D3 76 UI, vitamina E 0,8 mg, vitamina K3 0,072 mg, vitamina B1 0,072 mg, vitamina B2 0,22 mg, vitamina B6 0,104 mg, vitamina B12 0,6 mcg, ácido pantotênico 0,52 mg, niacina 1,4 mg, ácido fólico 36 mcg, selênio 12 mcg, biotina 2 mcg; ²Suplemento mineral – Enriquecimento por kg de ração: cobre 0,325 mg, ferro 2 mg, manganês 3 mg, iodo 0,04 mg, zinco 2,5 mg; ³Protease – Cibenza DP 100.

Fonte: São Salvador Alimentos SA.

Tabela 4 – Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal crescimento 2 (29 – 35 dias) para tratamentos controle, valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes

INGREDIENTES	Controle	Valorização 1 vez	Valorização 2 vezes
Milho	62,76	65,46	68,22
Farelo de soja	26,17	24,24	22,11
Calcário	0,90	0,90	0,93
Sal	0,26	0,26	0,26
Bicarbonato de sódio	0,13	0,13	0,13
Gordura aves	4,07	3,27	2,40
Farinha carne	2,33	2,33	2,27
Farinha vísceras	2,53	2,53	2,80
DL-Metionina	0,29	0,27	0,26
Cloreto colina	0,05	0,06	0,06
Antimicrobiano	0,02	0,02	0,02
L-Lisina	0,21	0,22	0,23
L-Treonina	0,06	0,05	0,05
Fitase	0,01	0,01	0,01
Prebiótico	0,02	0,02	0,02
Antibiótico	0,01	0,01	0,01
Anticoccidiano	0,06	0,06	0,06
Protease ³	-	0,03	0,03
Sulfato de cobre	0,03	0,03	0,03
Suplemento vitamínico ¹	0,05	0,05	0,05
Suplemento mineral ²	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100	100	100
Composição nutricional calculada			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.250	3.250	3.250
Proteína (%)	19,99	19,99	19,97
Treonina digestível (%)	0,68	0,68	0,68
Metionina + Cistina digestível (%)	0,81	0,80	0,80
Metionina digestível (%)	0,55	0,54	0,53
Lisina digestível (%)	1,05	1,05	1,04
Cálcio (%)	0,85	0,85	0,85
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18

¹Suplemento vitamínico – Enriquecimento por kg de ração: vitamina A 320 UI, vitamina D3 76 UI, vitamina E 0,8 mg, vitamina K3 0,072 mg, vitamina B1 0,072 mg, vitamina B2 0,22 mg, vitamina B6 0,104 mg, vitamina B12 0,6 mcg, ácido pantotênico 0,52 mg, niacina 1,4 mg, ácido fólico 36 mcg, selênio 12 mcg, biotina 2 mcg; ²Suplemento mineral – Enriquecimento por kg de ração: cobre 0,325 mg, ferro 2 mg, manganês 3 mg, iodo 0,04 mg, zinco 2,5 mg; ³Protease – Cibenza DP 100.

Fonte: São Salvador Alimentos SA.

Tabela 5 – Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal final (36 – 42 dias) para tratamentos controle, valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes

INGREDIENTES	Controle	Valorização 1 vez	Valorização 2 vezes
Milho	66,13	68,09	70,49
Farelo de soja	23,39	22,17	20,50
Calcário	0,90	0,90	0,90
Sal	0,28	0,28	0,28
Bicarbonato de sódio	0,15	0,15	0,15
Gordura aves	3,87	3,27	2,47
Farinha carne	1,60	1,80	1,87
Farinha vísceras	3,00	2,53	2,53
DL-Metionina	0,27	0,26	0,25
Cloreto colina	0,04	0,05	0,05
Antimicrobiano	0,01	0,01	0,01
L-Lisina	0,22	0,23	0,24
L-Treonina	0,07	0,06	0,05
Fitase	0,01	0,01	0,01
Prebiótico	0,02	0,02	0,02
Antibiótico	0,01	0,01	0,01
Protease ³	-	0,03	0,03
Sulfato de cobre	0,03	0,03	0,03
Suplemento vitamínico ¹	0,05	0,05	0,05
Suplemento mineral ²	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100	100	100
Composição nutricional calculada			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000
Proteína (%)	24,42	24,50	24,50
Treonina digestível (%)	0,86	0,86	0,86
Metionina + Cistina digestível (%)	1,01	1,01	1,01
Metionina digestível (%)	0,72	0,71	0,70
Lisina digestível (%)	1,35	1,35	1,35
Cálcio (%)	0,98	0,98	0,98
Fósforo disponível (%)	0,49	0,49	0,49
Sódio (%)	0,23	0,23	0,23

¹Suplemento vitamínico – Enriquecimento por kg de ração: vitamina A 160 UI, vitamina D3 32 UI, vitamina E 0,32 mg, vitamina K3 0,04 mg, vitamina B1 0,04 mg, vitamina B2 0,12 mg, vitamina B6 0,06 mg, vitamina B12 0,28 mcg, ácido pantotênico 0,36 mg, niacina 1 mg, ácido fólico 18 mcg, selênio 8 mcg, biotina 0,8 mcg; ²Suplemento mineral – Enriquecimento por kg de ração: cobre 0,325 mg, ferro 2 mg, manganês 3 mg, iodo 0,04 mg, zinco 2,5 mg; ³Protease – Cibenza DP 100.

Fonte: São Salvador Alimentos SA.

Quadro 1 – Matriz nutricional da enzima protease utilizada para valorização das dietas

NUTRIENTES	MATRIZ NUTRICIONAL 250g/tn
Proteína (%)	2.672
Energia Met (kcal/kg)	97.293
Lisina (%)	133
Metionina (%)	36
Met + Cys (%)	88
Treonina (%)	113
Arginina (%)	184
Valina (%)	103
Triptofano (%)	40
Isoleucina (%)	103
Leucina (%)	215

Fonte: Cibenza[®] DP-100 - Novusint International

2.3 Manejo experimental e Instalações

Os pintos foram transportados do incubatório comercial para o aviário industrial da Empresa São Salvador Alimentos SA em parceria com a UFG. Antes da chegada do lote, o galpão, os boxes móveis e os equipamentos foram lavados e desinfetados e deixados em vazio sanitário por um período de 15 dias.

O manejo até 42 dias incluiu a limpeza dos bebedouros e abastecimento dos comedouros pendulares duas vezes ao dia (8:00 e 16:00 horas), além do acompanhamento da temperatura e umidade diária. O aquecimento interno foi feito mediante aquecedor movido a combustível líquido e para manter a temperatura na faixa de conforto para cada idade das aves, foi realizado manejo de cortinas e uso dos exaustores do galpão.

As aves foram criadas em um galpão industrial com capacidade de criação de até 23.000 aves, em 40 boxes de 1,80 m x 1,60 m móveis, telados, delimitados com canos de PVC, somando 40 unidades experimentais, sendo 32 aves por unidade experimental. Cada box continha bebedouros tipo *nipple* com tacinhas, comedouro tubular e cama de casca de arroz.

