



**MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**LEVEDURA DE CANA-DE-AÇUCAR E ENZIMAS EM DIETAS PARA FRANGOS DE
CORTE**

EDNA TELES DOS SANTOS

Teresina – PI, junho de 2017

EDNA TELES DOS SANTOS

**LEVEDURA DE CANA-DE-AÇUCAR E ENZIMAS EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, na área de Produção Animal, para obtenção do título de doutora.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Leilane Rocha Barros Dourado

Co-orientador: Prof^º. Dr. Guilherme José Bolzani de Campos Ferreira.

Teresina – PI, junho de 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade Federal do Piauí Biblioteca
Setorial do Centro de Ciências Agrárias

Serviço de Processamento Técnico

S2371 Santos, Edna Teles dos

Levedura de cana-de-açúcar e enzimas em dietas para frango de corte
/ Edna Teles dos Santos - 2017.

93 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Prorama de Pós-
Graduação em Ciência Animal, Teresina, 2017.

Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Leilane Rocha Barros Dourado

1. Frango de corte 2. Enzima exógenas 3. Desempenho 4. Mor- fometria
intestinal 5. *Sacharomycce scereviase* I.Título.

CDD 636.5085 5

**LEVEDURA DE CANA-DE-AÇÚCAR E ENZIMAS EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE**

EDNA TELES DOS SANTOS

Tese aprovada em: 27/06/2017

Banca Examinadora:



Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado (Presidente) / CPCE/UFPI



Prof. Dr. Guilherme José Bozani de Campos Ferreira (Interno) CPCE/UFPI



Prof. Dr. Stelio Bezerra Pinheiro de Lima (Interno) / CPCE/UFPI



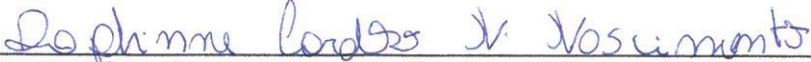
Prof. Dr. Leonardo Atta Farias (Interno) / CPCE/UFPI



Profa. Dra. Hatawa Melo de Almeida Monteiro (Interno) / CPCE/UFPI



Dra. Melina Aparecida Bonato (Externa) / NENHUMA



Dra. Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento (Externa) / NENHUMA

À DEUS, por ter me dado o dom da vida...´
À toda a minha família, PAI, MÃE, FILHA, IRMÃOS e SOBRINHOS, pelo amor,
compreensão e apoio...

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo o dom da vida e por estar sempre presente em todos os momentos de minha vida e colocar pessoas maravilhosas e especiais em meus caminhos.

À toda a minha família, minha Mãe Maria, meu Pai Afonso, aos meus irmãos Telma, Francisco, Maria das Graças, Elza, Maria José, Edson e Daniela, aos meus sobrinhos Laísa, Laércio e Lana Clara, à quem os sempre admirei e estarão sempre presentes em todos os momentos da minha vida, por todo apoio, amor, carinho, compreensão, companhia, confiança e força. Não tenho palavras para agradecer às pessoas por tudo que fizeram por mim e minha filha para tal conquista. Amores da minha vida.

À minha amada filhinha Luna, presente de Deus, pelo amor, carinho, “compreensão”, companhia. Pedacinho de mim, amorzinho da mamãe e inspiração do meu viver.

À Dona Santa por ter sido uma pessoa muito querida e especial em minha vida.

À minha orientadora Professora Dra. Leilane Rocha Barros Dourado, a quem sempre tive imensa admiração como pessoa e como profissional. Agradeço por toda paciência, preocupação, carinho que teve comigo durante todas essas jornadas, pelos esforços e confiança que depositou em mim. Por me proporcionar oportunidades que jamais imaginei alcançar. Honra e gratidão por tudo Professora (Mãezona).

Aos meus colegas de turma em nome de Lorrane Mesquita, pelas conversas e grande colaboração para com este trabalho. Muito obrigada querida.

