

Complexo enzimático em dietas para frangos de corte na fase de crescimento
Enzymatic complex in diets for broilers in the growing phase
Complejo enzimático en dietas para pollos de corte en la fase de crecimiento

Recebido: 18/05/2020 | Revisado: 24/05/2020 | Aceito: 27/05/2020 | Publicado: 11/06/2020

Edna Teles dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7101-8238>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: edna1906@hotmail.com

Mirian Lima Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7618-0798>

Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil

E-mail: mirianlima.lima48@hotmail.com

Roberto Melo Marques

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6569-1776>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: robertomelomarques463@gmail.com

Hidaliana Paumerik Aguiar Bastos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0473-8884>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: hidaliana@hotmail.com

Regina Fialho de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9439-843X>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: regina-so-fia@hotmail.com

Jakeline Veras da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5890-7850>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: jakeveras@hotmail.com

Reinaldo Kanji Kato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6845-1252>

Biogenic Group-nutrição e saúde animal, Brasil

E-mail: rinaldokato@yahoo.com.br

Guilherme José Bolzani de Campos Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6308-5951>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: guilherme.ferreira@ufpi.edu.br

Leilane Rocha Barros Dourado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7141-6677>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: leilane@ufpi.edu.br

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da inclusão de complexo enzimático em dietas à base de milho e farelo de soja, sobre a energia metabolizável, produção de calor, desempenho zootécnico, morfometria intestinal, rendimento de carcaça e cortes comerciais de frangos de corte, no período de 21 a 42 dias. Foi realizado ensaio de metabolismo e desempenho, em delineamento inteiramente ao acaso, com 4 tratamentos (Controle Positivo (CP) e Controle Negativo (CN), com complexo enzimático e sem complexo enzimático, respectivamente), 8 repetições de 4 aves (metabolismo) e 15 aves (desempenho). Foi analisado, a energia metabolizável, a produção de calor, histomorfometria intestinal, o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e avaliação econômica. Não foram observados efeitos para energia metabolizável e produção de calor ao incluir enzimas às dietas. Não foi observado efeito dos tratamentos sobre o desempenho e rendimento de carcaça. As enzimas ocasionaram aumento da largura de cripta no duodeno, enquanto as demais variáveis (altura e largura das vilosidades, altura das criptas, espessura de parede) de duodeno, jejuno e íleo não foram influenciadas. Enzimas em dietas sem redução energética não é economicamente viável no período de 21 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: Enzimas; Farelo de soja; Histomorfometria; Milho; Nutrição.

Abstract

The objective of the study was to evaluate the effect of inclusion of enzyme complex in diets of corn and soybean meal upon the metabolizable energy, heat production, zootechnical performance, intestinal morphometry, carcass yield and commercial cuts of broilers, in the period of 21 to 42 days. Metabolism and performance test were performed in a completely randomized design with 4 treatments (Positive Control (CP) and Negative Control (CN), with enzyme complex and without enzyme complex, respectively), 8 repetitions of 4 birds (metabolism) and 15 birds (performance)). Metabolizable energy, heat production, intestinal histomorphometry, zootechnical performance, carcass yield and economic evaluation were analyzed. No effects were observed for metabolizable energy and heat production when enzymes to the diets were added. There was no effect of the treatments upon the performance and the carcass yield. The enzymes caused an increase in the width of the crypt in the duodenum. The others variables (villus height and width, crypt height, wall thickness) of the duodenum, jejunum and ileum were not influenced. Enzymes in diets without energy reduction are not economically viable in the period of 21 to 42 days of age.

Keywords: Caloric increase; Corn; Enzymes; Histomorphometry; Nutrition; Soybean meal.

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la inclusión del complejo enzimático en dietas a la base del choclo y salvado de soya, en energía metabolizable, producción de calor, actuación zootécnico, morfometría intestinal, rendimiento de cuerpos y cortes comerciales de pollos para corte, en el período de 21 hasta 42 días. Fue realizada prueba del metabolismo y producción, en un contorno completamente al azar, en 4 tratamientos (Control Positivo (CP) y Control Negativo (CN), con complejo enzimático o sin complejo enzimático, respectivamente, 8 repeticiones de 4 aves (metabolismo) y 15 aves (producción). Fue analizado, la energía metabolizable, la producción de calor, histomorfometría intestinal, la producción zootécnico, rendimiento del cuerpo y evaluación económica. No fueran observados efectos para energía metabolizable y producción del calor cuando incluye enzimas en las dietas. No fue observado efecto de los tratamientos en la producción, rendimiento del cuerpo. Las enzimas causaron aumento en el ancho de la cripta en el duodeno, mientras que las otras variables (altura y ancho de las vellosidades, altura de la cripta, grosor de la pared) del duodeno, yeyuno e íleon no fueron influenciadas. Enzimas en dietas sin reducción energética no es económicamente viable en el período de 21 hasta 42 días de edad.

Palabras clave: Aumento calórico, Choclo, Enzimas, Histomorfometria, Nutrición, Salvado de soya.

1. Introdução

O uso de complexos enzimáticos na alimentação de frango de corte à base de milho e farelo de soja tem se destacado nos últimos anos devido a busca pela redução dos custos com a alimentação destes animais, haja vista, milho e o farelo de soja serem os ingredientes vegetais mais utilizados nas dietas das aves, além dos excelentes valores nutricionais contidos e a disponibilidade no mercado. Assim, visando um possível aumento no desempenho produtivo.