2.4 Medidas de desempenho

No decorrer do experimento, além do peso inicial, foram realizadas pesagens das aves (aos 7, 14, 21,28, 35 e 42 dias de idade), das rações fornecidas e das sobras de rações

para avaliação do desempenho, por meio do consumo de ração (CR), em gramas, do ganho de peso (GP), em gramas, peso médio (PM) em gramas e da conversão alimentar (CA), em gramas/gramas, semanalmente e em cada fase de criação(1 a 7, 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade).

As variáveis de desempenho zootécnicas avaliadas no experimento foram:

- Consumo de ração, dado pela diferença entre os valores de ração oferecida no início e as sobras ao final, sendo contabilizado o número de aves mortas como critério para correção dos valores do consumo;
- Ganho de peso que é a diferença entre o peso médio inicial e o peso médio final das aves obtido pelas pesagens, durante o experimento e no período total;
- Peso médio, calculado pelo peso total das aves da parcela, dividido pelo número de aves e,
- Conversão alimentar, resultado da relação entre ganho de peso e consumo de ração, corrigido pelo peso das aves mortas em cada período experimental;
- Fator de produção que é a relação entre ganho de peso diário, viabilidade e conversão alimentar;
- Custo de produção das aves que é a relação entre a conversão alimentar e o valor gasto por quilograma de ração.

2.5 Rendimento de carcaça, peito e gordura abdominal

Aos 42 dias de idade, (um total de 40 aves) uma ave por repetição representantes do peso médio da unidade foram selecionadas e abatidas, após jejum de aproximadamente 6 horas, através de corte na artéria jugular após insensibilização por corrente elétrica e pesadas utilizando-se uma balança de precisão, para avaliação do rendimento de carcaça, peito e gordura abdominal.

O rendimento de carcaça (RC) foi calculado em relação ao peso vivo antes do abate, sendo:

$$\%RC = (\text{peso carcaça} \times 100 / \text{peso vivo})$$

E o rendimento das partes da carcaça, peito e gordura abdominal em função do peso da carcaça:

$$\%RP = (\text{peso da parte} \times 100 / \text{peso carcaça}).$$

As medidas da carcaça foram tomadas com cabeça e patas. Foi avaliado também o peso do coração, fígado e moela das aves com o intuito de verificar o rendimento também desses órgãos usados na alimentação humana.

2.6 Fator de produção e custo de produção

O fator de produção (FP) é utilizado pelas empresas como um índice para bonificar os integrados e é calculado pela seguinte fórmula:

$$FP = [(\text{Ganho de peso diário} \times \text{Viabilidade}) / \text{Conversão alimentar}] \times 100$$

O custo de produção (CP) é utilizado para avaliar os custos com lotes seguidos e a influência do preço dos insumos sobre a produção avícola. E seu cálculo é realizado da seguinte maneira:

$$CP = (\text{Valor gasto com ração durante todo o período de vida das aves, dividido pelo total de ração produzido para se chegar ao valor por quilograma de ração}) \times \text{Conversão alimentar}$$

2.7 Delineamento estatístico

O delineamento experimental adotado foi o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$ (Matriz da enzima valorizada 1 ou 2 vezes, com ou sem adição da enzima e a ração controle), com oito repetições, sendo a unidade experimental representada pelo box dentro do galpão industrial contendo 32 aves em cada unidade experimental totalizando 1280 aves. Os blocos eram as fileiras dentro do galpão, num total de quatro fileiras.

A análise dos dados foi realizada utilizando-se o procedimento de análise de variância (ANOVA) por meio do programa R, e os dados, quando estatisticamente diferentes a 10% de significância, foram comparados pelo Teste de Tukey.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados de desempenho

3.1.1 Resultado de consumo de ração, peso médio final, ganho de peso, conversão alimentar, fator de produção e custo de produção

Na Tabela 7 estão apresentados as médias do peso médio final (PM), ganho de peso médio (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar corrigida (CA). Também foram levados em consideração para este cálculo a valorização ou a não valorização da matriz nutricional, inclusão ou não inclusão de enzima protease e o tratamento controle nos períodos de 1 a 7, 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade das aves.

Em estudos com diferentes níveis nutricionais e suplementação de enzima observaram-se resultados que corroboram com este experimento. Toledo *et al.*²² testaram diferentes complexos enzimáticos na presença de protease e observaram melhorias significativas nas dietas com nível nutricional reduzido. Grimes²³ afirmou que alguns nutrientes mais complexos encontrados em dietas padrões não foram digeridos completamente, pois o nível de enzimas digestivas produzidas pelas aves jovens foi considerado insuficiente. Por isso, o interesse dos nutricionistas de estudar novas alternativas para esta fase da vida das aves.

Considerando o período de 1 a 7 dias observou-se diferença ($P < 0,10$) no peso médio final, no ganho de peso e no consumo de ração (Tabela 7). Houve diferença no peso médio final e ganho de peso, entre os tratamentos com ou sem enzima, independente da valorização, onde os animais alimentados com enzima obtiveram melhor peso médio final e melhor ganho de peso. Como observado também por Angel *et. al.*²⁴ que obtiveram resultados positivos em que aves alimentadas com dietas suplementadas com enzima e redução de 9% e 10% aproximadamente de proteína bruta e aminoácidos, obtiveram melhores resultados para desempenho de frangos de corte (ganho de peso e conversão alimentar), comparadas às dietas sem enzima.

Tabela 6 – Médias de peso médio, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e fator de produção, de frangos de corte, nos períodos de 1 a 7 dias, 1 a 21 dias e 1 a 42 dias de idade, considerando a interação enzima X valorização

Período	Variável	Valorização		P*	Enzima		P**	Controle.	Trat.	P***	P****
		V1	V2		+	-					
1 a 7	PM (g)	175	172	0,212	177 ^a	170 ^b	0,010	175	173	0,365	1
	GP (g)	133	130	0,181	134 ^b	128 ^a	0,012	132	131	0,202	0,941
	CR (g)	153	152	0,880	155	149	0,941	153 ^a	152 ^b	0,003	0,672
	CA	1,144	1,178	0,278	1,150	1,172	0,202	1,153 ^a	1,161 ^b	0,183	0,627
1 a 21	PM (g)	946	941	0,589	938	949	0,280	964	944	0,140	0,625
	GP (g)	904	899	0,587	896	907	0,272	921	901	0,141	0,661
	CR (g)	1.332	1.343	0,530	1.337	1.338	0,947	1.327 ^b	1.338 ^a	0,047	0,820
	CA	1,369	1,349	0,141	1,383	1,381	0,907	1,342 ^b	1,382 ^a	0,009	0,419
1 a 42	PM (g)	3.065	3.069	0,933	3.087	3.048	0,345	3.048	3.067	0,501	0,678
	GP (g)	3.023	3.026	0,932	3.044	3.006	0,346	3.048	3.025	0,473	0,672
	CR (g)	4.627	4.677	0,269	4.644	4.660	0,736	4.608	4.652	0,213	0,811
	CA	1,483	1,501	0,205	1,482	1,503	0,153	1,480	1,492	0,110	0,506
	FP	431,21	429,14	0.840	434,48	425,87	0.404	431,82	430,17	0.338	0.562

PM: Peso Médio, GP: Ganho de Peso, CR: Consumo de Ração, CA: Conversão Alimentar, FP: Fator de Produção, V1: Valorização da Matriz Nutricional em 1 vez, V2: Valorização da Matriz Nutricional em 2 vezes.