Aos meus amigos e amigas que fizeram parte desta caminhada, pela tolerância, compreensão, colaboração, descontração e diversão, Mirian Lima (maninha), Hidaliana, Regina, Sheila. Meninas, a amizade e carinho de vocês levarei para sempre. Pelo que fizeram por mim nessas caminhadas não tenho palavras para agradecer. Amo vocês.

Não poderia esquecer você, Paulo. Você faz parte desta conquista. Muito obrigada, por tudo.

Ao Grupo de Estudo em Nutrição e Produção de Aves e Suínos (GENPAS). Muito obrigada, sem a colaboração de vocês nas atividades não seria possível.

Ao professor Guilherme José Bolzani e Regina Lucia, pela disponibilidade, apoio, paciência, toda colaboração à realização das análises morfométricas e elaboração desse trabalho. Serei sempre grata a vocês.

À Universidade Federal do Piauí, Campus Profª. Cinobelina Elvas, por todo o suporte concedido à concretização desse trabalho.

Ao Colégio Técnico de Bom Jesus-PI, pelas instalações avícolas.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À FAPPEPI e ao Prof^a. João Batista Lopes pelo financiamento de parte da Pesquisa.

À Reinaldo Kanji Kato pelo auxílio na aquisição das enzimas.

Enfim, a todos aqueles que de alguma maneira, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho... Muito obrigada.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	07
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	09
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
1 LEVEDURA COMO INGREDIENTE NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.....	16
2 LEVEDURA E SEUS BENEFÍCIOS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE	17
3 ENZIMAS EXÓGENAS NA NUTRIÇÃO DE AVES E SEUS MECANISMOS DE AÇÃO.....	18
4 COMPLEXOS ENZIMÁTICOS.....	20
4.1 Mananase.....	21
4.2 α -galactosidade	22
4.3 Amilase	23
4.4 α -glucanase.....	23
4.5 Protease.....	24
4.6 Xilanase.....	24
5 EFEITOS DO USO DE ENZIMAS SOBRE O DESEMPENHO DAS AVES.....	25
6 ANATOMIA E FISIOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO DAS AVES.....	26
6.1 Histomorfometria do intestino das aves	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	29
CAPÍTULO 2. MANANASE EM DIETAS COM LEVEDURA DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA FRANGOS DE CORTE.....	37
RESUMO.....	38
ABSTRACT.....	39
INTRODUÇÃO.....	39
MATERIAL E MÉTODOS.....	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
CONCLUSÕES.....	58
REFERENCIAS	59
CAPÍTULO 3.COMPLEXO ENZIMÁTICO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE DE CRESCIMENTO.....	64
RESUMO.....	65
ABSTRACT.....	65
INTRODUÇÃO.....	66
MATERIAL E MÉTODOS.....	67
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
CONCLUSÕES.....	79
REFERENCIAS.....	80

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 2.

Tabela 1. Composição percentual e valores calculados das dietas experimentais para frangos de corte no período de 1 a 42 dias.....	42
Tabela 2. Efeito da levedura e enzima mananase sobre os valores das variáveis de peso médio (PM), ganho de peso (GP), consume de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 1 a 7 dias de idade	45
Tabela 3. Valores médios das variáveis de peso médio (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade	46
Tabela 4. Efeito da levedura e enzima mananase 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 1 a 33 dias de idade.....	47
Tabela 5. Efeito da levedura e enzima mananase 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 1 a 42 dias de idade.....	48
Tabela 6. Efeito da levedura e adição de diferentes doses de enzima mananase, sobre as variáveis morfométricas da mucosa do duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte aos 21 dias de idade	48
Tabela 7. Efeito da levedura e adição de diferentes doses de enzima mananase sobre as variáveis histomorfométricas da mucosa do duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte aos 33 dias de idade	50
Tabela 8. Valores relativos das variáveis de rendimento de carcaça, cortes e vísceras comestíveis de frangos de corte alimentados com dietas com e sem a adição de leveduras e diferentes níveis de enzima mananase aos 42 dias de idade.....	52
Tabela 9. Viabilidade econômica em dietas com levedura da cana-de-açúcar e enzima mananase no período nos períodos de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias	53

CAPITULO 3.