Apesar destes ingredientes, não apresentarem níveis elevados de polissacarídeos não amiláceos (PNA's), o uso de enzimas na alimentação de aves com intenção de possibilitar melhoras na digestibilidade dos nutrientes, o que favorece o aproveitamento do fósforo, cálcio, aminoácidos e energia, refletindo na melhor eficiência produtiva e, representando economia no custo final da alimentação e produção das aves (Borbosa et al., 2014).

Considerados ingredientes de alta digestibilidade, o milho e o farelo de soja, ainda contém em média 8,10% e 30,30% de PNA's insolúveis como os arabinosilanos, a pectina e β -glucanos e a rafinose e estaquiase, respectivamente (Leite et al., 2011). E, a presença dos PNA's favorecem a formação de complexos que impedem o acesso das enzimas digestíveis sobre o alimento, como a formação de géis, diminuindo a digestibilidade, o tempo de permanência e viscosidade no trato gastrointestinal, dificultando a digestão e absorção dos nutrientes (Campos et al., 2017).

Assim, a adição de enzimas exógenas torna necessária para que haja um melhor aproveitamento destes ingredientes pelas aves como por exemplo as polissacaridases capazes de hidrolisar os PNA's (Dourado et al., 2014), e, conseqüentemente melhorara as características de desempenho das aves. Haja vista, que pesquisas realizadas com diversas combinações de enzimas em dietas a base de milho e farelo de soja em busca de efeitos positivos como melhorar a conversão alimentar, o ganho de peso (Nunes et al., 2015), rendimentos de peito (Dalólio et al., 2016), aumentar a energia digestível (Barbosa et al., 2014). Diante disso, o uso das carboidrases são eficientes, uma vez que as enzimas presentes nos complexos enzimáticos, permite maior ação nos diferentes tipos de substratos e, ou, alimentos utilizados no processo de fabricação de rações, neste caso, o milho e farelo de soja.

Desta forma, objetivou-se com o presente estudo determinar a energia metabolizável e produção de calor; e avaliar a morfometria intestinal, o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e cortes comerciais de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja com inclusão de complexo enzimático.

2. Metodologia

A pesquisa foi conduzida no Setor de Avicultura e as análises laboratoriais realizadas nos Laboratórios de Nutrição e Anatomia Animal, pertencentes ao Campus Professora Cinobelina Elvas – CPCE em Bom Jesus-PI. A condução e a autorização da pesquisa foram analisada e aprovada pelo Comitê de Ética em Experimentação com Animais nº. 078/12-CEEA/UFPI da Universidade Federal do Piauí. Durante o período experimental (22 a 42 dias), as sete e dezessete horas, por meio de termo-higrômetro, foram registradas as temperaturas e umidades obtendo médias de 38,4 e 25,2 °C e, 74,5 e 28,9% máximas e mínimas, respectivamente.

Concomitantemente foram realizados dois ensaios: Ensaio de metabolismo, conduzido para determinação de energia metabolizável e produção de calor e ensaio de desempenho, para determinação de desempenho zootécnico, análise histomorfológica, rendimento de carcaça e viabilidade econômica.

Na realização do ensaio de metabolismo utilizou-se 128 pintos, machos da linhagem Cobb com 21 dias de idade. Os animais foram pesados (peso médio 597g/ave) e distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso com quatro tratamentos, oito repetições, com quatro aves cada.

Para ambos os ensaios, os tratamentos consistiram de: Controle positivo (CP) atendendo as exigências nutricionais sem complexo enzimático; Controle positivo (CP) com 200 g/t de complexo enzimático; Controle negativo (CN) com redução de 75 kcal/kg de energia metabolizável aparente (EMA) sem complexo enzimático e Controle negativo (CN) com redução de 75 kcal/kg de energia metabolizável aparente (EMA) com 200g/t de complexo enzimático. A inclusão do complexo enzimático (α - Galactosidase, amilase, β -Mananase, α -glucanase, protease e xilanase), foi realizado de acordo com recomendações do fabricante, sendo 200 g/t da ração em substituição ao material inerte (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade.