* Valor de probabilidade do teste F para o efeito isolado de valorização,

** Valor de probabilidade para o efeito da enzima,

*** Valor de probabilidade do Controle VS Média de Tratamentos,

**** Valor de probabilidade da Interação.

Para o consumo de ração na fase pré-inicial, o resultado foi estatisticamente diferente, em que a média dos tratamentos com valorização e enzima protease apresentaram menor consumo quando comparado à média do tratamento controle. O mesmo não foi encontrado por Yegani *et al.*²⁵, em que as aves consumiram maior volume de ração com uso de um complexo enzimático contendo xilanase, amilase e protease, em relação às aves do tratamento controle. Isso pode ser explicado pela atividade simultânea das três enzimas em que uma acabou afetando o efeito da outra ocasionando uma ingestão maior pelas aves.

Freitas *et al.*⁵ também observaram resultado semelhante nos tratamentos sem valorização da matriz nutricional da enzima, ao avaliarem o efeito da protease exógena no desempenho de frangos de corte.

Comparando-se as médias dos tratamentos com a média do grupo controle, pode-se observar (Tabela 6) que o grupo controle apresentou menor consumo de ração e melhor conversão alimentar. Angel *et al.*²⁴ observaram que aves alimentadas com dietas valorizadas sem enzima ou com inclusão de 100 mg/kg de protease apresentaram pior conversão alimentar quando comparadas com as aves do grupo sem valorização, demonstrando assim efeito positivo da utilização de protease sobre a conversão alimentar em inclusões acima de 200 mg/kg de ração. Esse efeito foi encontrado no experimento, uma vez que foi utilizada uma inclusão de 250 mg/kg de ração.

Já considerando todo o período do experimento de 1 a 42 dias, não foi observada nenhuma diferença estatística, provavelmente porque após os 21 dias as aves se adaptaram à dieta valorizada, com ou sem enzima, obtendo os mesmos resultados que o tratamento controle, como observado na Tabela 7. Zotesso² também não encontrou benefício do uso da protease no desempenho de frangos a partir do 29º dia, representando custo adicional a rações que receberam a enzima.

Ainda com relação à Tabela 6 com o resultado do desempenho, observa-se que o tratamento controle foi melhor em relação aos tratamentos com enzimas. O mesmo foi observado por Barbosa *et al.*²⁶, que concluíram que em dietas com níveis nutricionais reduzidos com suplementação enzimática, ocorre o melhor aproveitamento de proteína bruta, cálcio e fósforo pelas aves, refletindo no desempenho, devido ao melhor aproveitamento dos nutrientes, porém as aves alimentadas com dietas contendo os níveis nutricionais recomendados para elas, sem a suplementação de enzimas, apresentam o desempenho melhor.

O fator de produção para machos, em média, tem resultado acima de 400. Os resultados do experimento foram satisfatórios em todos os tratamentos com valorização e suplementação da enzima, inclusive no tratamento controle.

Tabela 7 – Custo de produção aos 42 dias de idade.

Tratamento	CA	Valor por kg ração (R\$)	Custo por 1kg de peso vivo (R\$)
A	1,516	0,47	0,71
B	1,489	0,47	0,70
C	1,480	0,49	0,72
D	1,487	0,47	0,70
E	1,478	0,47	0,69

TRATAMENTOS: A - Ração basal com valorização nutricional em duas vezes sem suplementação de protease. B - Ração basal com valorização nutricional em uma vez sem suplementação de protease. C – Ração basal. D - Ração basal com valorização nutricional em duas vezes com suplementação de protease. E - Ração basal com valorização nutricional em uma vez com suplementação de protease.

Lembrando que esse resultado é aplicável apenas ao período em que foi executado o experimento (Agosto a Setembro de 2015), levando-se em conta os ingredientes que são mais consumidos nas dietas das aves, o milho e a soja e quando o preço da saca de 60 kg de milho custava R\$19,62 e a saca de 60 kg de soja, R\$59,99. Por isso, os valores encontrados (Tabela 7) foram menores que se calculados hoje ou em outra época de produção de grãos e insumos.

3.2 Resultados de rendimento ao abate

Não houve diferença ($P>0,10$) para rendimento de filé de peito, coxa e sobrecoxa e asas (Tabelas 9 e 10) assim como observado por Café *et. al.*²⁷, em que não se observaram efeitos aparentes em rendimento dos cortes citados anteriormente em qualquer idade.

Houve diferença estatística ($P<0,10$) no rendimento de gordura abdominal no que diz respeito à valorização da matriz enzimática. As aves do tratamento com a dupla valorização da mesma apresentaram um aumento maior na proporção de gordura abdominal, comparando-se com as aves do tratamento com apenas uma valorização. O mesmo foi encontrado por Café *et. al.*²⁷ que obtiveram maior rendimento de gordura abdominal nas aves com 42 dias de idade alimentadas com a dieta suplementada com enzima.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Gomide *et. al.*²⁸, que observaram que fornecendo rações com níveis reduzidos de proteína bruta e suplementadas com aminoácidos às aves, aumentaram o teor de gordura abdominal.

A maior porcentagem de gordura abdominal nas aves do tratamento com valorizações da matriz da protease em duas vezes pode ser considerada normal. Em aves, a gordura é o constituinte corporal mais variável. Segundo Leenstra²⁹, o coeficiente de variação da quantidade de gordura abdominal é alto e varia de 25 a 30%.

A gordura é vista como algo desfavorável pelo consumidor, representando perda durante a industrialização se for removida, por isso o excesso de deposição da mesma é prejudicial na produção de frango de corte²⁹.

De acordo com Sklan & Noy³⁰, o processo catabólico de aminoácidos em excesso é acompanhado de gasto energético. Assim, rações com os níveis de aminoácidos próximos aos ideais para as aves, promovem menor gasto de energia para catabolizar os aminoácidos em excesso. Dessa maneira, será sintetizada mais gordura abdominal devido ao excesso de energia.

Ainda em relação ao aumento do teor de gordura abdominal das carcaças ocorreu de forma consequente à redução dos níveis de proteína bruta com menor quantidade de farelo de soja nas rações em que foram valorizadas a matriz nutricional. De acordo com Musharaf & Latshaw³¹, ocorre maior incremento calórico no metabolismo da proteína, em relação ao carboidrato e a gordura. Esse incremento é definido como a energia dispendida nos processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes. Quanto maior a quantidade de proteína presente na dieta, menor será a energia líquida da ração, considerando que essa energia líquida é a diferença entre a energia metabolizável e o incremento calórico. Essa energia será usada pela ave para seus processos de produção e manutenção e se em excesso, será depositada em forma de gordura. Portanto, quanto menor o nível de proteína bruta da ração, menor será o incremento calórico e com isso, maior energia líquida. Essa é a possível causa da maior porcentagem de gordura abdominal nos frangos que receberam a ração com a valorização da matriz da enzima em duas vezes.

Do mesmo modo Moran Jr. *et al.*³² também verificaram que o rendimento de carcaça de frangos não foi influenciado pelo nível de proteína na ração, mas o depósito de gordura remanescente na cavidade abdominal aumentou, quando o nível de proteína da dieta foi reduzido.