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.....	74
--	----

Tabela 2. Valores médios de energia metabolizável e produção de calor em frangos de corte na fase de crescimento alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja com inclusão de complexo enzimático	79
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.....	81
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.....	83
Tabela 5. Efeito do complexo enzimático (CE) sobre o rendimento de carcaça (RC), Peito (RP), coxas (RCX), sobrecoxas (RSC), asas (RA), gordura abdominal (RGA) de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	85
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.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

µm- micrômetro

AC-Altura de cripta

APC – Antibióticos promotores de crescimento

AV- Altura de vilo

AV/AC- relação vilo cripta

CA- Conversão alimentar

CE- Complexo enzimático

CEEA- Comitê de ética em experimentação animal

CN- Controle negativo

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento

CP- Controle positivo

CPCE- *Campus* professora cinobelina elvas

CR- Consumo de ração

CR- Custo da ração

CTBJ- Colégio Técnico de Bom Jesus

CTei-Custo do tratamento

CV- Coeficiente de variação

DB- Dieta Basal

DL- Dieta com levedura

EM- Energia metabolizável

EMA- Energia metabolizável aparente

EMA/MN- Energia metabolizável aparente na matéria natural

EMA/MS- Energia metabolizável aparente na matéria seca

EMAn- Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio

EMAn/MN- Energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio na matéria natural

EMAn/MS- Energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio na matéria seca