Ingredientes	Dietas							
	22 a 33 dias				34 a 42 dias			
	CP	CP+ CE	CN	CN+ CE	CP	CP+ CE	CN	CN+ CE
Milho grão	62,17	62,17	64,11	64,11	67,15	67,15	68,72	68,72
Soja farelo	31,20	31,20	30,73	30,73	26,66	26,66	26,51	26,51
Óleo de soja	3,17	3,17	1,68	1,68	2,92	2,92	1,51	1,51
Fosfato bic.	0,65	0,65	0,65	0,65	0,43	0,43	0,43	0,43
Supl. Min-vit ¹	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Calcário	0,94	0,94	0,94	0,94	0,86	0,86	0,86	0,86
NaCl	0,46	0,46	0,46	0,46	0,44	0,44	0,44	0,44
L-lisina HCL	0,27	0,27	0,28	0,28	0,34	0,34	0,34	0,34
DL-metionina	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08
Treonina	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
Inerte	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02
L- Valina	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,03
CE	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
Fitase	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total (Kg)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional (%) e energética (Mcal/kg)								
Ác. linoleico	3,13	3,13	2,38	2,38	3,06	3,06	2,34	2,34
Arginina dig.	1,21	1,21	1,20	1,20	1,08	1,08	1,09	1,09
Cálcio	0,61	0,61	0,61	0,61	0,52	0,52	0,52	0,52
Cloro	0,33	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32
Energia Met.	3,10	3,10	3,03	3,03	3,15	3,15	3,08	3,08
Fibra bruta	2,73	2,73	2,74	2,74	2,58	2,58	2,59	2,59
Fósforo disp.	0,23	0,23	0,23	0,23	0,18	0,18	0,18	0,18
Lisina dig.	1,08	1,08	1,08	1,08	1,01	1,01	1,01	1,01
Met+cist. dig.	0,79	0,79	0,79	0,79	0,74	0,74	0,74	0,74
Metionina dig.	0,52	0,52	0,52	0,52	0,49	0,49	0,49	0,49
Potássio	0,85	0,85	0,85	0,84	0,76	0,76	0,77	0,77
Proteína bruta	19,52	19,52	19,48	19,48	17,95	17,95	18,00	18,00

Sódio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Treonina dig.	0,70	0,70	0,70	0,70	0,66	0,66	0,66	0,66
Triptof. dig.	0,21	0,21	0,21	0,21	0,19	0,19	0,19	0,19
Valina dig.	0,84	0,84	0,84	0,84	0,79	0,79	0,79	0,79

¹Composição por kg do produto: ácido fólico – 55 mg; biotina- 6 mg; Virginiamicina – 2.000 mg; vit. A – 750.000 UI; vit. B1 – 100 mg; vit. B12 1.400 mcg; vit. B2 – 550 mg; vit. B6 – 180 mg; vit. D3 – 250.000UI; vit.E, 1.500UI; vit. K 3 – 100 mg; niacina – 4.000 mg; nicarbazina -12,5 g; Pantotenato de cálcio – 1.000 mg; Cloreto de colina – 32 g; Metionina- 190 g; se- 25 mg; fe 3.500 mg; mn – 7.200 mg; cu -8.000 mg; I – 140 mg; zn- 5.000 mg. ²CP: Controle positivo; CN: Controle negativo; ³CE: Complexo enzimático. Inerte: areia lavada. Fonte: Autores.

Para ambos os ensaios os animais permaneceram em galpão convencional até aos 21 dias de idade recebendo ração para atender suas exigências nutricionais. A ração e água foram fornecidas *ad libitum*. Utilizou-se de 24 horas de luz seguindo as especificações do manual da linhagem até aos 42 dias.

Aos 21 dias de idade as aves foram pesadas e distribuídas uniformemente em gaiolas metálicas medindo 1 m x 1 m x 0,5 m, contendo com comedouros tipo calha e bebedouro tipo calha confeccionadas de cano de PVC.

A metodologia utilizada foi a de coleta total de excretas, sendo cinco dias de adaptação das aves às instalações e dietas experimentais e quatro dias de coleta total de excretas. As excretas de cada parcela foram coletadas em intervalos de 12 h (no início e final do dia). No período de coleta, foi contabilizado o consumo de ração pela diferença entre a ração fornecida e as sobras (Sakomura & Rostagno, 2016).

Após as coletas, as excretas foram acondicionadas, identificadas e mantidas em freezer sob a temperatura de -20 °C até a realização da última coleta. Concluída as coletas, as excretas foram submetidas a análises de pré-secagem e trituradas, em seguida determinada a matéria seca, nitrogênio e energia bruta (bomba calorimétrica 1281, PARR, CALORIMETER) de acordo com (Silva & Queiroz, 2002).

Após a realização das análises laboratoriais das dietas e excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) segundo Sakomura e Rostagno (2016).

A produção de calor foi determinada pela diferença ente a ingestão de energia metabolizável a e a energia retida, sendo utilizados os dados do ensaio de digestibilidade e de desempenho segundo fórmulas descritas por Sakomura e Rostagno (2016). A determinação da energia retida se deu por abate comparativo, ambos para analisar a composição corporal das aves. No abate inicial (aos 21 dias) foi retirado um grupo de 12 animais, já o abate final (aos

33 dias) foi retirado dois animais de cada parcela experimental com peso semelhante ao peso médio da parcela. As aves foram pesadas, colocadas em recipientes específicos da autoclave, submetida a uma temperatura de 127 °C e uma pressão de 1 atm, de acordo com Sakomura e Rostagno (2016). As análises bromatológicas (determinação de matéria seca, nitrogênio e energia bruta) de acordo com Silva e Queiroz (2002).

Para o ensaio de desempenho foram utilizadas 480 aves de corte machos, da linhagem Cobb com 21 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, oito repetições e quinze aves cada. Distribuídas de acordo com o peso médio em boxes medindo 2m², com piso coberto com casca de arroz, equipados com bebedouro pendular e comedouro tubular semi-automático.

O desempenho zootécnico (peso vivo, ganho em peso, consumo de ração e conversão alimentar) foi avaliado aos 22 (alojamento), 33 e 42 dias de idade. As datas e números de mortalidades foram registradas, para correções de consumo de ração e ganho de peso da fase (Sakomura & Rostagno, 2016).