Tabela 8 – Resultados do rendimento de fígado, coração, moela e gordura abdominal em relação ao peso vivo aos 42 dias de idade

Variável (%)	Valorização		P*	Enzima		P**	Controle	Trat.	P***	P****
	V1	V2		+	-					
Cabeça + Pescoço	6,79	6,76	0,861	6,69	6,86	0,410	6,69	6,77	0,489	0,376
Filé de peito	22,33	21,84	0,346	22,36	21,81	0,295	21,82	22,08	0,391	0,887
Coxa + Sobrecoxa	25,69	25,38	0,371	25,57	25,50	0,836	25,23	25,53	0,193	0,661
Asa	8,60	8,46	0,459	8,47	8,56	0,534	8,45	8,51	0,488	0,718
Pés	3,65	3,70	0,590	3,68	3,67	0,943	3,81	3,67	0,044	0,299
Dorso	16,56	16,29	0,533	16,70	16,15	0,207	16,85	16,42	0,109	0,614
Coração	0,46	0,45	0,770	0,45	0,46	0,827	0,45	0,45	0,122	0,810
Fígado	1,71	1,74	0,665	1,71	1,73	0,801	1,82	1,72	1	0,186
Moela	1,17	1,18	0,875	1,19	1,16	0,650	1,15	1,18	1	0,086
Gordura Abdominal	1,54 ^b	1,88 ^a	0,025	1,68	1,73	0,722	1,60	1,71	1	0,412

V1: Valorização da Matriz Nutricional em 1 vez, V2: Valorização da Matriz Nutricional em 2 vezes.

* Valor de probabilidade do teste F para o efeito isolado de valorização,

** Valor de probabilidade para o efeito da enzima,

*** Valor de probabilidade do Controle VS Média de Tratamentos,

**** Valor de probabilidade da Interação.

Tabela 9 – Resultados do rendimento da carcaça inteira, fígado, coração, moela e gordura abdominal em relação ao peso da carcaça aos 42 dias de idade

Variável (%)	Valorização		P*	Enzima		P**	Controle	Trat.	P***	P****
	V1	V2		+	-					
Carcaça inteira	83,08	82,13	0,226	82,98	82,23	0,334	81,35	82,60	0,194	0,924
Cabeça + Pescoço	8,17	8,23	0,822	8,06	8,34	0,255	8,23	8,20	1	0,375
Filé de peito	26,87	26,58	0,599	26,94	26,51	0,448	26,82	26,73	0,344	0,894
Coxa + Sobrecoxa	30,92	30,90	0,973	30,81	31,01	0,746	31,16	30,91	0,270	0,730
Asa	10,31	10,30	0,939	10,21	10,41	0,236	10,41	10,31	0,382	0,645
Pés	4,39	4,50	0,305	4,43	4,46	0,749	4,70	4,45	0,009	0,289
Dorso	19,94	19,83	0,849	20,13	19,65	0,396	20,78	19,90	0,050	0,618
Coração	0,55	0,55	0,991	0,55	0,56	0,660	0,55	0,55	0,141	0,846
Fígado	2,06	2,12	0,555	2,07	2,11	0,698	2,25	2,09	0,710	0,238
Moela	1,41	1,44	0,685	1,43	1,42	0,821	1,42	1,42	1	0,088
Gordura Abdominal	1,86 ^b	2,29 ^a	0,025	2,03	2,11	0,682	1,96	2,07	1	0,436

V1: Valorização da Matriz Nutricional em 1 vez, V2: Valorização da Matriz Nutricional em 2 vezes.

* Valor de probabilidade do teste F para o efeito isolado de valorização,

** Valor de probabilidade para o efeito da enzima,

*** Valor de probabilidade do Controle VS Média de Tratamentos,

**** Valor de probabilidade da Interação.

4. CONCLUSÃO

Recomenda-se a suplementação da enzima com a valorização da matriz nutricional em uma vez para se atingir bons resultados de desempenho e rendimento de carcaça e de cortes.

REFERÊNCIAS

1. SNA – Sociedade Nacional de Agricultura [acesso em 20 jul 2016]. Disponível em:<http://sna.agr.br/setor-de-alimentacao-animal-deve-fechar-ciclo-com-aumento-de-2/>
2. Zotesso F. Efeito de diferentes níveis proteicos e inclusões de protease sobre o desempenho de frango de corte. [Dissertação], Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. USP, 93 p. 2015. . [acesso em 11 jan 2017]. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-28042015-090618/pt-br.php>
3. Ghazalah AA, Abd El-Gawad AH, Soliman MS, Amany WY. Effect of enzyme preparation on performance of broilers fed corn soybean meal based diets. *Agypt. Poult. Sci.*, 2005; 25:295-316.
4. Erdaw MM, Perez-Maldonado RA, Bhuiyan M & Iji PA, 2015a. Replacement value of raw full-fat soybean for commercial soybean meal supplemented with a new-generation protease. In the proc 20th European Symp. Poult. Nutr. 24–27 Aug 2015, in Prague, Czech Republic, pp. 418-419.
5. Erdaw MM, Perez-Maldonado RA, Bhuiyan M & Iji PA, 2015b. Response of broiler chicks fed on steam- or cold-pelleted diets containing raw full-fat soybean meal. In Proc. 20th European Symp. Poult. Nutr. 24–27 Aug 2015, in Prague, Czech Republic, pp. 179-180.
6. Chen Y, Duan W, Wang L, Zhang S & ZhouY, 2013. Effects of thermostable phytase supplementation on the growth performance and nutrient digestibility of broilers. *Int'l J. Poult. Sci.* 12: 441-444.
7. Erdaw MM, Perez-Maldonado RA, Bhuiyan M & Iji PA, 2016b. Physicochemical properties and enzymatic *in vitro* nutrient digestibility of full-fat soybean meal. *J. Food. Agric. Environ.* 14: 85-91.
8. Pettersson D & Pontoppidan K, 2013. Soybean meal and the potential for upgrading its feeding value by enzyme supplementation. In: El-SHEMY, A. (Ed) *Soybean - Bio-Active Compounds*, pp. 288-307. Intech, Open Access Publisher.
9. Newkirk R, 2010. Soybean. *Feed industry guide*, 1st edition. Canadian Int'l Grains Institute, p. 48.
10. Dourado LRB, Pascoal LAF, Sakomura NK, Costa FGP & Biagiot TID, 2011. Soybeans (Glycine max) and soybean products in poultry and swine nutrition, In: Dora Krezhova (Ed) *Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products*. InTech, Rijeka, Croatia, pp. 175-190.