EP-Espessura de parede

Gi-ganho de peso do i-ésimo tratamento

GLM- General Liner Model

GP- Ganho de peso

IC- Índice de Custo

IEE- Índice de Eficiência Econômica

LC-Largura de cripta

LV-Largura de vilo

MCEi-Menor custo da ração por quilograma ganho

OL- oligossacarídeos

PC- Produção de calor

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

PM – Peso médio

PNA's- Polissacarídeos não amiláceos

Qi-quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento,

RASA- rendimento de asa

RCARC- rendimento de carcaça

RCX- rendimento de coxa

RFI- rendimento de fígado

RGA- rendimento de gordura abdominal

RPT- rendimento de peito

RSCX -rendimento de sobrecoxa

SAS- Statistical Analysis System

SNK- Student Newmann Keuls

UFPI- Universidade Federal do Piauí

W- Watts

Yi-custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i-ésimo tratamento

α -alfa

β -beta

RESUMO: O uso de enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte tem melhorado a digestibilidade de ingredientes com presenças significativas de polissacarídeos não amiláceos como os encontrados na parede celular da levedura de cana-de-açúcar bem como os presentes nos grãos como no milho e soja. Dois experimentos foram conduzidos com objetivos de avaliar o efeito da inclusão de diferentes dosagens de enzima mananase em dietas com e sem leveduras (experimento 1) e avaliar o efeito da inclusão de mistura enzimática em dietas à base de milho e farelo de soja (experimento 2), sobre o desempenho zootécnico, histomorfometria intestinal, rendimento de carcaça, custo de produção e, energia metabolizável e produção de calor de frangos de corte em diferentes idades. Experimento 1: O delineamento foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos (T1 Dieta Basal sem levedura e sem enzima (DB); T2-DB + 100g/ton de Mananase; T3 - Dieta com inclusão de 7% de levedura (DL); T4, T5 e T6 - DL + 80g/ton, 100g/ton e 120g/ton de Mananase, respectivamente), seis repetições de 20 aves cada. Nos períodos de 7, 21, 33 e 42 dias, não foram observados efeitos ($p>0,05$) dos tratamentos sobre o consumo de ração, bem como para PM e GP aos 7 dias. Foi observado pior desempenho e redução do rendimento de carcaça nas aves alimentadas com leveduras sem enzimas e, melhor desempenho nas aves alimentadas com dieta sem levedura e sem enzima. Não houve efeito significativo para rendimento de cortes. Aves alimentadas com DB tiveram menor deposição de gordura abdominal. A enzima mananase proporciona efeito significativo na espessura de parede no duodeno aos 21 dias. A dosagem de enzimas associadas à inclusão de leveduras ocasionaram efeitos ($p<0,10$) sobre a mucosa intestinal de frangos de corte aos 21 dias. Aos 33 dias foi observado efeitos ($p<0,10$) de redução da largura de criptas no duodeno com a inclusão da enzima mananase. A enzima mananase melhora o desempenho zootécnico e rendimento de carcaça em dietas com levedura em frangos de corte. E, recupera o rendimento de carcaça e aumenta a gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias. A inclusão de levedura encarece as rações de frangos de corte. Experimento 2: Foi realizado ensaio de metabolismo e desempenho. O delineamento foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (T1- controle positivo (CP), T2-CP com 200g/t de Tecnase, T3-Control Negativo (CN) e T4-CN com 200g/t de Tecnase), 8 repetições, 15 (desempenho) e 4 (metabolismo) aves cada. Utilizou o método de coleta total de excretas para determinar a energia metabolizável. Aos 33 dias aves foram eutanasiadas para coleta histomorfologica e determinação da Produção de calor. Não foram observados efeitos ($p>0,05$) para os valores de energias metabolizáveis e produção de calor ao incluir enzimas às dietas. Não foi observado efeito ($p>0,05$) dos tratamentos sobre as variáveis de desempenho, e, rendimento de carcaça, corte e gordura abdominal aos 33 e 42 dias, respectivamente. O uso de misturas enzimáticas ocasionou aumento da largura de cripta no duodeno aos 33 dias. As demais variáveis histomorfométricas de duodeno, jejuno e íleo não foram influenciadas estatisticamente pelo uso da mistura enzimática. O uso de enzimas em dietas sem redução energética não é economicamente viável no período de 21 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: Desempenho, enzimas exógenas, Morfometria intestinal, *Sacharomyce cerevisiae*

ABSTRACT: The use of exogenous enzymes in broiler feed has improved adigestibility of ingredients with significant presence of non-starch polysaccharides such as those found in the cell wall of sugarcane yeast as well as those present in grains such as corn and soybeans. Two experiments were carried out with the objective of evaluating the effect of the inclusion of different doses of mannanase enzyme in diets with and without yeasts (experiment 1) and to evaluate the effect of the inclusion of enzyme mixture in corn and soybean meal diets (Experiment 2), On the zootechnical performance, intestinal histomorphometry, carcass yield, cost of production and metabolizable energy and heat production of broilers at different ages. Experiment 1: The design was a completely randomized design with six treatments (T1-free Basal Diet without yeast and without enzyme (DB), T2-DB + 100g / ton Mananase, T3 - Diet with 7% yeast (DL), T4 , T5 and T6 - DL + 80g / ton, 100g / ton and 120g / ton of Mananase, respectively), six replicates of 20 birds each. In the 7, 21, 33 and 42 days periods, treatments ($p > 0.05$) were not observed on feed consumption, as well as for PM and GP at 7 days. It was observed worse performance and reduction of carcass yield in birds fed yeasts without enzymes and, better performance in birds fed a yeast - free or non - enzymatic diet. There was no significant effect on cut yield. Birds fed DB had lower abdominal fat deposition. The enzyme mannanase provides a significant effect on wall thickness in the duodenum at 21 days. The dosage of enzymes associated with the inclusion of yeasts caused effects ($p < 0.10$) on the intestinal mucosa of broilers at 21 days. At 33 days, effects of ($p < 0.10$) reduction of crypt width were observed in the duodenum with the inclusion of the enzyme mannanase. The enzyme mannanase improves the zootechnical performance and carcass yield in diets with yeast in broiler chickens. E, recovers the carcass yield and increases the abdominal fat of broilers at 42 days. The inclusion of yeast increases the rations of broilers. Experiment 2: A metabolism and performance test was performed. The design was a completely randomized design with 4 treatments (T1- positive control (CP), T2-CP with 200g / t of Tecnase, T3-Negative Control (CN) and T4-CN with 200g / t of Tecnase), 8 replications , 15 (performance) and 4 (metabolism) birds each. She used the total excreta collection method to determine the metabolizable energy. At 33 days birds were euthanized for histomorphological collection and determination of heat production. No effects ($p > 0.05$) were observed for the values of metabolizable energy and heat production by including enzymes in the diets. No effect ($p > 0.05$) of the treatments on the performance variables, and carcass yield, cut and abdominal fat were observed at 33 and 42 days, respectively. The use of enzymatic mixtures caused an increase in crypt width in the duodenum at 33 days. The other histomorphometric variables of duodenum, jejunum and ileum were not statistically influenced by the use of the enzymatic mixture. The use of enzymes in diets without energy reduction is not economically feasible in the period from 21 to 42 days of age.