Aos 33 dias de idade, realizou eutanásia de uma ave por parcela experimental, para as análises histológicas. Dessas, foram coletados segmentos de 2,0 cm do duodeno, jejuno e íleo. Os fragmentos teciduais foram imersos em formol tamponado a 10%, posteriormente transferidos para recipiente com álcool 70%, desidratados em uma série crescentes de álcoois, diafanizadas em xilol e incluídos em parafina (Sousa et al., 2015).

Foram obtidos cortes com espessura de 4 µm utilizando micrótomo rotativo semiautomático (Sousa et al., 2015), posteriormente corados com hematoxilina e eosina (HE) e montadas utilizando verniz vitral incolor. As análises histológicas foram obtidas por microscópio óptico Trinocular (Nova Optical Systems), com câmera digital TOUPCAM (4 Megapixels) acoplada. Utilizou o software ToupView® 3.7 para as mensurações da altura e largura das vilosidades, altura e largura das criptas, espessura de parede, e, a partir dos dados de altura de vilosidades e cripta, determinou a relação vilo/cripta. Mensurou-se aproximadamente 10 vilos, 10 criptas e 10 áreas de parede (Sousa et al., 2015).

Aos 42 dias de idade, para o rendimento de carcaça e seus respectivos cortes, duas aves por parcela foram submetidas em jejum alimentar de 6h e abatidas através de deslocamento cervical e posterior sangria, escaldagem, depenamento e evisceração.

Para o cálculo do rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada e o peso vivo das aves em jejum, pesadas individualmente antes do abate. O rendimento dos cortes nobres (peito, coxa, sobrecoxa, asa) e gordura abdominal foram realizados pela relação dos pesos dos mesmos e o peso da carcaça.

Para verificar a viabilidade econômica das dietas utilizadas no experimento inicialmente foi determinado o custo da ração (CR) por quilograma de peso vivo ganho (Yi), segundo a Eq. 1 proposta por Bellaver et al. (1985):

$$(Eq. 1) Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$$

Sendo: Y_i- custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i-ésimo tratamento;

P_i- preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento;

Q_i- quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento, G_i-ganho de peso do i-ésimo tratamento.

O Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), Eq. 2; Eq. 3, respectivamente, foram calculados de acordo com Barbosa et al. (1992).

$$(Eq. 2) IEE = (MCE_i) \times 100 / CTe_i$$

$$(Eq. 3) IC = (CTe_i \times 100) / MCE_i$$

Onde: MCE_i - Menor custo da ração por quilograma ganho observado entre tratamentos;

CTe_i- Custo do tratamento i considerado.

Os dados foram submetidos à análise de variância através do procedimento General Liner Model (GLM) do programa SAS[®] (Statistical Analysis System, 2002). As médias foram comparadas pelo teste de Student Newmann Keuls, ao nível de 5% e 10% (histomorfometria intestinal) de significância.

3. Resultados e Discussão

Os valores de energia metabolizável não apresentaram efeito estatístico significativo ($p > 0,05$) para os tratamentos estudados (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de energia metabolizável (EM) e produção de calor (PC) em frangos de corte na fase de crescimento alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja com inclusão de complexo enzimático

Tratamento	Variáveis				PC (kcal/kg ^{0,75} /dia)
	EMA/MS	EMA/MN	EMAn/MS	EMAn/MN	
CP	2967,22	2692,94	2967,07	2692,79	235,28
CP+ CE	3028,57	2765,43	2967,07	2692,79	246,41
NC	2882,89	2630,56	3028,45	2765,33	238,42
CN+ CE	2934,75	2630,56	2882,75	2630,43	234,81
Probabilidade ¹	0,7917	0,5739	0,7916	0,5737	0,7923
CV (%)	8,55	8,55	8,55	8,58	10,33

¹Teste de SNK ($p>0,05$); CV: Coeficiente de variação; CP: Controle positivo; CN: controle negativo; CE: Complexo enzimático. Fonte: Autores.

O que se foi constatado que a inclusão de 200g/ton de complexo enzimático (α -Galactosidase, amilase, β -Mananase, α -glucanase, protease e xilanase), em dietas para frango de corte no período de 22 a 28 dias de idade não proporciona efeitos sobre o metabolismo energético, visto que as aves tratadas com dietas com redução da exigência energética de 75 kcal de EM/kg de ração (CN), apresentaram resultados estatisticamente semelhantes às aves alimentadas com dieta atendendo suas exigências energéticas (CP). Para alguns autores, a diferença quanto a presença de substratos, a composição dos ingredientes, bem como às diferenças nas atividades enzimáticas em cada ingrediente, pode apresentar resultados controversos aos muitos encontrados na literatura (Fernandes et al., 2017), aos que seriam de respostas positivas ao uso destes aditivos na dieta dos animais. Como foi o caso dos achados por Fernandes et al. (2017), ao afirmarem que as enzimas expressam otimização por hidrolisar os PNAs insolúveis, melhorando a disponibilidade de energia metabolizável, e a deposição de energia bruta e energia metabolizável corrigida para balanço de nitrogênio (Amerah et al., 2016).