11. Krabbe EL. Aplicação e pontos críticos no uso de enzimas. In: Congresso Sobre Aditivos na Alimentação Animal – Enzimas – IAC. 1. 2011. Campinas. SP. Anais... Campinas: CBNA. 2011. [Acesso em 20 jul 2016]. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/936671>>
12. Nir I, Nitsan Z, Mahagna M. 1993. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. *Br. Poult. Sci.* 34:523–532.
13. Le Huerou-Luron I, Lhoste E, Wicker-Planquart C, Dakka N, Toullec R, Corring T, Guilloteau P, Puigserver A. 1993. Molecular aspects of enzyme synthesis in the exocrine pancreas with emphasis on development and nutritional regulation. *Proc. Nutr. Soc.* 52:301–313.
14. Lemme A, Ravindran V, Bryden WL. 2004. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poult. Sci.* 60:423–437.
15. Cowieson AJ, Hruby M, Pierson EEM. 2006b. Evolving enzyme technology: Impact on commercial poultry nutrition. *Nutrition Research Reviews* 19:90-103.
16. Lima FR. 2005. Aditivos zootécnicos: enzimas. In: Palermo Neto, J., Spinosa, H.S., Górnaiak, S.I. *Farmacologia aplicada à avicultura*. Roca, São Paulo, Brasil. p. 239-248.
17. Wang JJ, Garlich JD, Shih JCH. 2006. Beneficial effects of versazyme, a keratinase, feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broiler chickens. *The Journal Of Applied Poultry Research*, Cary, 15(4):544-550. Disponível em <<http://japr.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/japr/15.4.544>>. [Acesso em 11 jan 2017].
18. Friedman M & Brandon DL, 2001. Nutritional and health benefits of soy proteins. *J. Agric. Food. Chem.* 49: 1069-1086.
19. Liu KS. 1997. Soybeans. chemistry, technology, and utilization. Chapman and Hall, New York, pp, 532
20. Erdaw MM, Bhuiyan M & Iji PA, 2016a. Enhancing the nutritional value of soybeans for poultry through supplementation with new-generation feed enzymes. *Word's Poult. Sci. J.* 72: 307-322.
21. Ao T, 2011. Using exogenous enzymes to increase the nutritional value of soybean meal in poultry diet. In: El-Shemy, H. (Ed) *Soybean and nutrition*. In: Tech, Rijeka, Croatia, pp. 201-214.
22. Toledo GSP, Costa PTC, Silva JH, Ceccantini M, Junior CP. Broilers Fed Diets Varying in Energy and Protein Supplemented with a pool of Enzymes. *Ciênc. Rur.*, Santa Maria, RS, 2007; 37:518-523.
23. Grimes JL. 2011. The use of proteases in poultry nutrition. I Congresso sobre aditivos na alimentação animal - Enzimas - IAC - Campinas, SP. Anais. Campinas: CBNA.
24. Angel CR, Saylor W, Vieira SL, Ward N.. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day-old broiler chickens. *Poult. Sci.* 2011; 90: 2281-2286.
25. Yegani M, Korver DR. Effects of corn source and exogenous enzymes on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poult. Sci.* 2013; 92:1208-1220.

26. Barbosa NAA, Sakomura NK, Fernandes JBK, Dourado, RLB. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. *Pesq. Agropec. Bras.* 2008; 43(6):755-762.
27. Café MB, Borges CA, Frittis CA, Waldroup PW. Avizyme improves performance of broilers fed corn- SBM-based diet. *J. Appl. Poult.* 2002; 11:29-33.
28. Gomide EM, Rodrigues PB, Freitas RTF. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. *Rev. Bras. Zoot.* 2007; 36(6):1769-1774.
29. Leenstra FR. 1986. Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens - A review. *World's Poult. Sci. J.*, 42(1):12-25.
30. Sklan D, Noy Y. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: effect of dietary supply. *Poult. Sci.* 2004; 83:952-961.
31. Musharaf NA, Latshaw JD. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. *W. Poult. Sci. J.* 1999; 55:233-240.
32. Moran JR., ET, Bushong RD, Bilgili SF. 1992. Reducing dietary crude protein for broilers while satisfying amino acid requirements by least-cost formulation: live performance, litter composition, and yield of fast-food carcass cuts at six weeks. *Poult. Sci.*, 71(10):1687-1694.

CAPÍTULO 3. METABOLIZABILIDADE DE NUTRIENTES PARA FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS SUPLEMENTADAS COM A ENZIMA PROTEASE E DIFERENTES AJUSTES NUTRICIONAIS

RESUMO

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da adição da enzima protease 0.05% (Cibenza DP 100) em dietas para frangos de corte a base de milho e farelo de soja. O experimento foi conduzido no aviário experimental da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás em Goiânia. O experimento foi conduzido com 120 pintos da linhagem Cobb500 de 17 a 21 dias. Todas as rações foram elaboradas com milho e farelo de soja, diferenciando no seguinte: T1 - ração basal com a matriz da protease valorizada em duas vezes sem a enzima, T2 - ração basal com a matriz da protease valorizada em uma vez sem a enzima, T3 - ração basal, T4 - ração basal com a matriz da protease valorizada em duas vezes com a enzima e T5 – ração basal com a matriz da protease valorizada em uma vez com a enzima. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com cinco tratamentos e seis repetições cada com quatro aves por gaiola. A variável analisada foi a metabolizabilidade de nitrogênio e matéria seca. Para a metabolizabilidade de nutrientes foi utilizada a coleta total de excretas de 17 a 21 dias de idade sendo determinado o BMS: Balanço de Matéria Seca, BN: Balanço de Nitrogênio, RETMS: Retenção de Matéria Seca, RETN: Retenção de Nitrogênio, METMS: Metabolizabilidade da Matéria Seca e METN: Metabolizabilidade do Nitrogênio. Os dados foram submetidos a análise de variância por meio do programa R e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 10% de significância. Observou-se diferença estatística ($P < 0,10$) para balanço de nitrogênio sendo este positivo, resultando em maior retenção de nitrogênio com menor excreção no ambiente. A retenção de matéria seca também mostrou um resultado diferente estatisticamente ($P < 0,10$), com resultado positivo para a suplementação com a enzima juntamente com maior metabolizabilidade da matéria seca. Recomendando-se então, a suplementação da enzima com a valorização da matriz nutricional em uma ou duas vezes.

Palavras chave: balanço de nitrogênio, coleta de excretas, digestibilidade, enzimas exógenas.

CHAPTER 3. METABOLIZABILITY OF NUTRIENTS FOR BROILERS FED DIETS WITH PROTEASE MONOCOMPONENT AND DIFFERENTS NUTRITIONAL ADJUSTMENTS.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of adding of the enzyme protease 0.05% (Cibenza DP 100) in diets for broilers made from corn and soybean meal. The experiment was conducted in the experimental aviary of the Veterinary and Animal Science School of the Federal University of Goiás in Goiânia. The experiment was conducted with 120 chicks of the Cobb500 lineage from 17 to 21 days. The experiment was conducted with 5 treatments which consisted in a basal diet based on corn and soybean meal: T1 – basal diet with valued protease nutritional matrix twice without the enzyme, T2 – basal diet with valued protease nutritional matrix once without enzyme, T3 – basal diet, T4 – basal diet with valued protease nutritional matrix twice with enzyme and T5 – basal diet with valued protease nutritional matrix once with enzyme. A randomized complete block design was used with five treatments and six replicates each with four birds per cage. The analyzed variables were nutrient metabolizability of nitrogen and dry matter. For the nutrient metabolizability, total excreta collection from 17 to 21 days of age was used: BMS: Dry Matter Balance, BN: Nitrogen Balance, RETMS: Dry Matter Retention, RETN: Nitrogen Retention, METMS: Metabolizability of Dry Matter and METN: Metabolizability of Nitrogen. The data were submitted to analysis of variance through the program R and the averages compared by the Tukey test at 10% of significance. Statistical difference ($P < 0.10$) was observed for nitrogen balance, which was positive, resulting in higher retention of nitrogen with lower excretion in the environment. The dry matter retention also showed a statistically different result ($P < 0.10$), with a positive result for the supplementation with the enzyme together with greater metabolizability of the dry matter. It is recommended to supplement the enzyme with the valued protease nutritional matrix once or twice.