Keywords: exogenous enzymes, Intestinal morphometry, Performance, *Sacharomyces cerevisiae*,

INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura brasileira tem se destacado em grande escala, em razão da produção de frangos de corte com excelentes índices produtivos, de ótimas qualidades e competitivos no mercado interno e externo (ABPA, 2016). Este aumento e eficiência da produção atribuem-se ao desenvolvimento de novos conhecimentos como sanidade, ambiência, genética e nutrição.

Muitas são as tecnologias que possibilitam a melhoria da produção na avicultura e reduz os custos desta principalmente de frangos de corte para atender à demanda da população. Dentre estas tecnologias estão as nutricionais, como a utilização em maior frequência de ingredientes de origem vegetal que possam substituir parte do milho e farelo de soja, além da inclusão de aditivos que melhorem a utilização destes alimentos pelas aves.

O uso de ingredientes que possibilite a diminuição dos custos de produção na avicultura, e que apresente qualidade nutricional, no caso da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*), tem sido utilizada na alimentação de aves em substituição de parte do farelo de soja, por ser um ingrediente proteico apresentando 37,20% de proteína bruta, além de vitaminas, minerais e lipídeos (ROSTAGNO et al., 2011). Entretanto, a composição da parede celular é o principal fator limitante do uso da *Saccharomyces cerevisiae* na nutrição de animais não ruminantes, devido à incapacidade destes animais em produzirem enzimas endógenas capazes de degradá-la e aproveitar os nutrientes que a compõe (SOUSA, 2016).

O milho e o farelo de soja são os ingredientes mais utilizados na alimentação das aves, pois apresentam alta qualidade nutricional e, disponibilidade no mercado (CAMPOS et al., 2017). Contudo, a alimentação das aves se torna muito onerosa devido à elevada demanda desses alimentos o que tornam a produção susceptível a variações dos preços impostos pelo mercado e pelas diferentes regiões do país (SANTOS; GRANJEIRO, 2012). No entanto, estes apresentam em sua composição fatores antinutricionais como os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e o ácido fítico, capazes de comprometer a qualidade e valores nutricionais destes ingredientes (FORTES et al., 2012).

Diante destes contextos, há a necessidade de incluir aditivos nas dietas como as enzimas exógenas para melhorar o aproveitamento dos nutrientes contidos em cada ingrediente. Visto que, as enzimas exógenas são utilizadas como uma alternativa para melhorar a eficiência na utilização dos alimentos, a partir da redução dos fatores antinutricionais e da viscosidade da digesta (PUCCI et al., 2010). Além de proporcionar um efeito poupador de energia e aminoácidos para o organismo (LIMA et al., 2007), podendo suas utilizações proporcionar aumento da produção.

Frente ao desenvolvimento de enzimas digestivas altamente especializadas para nutrição animal (BERTECHINI, 2012), utilizar enzimas como a mananase que são capazes de digerir fatores anti-nutricionais como os PNA's, mananos e glucanos presentes na levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*). Por outro lado, a utilização de complexo enzimático composto por (α -galactosidase, amilase, mananase, β -glucanase, protease e xilanase) em dietas a base de milho e farelo de soja que possam atuar diretamente sobre os fatores antinutricionais presentes nestes ingredientes. Permitindo assim, o uso destes ingredientes na alimentação de aves com maior eficiência. Visto que as enzimas exógenas são mais eficazes em melhorar o desempenho animal, devido uma enzima ter seu efeito potencializado pela presença da pequena quantidade de outra (MALEKIAN et al., 2013). Diante do exposto, dois experimentos foram conduzidos com objetivos de avaliar o efeito da inclusão de diferentes dosagens de enzima mananase em dietas com e sem leveduras de cana-de-açúcar e, avaliar o efeito da inclusão de mistura enzimática em dietas à base de milho e farelo de soja, sobre o desempenho zootécnico, histomorfometria intestinal, rendimento de carcaça, custo de produção e, energia metabolizável e produção de calor de frangos de corte em diferentes idades.