A produção de calor não foi influenciada ($p>0,05$) pelo uso do complexo enzimático em dietas à base de milho e farelo de soja na alimentação de frangos de corte no período de 22 a 33 dias de idade (Tabela 2). Isso mostra valores de produção de calor equivalente das aves em relação aos tratamentos mesmo reduzindo 75 kcal de energia metabolizável e incluindo 200g/ton de complexo enzimático às dietas, podendo este valor ter sido insignificativo para

promover modificações metabólicas diferenciadas nesta fase. Visto que, a produção de calor é a perda de energia realizada pela ave durante seus processos metabólicos como a digestão, absorção e metabolismos dos nutrientes, sendo estes responsáveis pelo aumento e/ou perdas de produção de calor pela ave (Sakomura & Rostagno, 2016).

Mesmo sabendo que a matriz nutricional de uma enzima é a quantidade de nutrientes que uma dose pré-determinada de enzima pode fornecer ao animal, determinados por ensaios experimentais (Dourado et al., 2014), há justificativas que enzimas adicionadas a dietas de aves apresentam resultados muitas vezes inconsistentes e conflitantes, devido a vários fatores, como, as diferenças no tipo de enzimas testadas, bem como no planejamento experimental e os nutrientes controle das dietas de controle negativas ou até mesmo pela qualidade e composição dos nutrientes da referida dieta (Angel et al., 2011).

Não houve nenhum efeito significativo do uso do complexo enzimático (α -galactosidase, amilase, β -Mananase, α -glucanase, protease e xilanase) sobre as variáveis de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), referentes aos períodos de 22 a 33; 34 a 42 e 22 a 42 dias, não contribuindo de forma significativa para proporcionar melhorias nas características de desempenho das aves Tabela 3.

Tabela 3. Efeito do complexo enzimático (CE) sobre os valores médios das variáveis de peso médio (PM), ganho de peso (GP), consume de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 22 a 33, 34 a 42 e 22 a 42 dias de idade.

Variável	Tratamentos ¹				Probabilidade	CV ² (%)
	CP	CP+CE	CN	CN+CE		
22 a 33 dias						
GP (g)	715,63	652,83	689,13	680,00	0,135	7,53
CR (g)	1178,75	1108,33	1145,00	1148,00	0,146	5,11
CA (g/g)	1,67	1,70	1,68	1,69	0,678	2,52
34 a 42 dias						
GP (g)	633,00	611,50	592,43	588,50	0,528	10,12
CR (g)	1283,57	1174,38	1287,63	1258,75	0,074	7,35
CA (g/g)	2,05	1,99	2,24	2,12	0,092	9,16
22 a 42 dias						
GP (g)	1323,25	1264,5	1294,29	1273,43	0,720	8,47
CR (g)	2414,00	2282,88	2432,50	2391,43	0,161	5,84
CA (g/g)	1,83	1,81	1,92	1,886	0,127	5,51

¹Controle Positivo (CP) atendendo as exigências nutricionais; CP com 200g/t de CE; Controle Negativo (CN) c/ redução de 75Kcal de EMA; CN com 200g/t de CE. Teste SNK (P>0,05); ²CV - Coeficiente de Variação. Fonte: Autores.

Observa-se que mesma as aves alimentadas com redução de 75 kcal energia (CN), apresentaram desempenho semelhante aos demais tratamentos controle positivo.

Os achados deste estudo corroboram com os observados por Dalólio et al. (2016), que não encontraram efeitos de complexo enzimático sobre o desempenho zootécnico de frangos de corte no período de 22 a 42 dias. A justificativa é que o complexo pode ou não ter sido eficiente mesmo com redução do valor energético, e/ou rações suplementadas com complexos e redução de energia pode ter apresentado possíveis atuações desses produtos sobre os ingredientes do milho e farelo de soja, o que provavelmente possa ter ocorrido com este estudo, visto que, a redução do valor energético adotada nos tratamentos (CN e CN+CE) desta pesquisa possa ser imperceptível sobre o desempenho principalmente do ponto de vista estatístico.

Resultados que contradizem aos deste estudo como menor consumo de ração (Barbosa Filho et al., 2018), uma melhor conversão alimentar (Pasquali et al., 2017) e melhora no

ganho de peso das aves (Nunes et al., 2015) foram encontrados quando estes autores estudaram a adição de complexos enzimáticos em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte em diferentes períodos em estudo.

Observando os resultados e comparando aos tratamentos, o desempenho das aves alimentadas com dietas CP sem enzimas foi superior aos demais, inclusive ao CP com enzimas (Tabela 3), e, as dietas com redução de 75kcal de energia (CN) se igualaram às dietas com níveis nutricionais adequados (CP). Provavelmente, estes resultados tenham relação ao não recebimento de dietas com enzimas nas primeiras fases de criação (1 a 21 dias).

Resultados das pesquisas científicas utilizando complexos enzimáticos são bastante conflitantes. Porém, Fortes et al. (2012) justificam que a adição de enzimas exógenas em rações avícolas pode ser direcionada a períodos específicos, pois são mais eficazes nos períodos iniciais da vida destes animais.