Key words: digestibility, excretion collection, exogenous enzymes, nitrogen balance.

1. INTRODUÇÃO

Por seu desenvolvido e avançado sistema de produção animal, a avicultura brasileira tem se destacado mundialmente conquistando o posto de maior exportador mundial de carne de frango e segundo maior produtor mundial de carne de frango. Muito desse mérito deve-se ao uso de técnicas avançadas de manejo instalações e equipamentos, genética de alto desempenho e avanços na nutrição. Além disso, devido ao baixo custo de produção no Brasil (mão de obra e matéria prima como milho, farelo de soja) e recursos naturais abundantes, a produção avícola nacional conquistou seu espaço no mercado internacional¹.

Tem se exigido muito dos nutricionistas principalmente com os constantes avanços na nutrição de frangos de corte². Além de se preocupar com o aspecto econômico das rações é preciso preocupar-se também com o aspecto nutricional e ambiental. Atualmente as empresas são capazes de fornecer rações que atendam às necessidades específicas de aminoácidos essenciais das aves por meio de uso de aminoácidos sintéticos e aditivos. Essa é uma maneira de se reduzir o impacto ambiental causado pela excreção em excesso principalmente de nitrogênio e fósforo, além de fornecer uma dieta balanceada melhorando a eficiência de utilização pelos animais dos nutrientes dos alimentos³.

Fornecer dietas com baixo teor de proteína também é utilizado, pois ao diminuir os teores de proteína bruta da dieta, reduz-se o excesso de aminoácidos e sua posterior desaminação e também a síntese de ácido úrico nas excretas das aves. Com isso, diminui-se a produção de calor pelos animais e a taxa de *turnover* das proteínas corporais. Como consequência, essa redução do teor de proteína bruta na ração aumenta a disponibilidade de energia para a deposição de tecido adiposo⁴.

A concentração e a composição de nutrientes do alimento fornecido aos animais estão diretamente relacionadas à quantidade e composição das excretas que eles produzem. Pequenas diferenças na eficiência de utilização dos alimentos causam grande impacto na indústria e a redução protéica é uma ótima alternativa, pois permite diminuir a perda de nitrogênio em torno de 30 a 40%⁴.

Comercialmente para o melhor aproveitamento de nutrientes e redução do efeito anti-nutrientes tem-se utilizado enzimas exógenas nas rações para aves⁵. Essas reagem quimicamente em sistemas biológicos através de sequências controladas e após a reação completa voltam ao seu estado original. Para essas reações, utilizam-se pequenas quantidades dessas enzimas levando em consideração a concentração de substrato presente no organismo⁶.

Conforme relatado por Oxenboll *et. al.*⁷ o uso de protease apresenta benefícios no desempenho animal e também ao ambiente diminuindo a excreção de nitrogênio.

Uma vez que é na matéria seca que os nutrientes estão contidos, Silva *et al.*⁸ concluíram que a importância na determinação do coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca reside na compreensão da fração digerível, assimilável e metabolizável do alimento.

Objetivou-se avaliar a metabolizabilidade dos nutrientes das dietas para frangos de corte, suplementadas ou não com a enzima protease e valorizando-se em uma ou duas vezes a matriz nutricional, comparando esse tratamento com o tratamento controle, na fase inicial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no aviário experimental da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás em Goiânia. O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA inscrito sob protocolo no 026/16.

Foram alojados 120 pintos machos Cobb 500[®] com 17 dias de idade e peso médio de 650 a 700g. em um galpão de alvenaria, lâmpadas para aquecimento, cortinas laterais, contendo baterias de aço galvanizado cada, somando um total de 40 gaiolas mas sendo usadas somente 30 eliminando-se o uso das duas gaiolas inferiores onde pela manhã tem muita incidência de sol. Totalizando-se 30 unidades experimentais sendo quatro aves por unidade experimental. Cada box é equipado com um bebedouro e comedouro de calha. As aves foram submetidas a cinco tratamentos correspondentes às dietas suplementadas ou não com 0.05% de enzima protease com a valorização ou não da matriz da enzima.

2.1 Dietas experimentais

As dietas experimentais a base de milho e farelo de soja, suplementos vitamínicos e mineral e produtos de origem animal permitidos foram formuladas segundo os parâmetros da São Salvador Alimentos, com redução nos teores de aminoácidos e de 24,3 kcal de energia, baseando-se na Matriz Nutricional da Cibenza DP100 (Quadro 1). A enzima protease foi

adicionada na mistura da ração na fábrica da São Salvador alimentos SA na proporção de 0.05%.

Quadro 1 – Matriz nutricional da enzima protease utilizada para valorização das dietas

NUTRIENTES	MATRIZ NUTRICIONAL 250g/tn
Proteína (%)	2.672
Energia Met (kcal/kg)	97.293
Lisina (%)	133
Metionina (%)	36
Met + Cys (%)	88
Treonina (%)	113
Arginina (%)	184
Valina (%)	103
Triptofano (%)	40
Isoleucina (%)	103
Leucina (%)	215

Fonte: Cibenza[®] DP-100 - Novusint International

A composição nutricional e percentual para a fase inicial das aves utilizadas nesse experimento está são apresentadas na Tabela 1.

2.2 Manejo experimental e Instalações

Os pintos foram transportados do aviário industrial da Empresa Super Frango em parceria com a UFG para o aviário experimental na Escola de Agronomia. Antes da chegada das aves os boxes de aço galvanizados e os bebedouros e comedouros foram lavados e desinfetados e deixados em vazio sanitário por um período de 15 dias.

O manejo até 21 dias incluiu a limpeza dos bebedouros e abastecimento dos comedouros duas vezes ao dia (8:00 e 16:00 horas) além do acompanhamento da temperatura e umidade diária. O aquecimento interno foi feito mediante luzes incandescentes e para manter a temperatura na faixa de conforto para essa idade das aves foi feito manejo de cortinas.

As aves foram criadas em baterias de aço galvanizado com cinco andares e divisões de 0.40 x 0.50m foram utilizadas 30 unidades experimentais sendo quatro aves por unidade experimental. Cada divisão das baterias foi equipada com comedouros e bebedouros tipo calha linear e bandejas metálicas forradas com lona plástica e colocadas sob as gaiolas para a retirada das excretas.