Dentre as análises de morfometria intestinal de frangos de corte, apenas a largura de cripta do duodeno apresentou diferenças significativas ($p < 0,0158$) entre os tratamentos (Tabela 4). Observou-se que a inclusão de complexo enzimático em dietas a base de milho e farelo de soja causou maior largura de cripta em frangos de corte aos 33 dias de idade, pois as aves que receberam dietas controle positivo (CP) com complexo enzimático e controle negativo (CN) com complexo enzimático apresentam acréscimos de 6,2 μ m e 5,3 μ m respectivamente, em comparação as aves que se alimentaram com dietas que não continham o complexo enzimático.

Tabela 4. Efeito de complexo enzimático (CE) sobre as variáveis histomorfométricas do duodeno, jejuno e íleo de frangos no período de 22 a 33 dias de idade.

Tratamento ¹	Variável ² (µm)					
Duodeno	AV	LV	AC	LC	EP	AV/AC
CP	713,40	165,20	141,63	55,42B	318,45	5,07
CP+CE	679,20	171,33	178,12	61,68A	304,63	4,10
CN	744,70	165,26	142,51	54,42B	310,99	4,46
CN+CE	724,90	171,46	151,55	59,72A	308,44	4,87
Probabilidade	0,9349	0,9157	0,1262	0,0158	0,9214	0,2837
CV (%) ²	25,91	13,34	18,98	7,52	9,44	34,64
Jejuno						
CP	642,34	154,03	161,55	57,86	277,70	3,85
CP+CE	628,00	163,33	175,38	62,67	260,38	3,63
CN	560,32	173,88	152,32	61,00	247,88	3,72
CN+CE	518,87	161,96	151,23	60,80	303,37	3,45
Probabilidade	0,3231	0,5400	0,2553	0,7190	0,1454	0,6861
CV (%)	23,81	13,66	15,48	13,87	15,78	19,25
Íleo						
CP	515,24	135,64	144,27	54,90	277,67	3,42
CP+CE	424,95	144,71	152,04	53,11	273,48	2,86
CN	501,19	133,23	140,70	52,72	297,39	3,48
CN+CE	503,91	123,19	142,79	48,61	322,83	3,24
Probabilidade	0,2641	0,3213	0,6975	0,2717	0,2361	0,3546
CV (%)	20,08	16,85	13,08	12,00	17,53	18,66

Médias com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p < 0,10$). ¹ Controle positivo (CP) atendendo as exigências nutricionais. Controle negativo (CN) com redução de 75 kcal/kg de energia metabolizável. ²Altura de vilos (AV); Largura de vilos (LV); Altura de cripta (AC); Largura de cripta (LC); Espessura da parede (EP); AV/AC: relação vilos:cripta; ³CV: Coeficiente de variação. Fonte: Autores.

Não houve efeitos significativos para o uso do complexo enzimático sobre as variáveis de altura de vilos (AV), largura de vilos (LV), altura de cripta (AC), espessura da parede (EP) e relação vilos/cripta (AV/AC), indicando que provavelmente as enzimas não atuaram de forma a alterar as características morfológicas nessa região.

As modificações de largura de criptas neste experimento podem ter ocorrido em razão da necessidade funcional da mucosa quanto à presença das enzimas na dieta, visto que enzimas podem promover melhora na saúde intestinal (Ayoola et al., 2015), pois estas estimulam a mucosa às atividades digestivas dos alimentos no trato intestinal. A menor largura de cripta em dietas sem suplementação enzimática pode estar associada a menor taxa de proliferação celular (Santin et al., 2001) da região duodenal.

Não houve nenhuma diferença estatística significativa entre as variáveis, altura e largura de vilo, altura e largura de cripta, espessura da parede e relação vilo/cripta do jejuno e do íleo, indicando que a presença das enzimas às dietas para frangos de corte não causou estímulos à mucosa intestinal que pudessem causar alterações das estruturas da mesma (Tabela 4) aos 33 dias de idade.

Zhu et al. (2014) utilizaram complexo enzimático (xilanase, β -glucanase e α -amilase) em dietas à base de milho e farelo de soja, verificaram redução na profundidade de cripta e largura de vilos no jejuno e, observaram que a redução de EM aumentou a altura e largura de vilos e perímetros de vilos de jejuno e íleo de frangos de corte aos 21 dias, aumentando assim, a capacidade de digestão e absorção no intestino delgado, podendo esses resultados estar associado ao maior fluxo de nutrientes.

Os valores relativos (%) de rendimento de carcaça, cortes comerciais e gordura abdominal aos 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Efeito do complexo enzimático (CE) sobre o rendimento de carcaça (RC), Peito (RP), coxas (RCX), sobrecoxas (RSC), asas (RA), dorso (RD), gordura abdominal (RGA) de frangos de corte aos 42 dias de idade

Variável (%)	Tratamentos ¹				Probabilidade	CV (%)
	CP	CP+CE	CN	CN +CE		
RC	71,58±1,6	70,76±1,4	71,24±1,4	71,40±1,2	0,6333	1,84
RP	34,95±1,5	35,38±0,6	35,62±1,0	34,89±0,8	0,6684	1,87
RCX	14,06±0,7	14,31±0,4	14,13±0,7	14,66±0,7	0,3259	4,76
RSC	17,03±0,8	16,00±0,8	16,42±0,7	16,25±0,7	0,0943	4,94
RA	10,83±0,3	11,29±0,4	11,02±0,5	11,32±0,4	0,1004	3,93
RD	22,33±0,7	22,55±0,7	22,18±0,3	22,43±1,1	0,7990	3,54
RGA	1,58±0,2	1,27±0,5	1,58±0,5	1,23±0,2	0,0625	30,28

¹Controle Positivo (CP) atendendo as exigências nutricionais; CP com 200g/t de Complexo enzimático; Controle Negativo (CN) c/ redução de 75Kcal de EMA; CN com 200g/t de complexo enzimático. Teste SNK (P>0,05); ³ CV - Coeficiente de Variação. Fonte: Autores.

Não foi verificado nenhum efeito significativo no rendimento de carcaça, de cortes e gordura abdominal das aves alimentadas com ou sem o complexo enzimático. Observando-se que o diferencial energético das dietas com redução de 75 Kcal de energia metabolizável, com e sem complexos enzimáticos, foi eficiente e não interferiu nos rendimentos de carcaça, cortes e porcentagem de gordura abdominal das aves até os 42 dias de idade.

Resultados semelhantes para rendimento de carcaça e rendimentos de cortes nobres foram encontrados por (Barbosa Filho et al., 2018; Dalólio et al., 2016; Nunes et al., 2015) ao estudarem a inclusão de complexos enzimáticos em dietas para frangos de corte de 22 a 43 dias de idade. A justificativa é que estes resultados podem ser decorrentes da semelhança do peso das aves nos diferentes tratamentos, como visto neste estudo.

Miranda et al. (2017) afirmaram que a suplementação enzimática reduz o peso e rendimentos de gordura abdominal de frangos de corte, o que, possivelmente pode ter disponibilizado mais nutrientes para a síntese muscular. O que pode explicar a redução dos valores de gordura abdominal de 1,58% nos tratamentos sem o complexo enzimático para 1,27 e 1,23% nos tratamentos com o complexo enzimático (Tabela 5).

Houve efeitos significativos (p<0,05) das dietas sobre as variáveis de viabilidade econômica analisadas no período de 22 a 42 dias de idade (Tabela 6).

Tabela 6. Viabilidade econômica em dietas à base de milho e farelo de soja com complexo enzimático (CE) no período de 22 a 42 dias.

Tratamento ¹	Variáveis ³		
	CMR/Kg (R\$)	IEE (%)	IC (%)
CP	1,39±0,06B	82,39±1,27A	121,42±1,87B
CP+CE	1,52±0,05A	78,41±2,39B	127,71±3,78A
CN	1,41±0,06B	82,93±3,32A	121,79±4,81B
CN+CE	1,43±0,03B	81,87±1,85A	122,22±2,80B
Probabilidade	0,0094	0,0300	0,0336
CV (%) ²	5,00	3,58	3,44

¹Controle positivo (CP) atendendo das exigências nutricionais; ²Controle negativo (CN) com redução de 75 kcal/kg de EMA; ³CV: coeficiente de variação; Médias com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p < 0,05$); ³CMR/Kg: custo médio da ração por kg de peso vivo produzido; IEE: índice de eficiência econômica; IC: índice de custo. Fonte: Autores.

Observou-se que, os valores mais elevados dos custos com as dietas foram registrados na dieta atendendo as exigências nutricionais (CP) para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

A adição de complexo enzimático em dietas com níveis nutricionais atendendo às exigências (CP+CE) dos animais proporcionou aumento do custo médio da ração (0,13 R\$), redução do índice de eficiência econômica (3,5%) e índice de custo de (6,3%), em comparação à dieta controle positivo (CP) sem o complexo enzimático, já em relação aos tratamentos controle negativo (CN) com e sem o complexo enzimáticos, observou-se o mesmo raciocínio de respostas para as variáveis estudadas, no entanto esta diferença foi menor, e, isso, inviabilizaria o uso deste complexo enzimático em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte, quando não se faz redução dos níveis energéticos da dieta neste período.

4. Considerações Finais

A inclusão do complexo enzimático para frangos de corte aos 33 dias de idade mantém o valor de energia metabolizável e produção de calor das aves, entretanto aumenta a largura de cripta do duodeno.

O uso de complexo enzimático em dietas à base de milho e soja não altera o desempenho zootécnico e rendimento de carcaça, no entanto, dietas atendendo a exigência

energética não é economicamente viável à produção de frangos de corte no período de 22 a 42 dias, principalmente por não ter havido efeitos dos tratamentos sobre o desempenho dos animais.

Referências

Amerah, A. M.; Romero, L. F.; Awati, A. & Ravindran, V. (2016). Effect of exogenous xylanase, amylase, and protease as single or combined activities on nutrient digestibility and growth performance of broilers fed corn/soy diets. *Poultry Science*, 0, 1–10.

Angel, C.R.; Saylor, W.; Vieira, S.L. & Ward, N. (2011). Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-dayold broiler chickens. *Poultry Science*, 90, 2281– 2286.

Ayoola, A. A.; Malheiros, R. D.; Grimes, J. L. & Ferket, P. R. (2015). Effect of dietary exogenous enzyme supplementation on enteric mucosal morphological development and adherent mucin thickness in Turkey. *Frontiers in Veterinary Science*, Lausanne, 2(45), 1-8.