Tabela 1 – Composição percentual e nutricional calculada para a ração basal inicial (8 – 21 dias) para tratamentos controle, valorizado 1 vez e valorizado 2 vezes

INGREDIENTES	Controle	Valorização 1 vez	Valorização 2 vezes
Milho	57,14	59,90	62,68
Farelo de soja	31,53	29,60	27,67
Calcário	0,87	0,87	0,87
Sal	0,37	0,37	0,37
Bicarbonato de sódio	0,05	0,05	0,05
Gordura aves	3,80	2,87	2,00
Farinha carne	3,13	3,20	3,20
Farinha vísceras	2,00	2,00	2,00
DL-Metionina	0,37	0,37	0,37
Cloreto colina	0,07	0,08	0,08
Antimicrobiano	0,01	0,01	0,01
L-Lisina	0,27	0,29	0,32
L-Treonina	0,10	0,09	0,09
L-Valina	0,02	0,03	0,03
Fitase	0,01	0,01	0,01
Prebiótico	0,04	0,04	0,04
Antibiótico	0,01	0,01	0,01
Anticoccidiano	0,06	0,06	0,06
Protease ³		0,03	0,03
Sulfato de cobre	0,03	0,03	0,03
Suplemento vitamínico ¹	0,05	0,05	0,05
Suplemento mineral ²	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100		
Composição nutricional calculada			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000	3.100	3.100
Proteína (%)	22,50	22,50	22,50
Treonina digestível (%)	0,80	0,80	0,80
Metionina + Cistina digestível (%)	0,93	0,93	0,93
Metionina digestível (%)	0,66	0,65	0,65
Lisina digestível (%)	1,23	1,23	1,23
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20

¹Suplemento vitamínico – Enriquecimento por kg de ração: vitamina A 400 UI, vitamina D3 100 UI, vitamina E 1 mg, vitamina K3 0,08 mg, vitamina B1 0,1 mg, vitamina B2 0,26 mg, vitamina B6 0,14 mg, vitamina B12 0,72 mcg, ácido pantotênico 0,6 mg, niacina 1,68 mg, ácido fólico 48 mcg, selênio 12 mcg, biotina 3,2 mcg; ²Suplemento mineral – Enriquecimento por kg de ração: cobre 0,325 mg, ferro 2 mg, manganês 3 mg, iodo 0,04 mg, zinco 2,5 mg; ³Protease – Cibenza DP 100.

Fonte: São Salvador Alimentos SA.

2.3 Metabolizabilidade dos nutrientes

O ensaio de metabolismo foi realizado na fase inicial (17-21 dias) pelo método da colheita total de excretas⁹. As coletas de excretas foram realizadas duas vezes ao dia durante quatro dias e foram acondicionadas em sacos plásticos identificados, congeladas para conservação e posteriores análises bromatológicas. As amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa retilínea de ventilação forçada a 55 + 5° C. Posteriormente moídas no moinho tipo Willey e as análises foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Silva e Queiroz¹⁰.

Foram calculados os balanços nutricionais como proposto por Matterson *et. al.*¹¹. A retenção de matéria seca e nitrogênio determinada pela quantidade ingerida subtraída da quantidade excretada dividida pelo ganho de peso como proposto por Batal e Parsons¹² e Noy e Sklan¹³ relacionando o balanço de nutrientes em gramas e o ganho de peso da ave no período de colheita de excretas. O coeficiente de metabolizabilidade foi determinado pela fórmula:

$$\text{CM (\%)} = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado} \times 100}{\text{Nutriente ingerido}}.$$

Todas as análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Produção Animal da EVZ/UFG. As análises foram realizadas em duplicata de acordo com o método preconizado por Silva e Queiroz¹⁰.

2.4 Delineamento estatístico

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado e os tratamentos organizados em esquema fatorial 2x2+1 com seis repetições sendo a unidade experimental representada pela gaiola, contendo quatro aves, totalizando 120 aves.

A análise dos dados foi realizada utilizando-se o procedimento de análise de variância (ANOVA) e os dados quando estatisticamente diferentes a 10% de significância foram comparadas pelo Teste de Tukey.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme observado na Tabela 2, não foi constatada diferença ($P < 0,10$) para balanço de nitrogênio (BN), e o tratamento controle apresentou melhor resultado em relação às médias dos tratamentos. Esse resultado foi semelhante ao de Ibrahim *et al.*¹⁴, que constataram que a utilização de N por frangos de corte na fase inicial não parece ser melhorada pela suplementação de fitase.

Jacobb *et al.*¹⁵ também verificaram que a adição apenas de fitase ou combinação de fitase + pentosanase em rações para frangos de corte, com nível reduzido de PB, diminuiu a excreção de N. O coeficiente de retenção de N das rações com teores de PB reduzidos, suplementadas com aminoácidos, independentemente dos teores de Pd e da suplementação de fitase, foi superior ao da ração controle, provavelmente em razão da maior digestibilidade de aminoácidos adicionados nessas rações em relação aos presentes na proteína intacta¹⁶.

Aparentemente, uma vez que as dietas testes não são deficientes em nitrogênio e a necessidade de proteína das aves é suprida, o catabolismo da proteína corporal reduz, resultando num balanço de nitrogênio positivo¹⁷.

Quando o BN é positivo indicando retenção de nitrogênio, os valores de energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio são inferiores aos valores de energia metabolizável aparente, o que indica retenção de nitrogênio e, conseqüentemente, deposição proteica. Porém, quando esse índice é negativo, os valores de EMAn são superiores aos valores de EMA, indicando degradação¹⁸.

A formação dos tecidos estruturais (músculos) além de outros processos nutricionais e metabólicos do organismo das aves depende fundamentalmente das proteínas. A deposição destas nos músculos esqueléticos contribui com cerca de 65% de toda a proteína depositada diariamente, como citado por Rutz¹⁹.

As aves do tratamento com a suplementação da enzima apresentaram retenção menor de matéria seca (RTMS). Esse pode ser explicado observando-se o resultado do coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (METMS), pois esse coeficiente sendo maior significa que o animal teve um melhor aproveitamento da matéria seca em seu organismo, aproveitando melhor os nutrientes, excretando menos no ambiente.

Trabalhando com dietas com teores reduzidos de proteína, suplementadas com fitase, Silva *et al.*²⁰, também verificaram menor excreção de nitrogênio. Da mesma forma,

Namroud *et al.*²¹ também verificaram ao reduzir o teor de proteína bruta na ração dos animais, a diminuição na excreção nitrogenada.

Tabela 2 – Balanço matéria seca, balanço de nitrogênio, retenção de matéria seca, retenção de nitrogênio, metabolizabilidade da matéria seca, metabolizabilidade do nitrogênio para rações de frangos alimentados com dietas suplementadas com a enzima protease, valorizadas 1 ou 2 vezes, no período de 17 a 21 dias

Variável	Valorização		P*	Enzima		P**	Controle	Trat.	P***	P****
	V1	V2		+	-					
BMS (g)	660.95	668.66	0,801	656.79	672.82	0,602	683.92	664.81	0,137	0,468
BN (g)	7.19	7.15	0,800	7.25	7.09	0,344	7.22 ^a	7.17 ^b	0,039	0,124
RETMS (mg/g)	193.56	189.83	0,656	184.81 ^b	198.60 ^a	0,109	188.56	191.70	0,990	0,747
RETN (mg/g)	4.61	5.13	0,526	5.50	4.23	0,126	4.18	4.87	0,990	0,160
METMS (%)	53.49	55.00	0,473	54.97	53.52	0,488	54.03	54.26	0,990	0,504
METN (%)	29.44	31.88	0,613	34.05	27.27	0,166	27.29	30.66	0,990	0,285

BMS: Balanço da Matéria Seca, BN: Balanço de Nitrogênio, RETMS: Retenção de Matéria Seca, RETN: Retenção de Nitrogênio, METMS: Metabolizabilidade da Matéria Seca, METN: Metabolizabilidade do Nitrogênio, V1: Valorização da Matriz Nutricional em 1 vez, V2: Valorização da Matriz Nutricional em 2 vezes.