Barbosa Filho, J. A.; Oliveira J. P. F.; Boas, A. D. C. V.; Almeida, M.; Dornellas, T.; Hoffmann, A. C.; Silva, C. A. & Oba, A. (2018). Características produtivas e qualitativas de frangos de corte alimentados com diferentes complexos enzimáticos. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, 75, 1-9.

Barbosa, H. P.; Fialho, E.T.; Ferreira, A. S.; Lima, G. J. M. M. de; Marília, F. & Gomes, M. (1992). Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 21, 827-837.

Barbosa, N. A. A.; Bonato, M. A.; Sakomura, N. K.; Dourado, L. R. B.; Fernandes, J. B.K. & Kawauchi, I. M. (2014). Digestibilidade ileal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com enzimas exógenas. *Comunicata Scientiae*, 5(4), 361-369.

Bellaver, C.; Fialho, E.T.; Protas, J. F.S. & Gomes, P. C. (1985). Radícula de malte na alimentação de suínos em 352 crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 20, 969-974.

Campos, C. F. A.; Rodriguês, K. F.; Vaz, R.G. M.V.; Giannes, G. C.; Silva, G. F. da; Parente, I. P.; Amorim, A. F.; Barbosa, A. F. C.; Silva, M. C. da; Fonseca, F. L. R.; Araújo, C. C.; Silva, Z. S.; Silva, J. R. da; Silva, E. M.; Campos, M. L. & Machado, S. B. (2017). Fungal enzymes in diets with alternative foods for slow-growing chicken. *Revista Desafios*, 04(02), 35-53.

Dalólio, F. S.; Moreira, J.; Vaz, D. P.; Albino, L. F. T.; Valadares, L. R.; Pires, A. V. & Pinheiro, S. R. F. (2016). Exogenous enzymes in diets for broilers. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 17(2), 149-161.

Dourado, L. R. B.; Barbosa, N. A. A. & Sakomura, N. K. (2016). Enzimas na nutrição de monogástricos. In: Sakomura, N. K.; Costa, J. H. V. da; Fernandes, J. B. K. & Hauschild, L. *Nutrição de não ruminantes*. 1º ed. São Paulo, Funep: 360-371.

Fernandes, J. I. M.; Contini, J. P.; Prokoski, K.; Gottardo, E. T.; Cristo, A. B. & Perini R. (2017). Desempenho produtivo de frangos de corte e utilização de energia e nutrientes de dietas iniciais com milho classificado ou não e suplementadas com complexo enzimático. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 69(1),181-190.

Fortes, B. D. A.; Cafe, M. B.; Stringhini, J. H.; Brito, J. A. G. de. Rezende, P. L. P. & Silva, R. D. (2012). Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. *Ciência Animal Brasileira*, 13(1), 24-32.

Leite, P. S. C.; Leandro, N. S. M.; Stringhini, J. H.; Café, M. B.; Gomes, N. A. & Jardim Filho, R. M. (2011). Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milheto e complexo enzimático. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, 46(3), 280-286.

Miranda, L. M. B. de; Goulart, C. C.; Leite, S. C. B.; Batista, A. S. M. & Lima, R. (2017). Farelo de algodão em dietas com ou sem suplementação de enzimas para frango de corte. *Revista Ciência Agronômica*, 48(4), 690-699.

Nunes, J. O.; Abreul, R. D.; Brito, J.A.G.; Silva, R. F.; Oliveira, L. S. & Jesus, N. A. (2015). Enzyme Supplementation of Broiler Feeds with Reduced Mineral and Energy Levels. *Journal Poultry Science*, 17, 015-022.

Pasquali, G. A. M.; Oliveira, R. F. de; Aiello, P. A. B.; Polycarpo, G.V.; Crivellari, R. & Cruz Polycarpo, V. C. da. (2017). Performance and economic viability of broiler. *Acta Scientiarum animal Sciences*, 39(1), 91-96.

Sakomura, N. K. & H. S. Rostagno. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 2ª. ed. Jaboticabal, Funep, 262.

Santin, E.; Maiorka, A.; Macari, M.; Grecco, M.; Sanchez, J. C.; Okada, T. M. & Myasaka, A. M. (2001). Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. *Journal Applied Poultry Research*, 10(3), 236-244.

Silva, D. J. & Queiroz, A. C. (2002). Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3ª ed. Viçosa: UFV, 235.

Sousa, D. C.; Oliveira, N. L. A.; Santos, E. T. dos; Guzzi, A.; Dourado, L. R. B. & Ferreira, G. J. B. C. (2015). Caracterização morfológica do trato gastrointestinal de frangos de corte da linhagem Cobb 500®. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35(1), 61-68.

Zhu, H. L.; Hu, L. L.; Hou, Y. Q.; Zhang, J. & Ding, B. Y. (2014). The effects of enzyme supplementation on performance and digestive parameters of broilers fed corn-soybean diets. *Poultry Science*. 93(7), 1704–1712.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Edna Teles dos Santos – 30%

Leilane Rocha Barros Dourado – 20%

Guilherme José Bolzani de Campos Ferreira – 10%

Mirian Lima Fernandes – 10%

Roberto Melo Marques – 05%

Hidaliana Paumerik Aguiar Bastos – 10%

Regina Fialho de Sousa – 05%

Jakeline Veras da Silva – 05%

Reinaldo Kanji Kato – 05%