* Valor de probabilidade do teste F para o efeito isolado de valorização,

** Valor de probabilidade para o efeito da enzima,

*** Valor de probabilidade do Controle VS Média de Tratamentos,

**** Valor de probabilidade da Interação.

4. CONCLUSÃO

Recomenda-se a suplementação da enzima protease com a valorização da matriz nutricional. A variação recomendada pelo fabricante é efetiva, enquanto o dobro desse valor também garantiu boa resposta no metabolismo dos nutrientes avaliados.

REFERÊNCIAS

1. Lupatini F. Avaliação do efeito de variáveis produtivas na conversão alimentar de frangos de corte. [Dissertação]. Goiânia: Escola de Veterinária e Zootecnia. Universidade Federal de Goiás. UFG. 58 p. 2015. [acesso em 03 nov 2016]. Disponível em: https://ppgz.evz.ufg.br/up/442/o/2015003_Dissertacao_Flaviana_Lupatini.pdf
2. Neves FA, Diniz RF, Pantolfi N, Silva AJ, Baptista OS, Filardi R. Simulações na formulação e custo de dietas para frangos de corte utilizando farinha de carne e enzima fitase. IX Simpósio de Ciências da UNESP. X Encontro de Zootecnia da UNESP. UNESP Dracena. Ilha Solteira. SP. 2013.
3. Nagata AK, Rodrigues PB, Rodrigues KF, Freitas, RTF, Albino LFT, Fialho ET. Uso do conceito de proteína ideal em rações com diferentes níveis energéticos suplementadas com fitase para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Ciênc. Agrotec. 2009; 33(2):599-605. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000200037&lng=en&nrm=iso [acesso em 03 Nov. 2016.] <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000200037>.
4. Vasconcellos CHF, Fontes DO, Lara LJC, Vidal TZB, Silva MA, Silva PC. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. Arq. Bras. Med. Vet. Zoot. 2011; 63(3):659-669.
5. Stefanello C. Utilização de mix de enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte. [Tese]. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS. 135 p. 2016. [acesso em 03 de nov 2016]. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141231/000992700.pdf?sequence=1>
6. Angel. R., Sorbara. JOB. Why is it important to understand substrates if we are to optimize exogenous enzyme efficacy? Poult. Sci. 2014; 93:2375–2379.
7. Oxenboll KM, Pontopiddan. K, Fru-NjI F. Use of a Protease in poultry feed offers promising environmental benefits. International Journal of Poult. Sci. 2011; 10 (11): 842-848.
8. Silva EP, Silva DAT, Rabello CB, Lima RB, Lima MB e Ludke JV. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. Rev. Bras Zootec, 2009; 38: 1051-1058.

9. Sakomura NK, Rostagno HS. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep. 2007. 283p.
10. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3ª ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2002. 165p.
11. Matterson LD, Potter LM, Stutz MW, Singen E.P. The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens. Research Report. Storrs. Connecticut. The University of Connecticut. Agricultural Experiment Station. 1965. 11.
12. Batal AB, Parsons CM. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. Poul. Sci. 2002; 81:400-407.
13. Noy Y, Sklan D. Nutrient use in chicks during the first week posthatch. Poult. Sci. 2002; 81:391-399.
14. Ibrahim S., Jacob JP, Blair R. Phytase supplementation to reduce phosphorus excretion of broilers. J. of App. Poult. Res. 1999; 8(4):414-425.
15. Jacob JP, Ibrahim S, Blair R..Using enzyme supplemented, reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of broilers. Asian Austr. J. of Animal Sci. 2000; 13(11):1561-1567.
16. Silva YL, Rodrigues PB, Freitas RTF, Zangeronimo MG, Fialho ET. Níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte, na fase de 14 a 21 dias de idade. Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes. Rev. Bras. Zootec., 2008; 37 (3):469-477.
17. Toghyani M, Swick RA, Barekatin R. Effect of seed source and pelleting temperature during steam pelleting on apparent metabolizable energy value of full-fat canola seed for broiler chickens. Poult Sci 2016 pew401. doi: 10.3382/ps/pew401
18. Fortes BDA. Adição de enzimas em dietas com diferentes fontes de proteína para frangos. [Tese], Goiânia: Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás.; UFG, 102 p. 2014. [acesso em 20 dez 2016]. Disponível em <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4773>
19. Rutz F. Proteínas: Digestão e absorção. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E. (Eds.). Fisiologia aviária: aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP; 2002. 375p.
20. Silva YL, Rodrigues PB, Freitas RTF. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. Rev. Bras. Zootec., 2006; 35:840-848.
21. Namroud NF, Shivazad M, Zaghari M. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. Poult. Sci. 2008; 87:2250-2258.

CAPÍTULO 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente a alta produtividade da produção de alimentos de origem animal deve-se em grande parte ao uso de enzimas na nutrição de monogástricos. As melhorias da produção podem ser observadas no presente trabalho assim como muitos outros disponíveis na literatura.

O uso da protease nesse trabalho demonstrou resultados positivos, reafirmando o seu uso como aditivo zootécnico em rações de frangos. A melhor absorção de nutrientes e no processo de digestão também foram constatados pelos resultados de desempenho, mas principalmente no ensaio de metabolismo realizado com a sua inclusão em rações.

A suplementação da protease mostrou-se mais responsiva na fase pré-inicial, pois influenciou o desempenho das aves resultando em melhor peso médio final e ganho de peso comparado com as aves do grupo controle.

No presente trabalho foram utilizadas duas diminuições que também significam valorização da matriz nutricional da protease. O uso da valorização em uma vez, conforme a recomendação do fabricante, com a suplementação da enzima mostrou-se vantajoso, permitindo resultados de balanço de nitrogênio positivo que é sinal de incremento na síntese protéica e deposição na carcaça. Além disso, a menor retenção de matéria seca com a suplementação da enzima e a conseqüente redução na excreção de nitrogênio permitem inferir que a utilização da enzima colabora com a minimização dos impactos ambientais causados pela produção animal.

Baseado nesse trabalho recomenda-se a suplementação da enzima protease de acordo com a valorização da matriz nutricional recomendada pelo fabricante, principalmente na fase pré-inicial de vida das aves, para que possa resultar em melhor peso médio final, melhor ganho de peso, menor consumo de ração, menor proporção de gordura abdominal, balanço positivo de nitrogênio e maior retenção de matéria seca.

O desafio incrementado com a utilização da redução em dobro da matriz nutricional recomendada também pode ser utilizado, mas recomenda-se que o faça com cuidado, visto a alternância de bons resultados com outros menos consistentes verificados neste experimento.

Nas outras fases de vida das aves (inicial, crescimento e final) a suplementação da enzima com a valorização da matriz nutricional também se mostrou benéfica, visto que os

resultados em desempenho, rendimento de cortes e metabolizabilidade foram equivalentes ao do tratamento controle. As dietas tratamento são reduzidas em níveis nutricionais se comparadas com a dieta controle com o nível dietético ideal para as aves, isso acaba resultando em menor gasto com os nutrientes e mantendo uma alta produção.

Apesar dos resultados positivos, mais trabalhos devem ser realizados utilizando-se outras valorizações da matriz nutricional, assim como a porcentagem de enzima para que se obtenha outros resultados que possam ser interessantes para a avicultura.