Esta tese apresenta-se estruturada na seguinte forma: Introdução geral com Referencial teórico, redigido de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias da universidade Federal do Piauí, como Capítulo 1; Artigo titulado como “Mananase em dietas com levedura de cana-de-açúcar para frangos de corte” redigido de acordo com as normas editoriais do periódico Revista Brasileira de Zootecnia, Capítulo 2 e, Artigo titulado como “Complexo enzimático em dietas para frangos de corte na fase de crescimento”, redigido de acordo com as normas editoriais do periódico Revista Ciência Agronômica, Capítulo 3.

CAPITULO 1. REVISÃO DE LITERATURA

Elaborada de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da
Universidade Federal do Piauí
(<http://www.posgraduacao.ufpi.br/ppgca>)

REVISÃO DE LITERATURA

LEVEDURA COMO INGREDIENTE NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB (2014) o Brasil chegou a produzir 27,13 bilhões de litros de etanol. E, com esse aumento da produção de etanol, nos últimos dez anos, as destilarias brasileiras aumentaram a produção de levedura. Com isso o país tornou-se um dos maiores produtores e exportadores do produto, destinando principalmente à alimentação de monogástricos (FREITAS et al 2015).

Aja visto que a levedura seca de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) é um coproduto proveniente do creme de levedura excedente do processo de fermentação do etanol de cana-de-açúcar, que, depois de centrifugado e separado do vinho, é seco por *spray dried* (FREITAS et al 2015).

As leveduras são microrganismos unicelulares, que se reproduzem assexuadamente por brotamento desenvolvendo-se na fermentação alcoólica, apresentam membrana celular definida, pouco espessa em células jovens e rígidas em células adultas (ARAÚJO et al., 2009). Esses microrganismos são amplamente utilizados como catalisadores biológicos na indústria de alimentos e bebidas (PINTO et al., 2013).

Duas são as formas mais comuns de se utilizar a levedura: na forma íntegra inativa, como fonte proteica nas rações e na forma íntegra ativa como ação probiótica nas dietas. As leveduras inativas possuem conteúdo celular altamente rico em proteínas e inositol que podem ser utilizados como promotores de crescimento (OLIVEIRA et al., 2012). Por outro lado, a parede celular é constituída por mananos, β -glucanos e quitina (BARROSO et al., 2013), que atuam de forma a não permitir a colonização de cepas patogênicas no organismo do animal, além de funcionarem como sequestradores de micotoxinas no intestino (COSTA, 2004). Essa ação é decorrente das agregações das lecitinas presentes na fimbriais das bactérias patogênicas aos mananos impedindo-as que colonizem o trato gastrointestinal, proporcionando uma melhoria no desempenho das aves (BEZERRA et al., 2012).

Segundo Rutz et al. (2006), muitas pesquisas indicam que as frações de leveduras ricas em mananos apresentam efeitos benéficos sobre a saúde e a produtividade do animal. Bezerra et al. (2012) afirmam que a utilização de mananoproteínas da parede celular da levedura em combinação com promotores de crescimento proporcionam uma melhor conversão alimentar de frangos de corte, podendo essas substituir antibióticos promotores de crescimentos, visto que o desempenho das aves não é prejudicado.

A levedura seca é caracterizada nutricionalmente pelo alto teor de proteína, por conter mais de 10 vitaminas solúveis na água, pertencentes ao complexo B (principalmente tiamina, riboflavina, niacina e ácido pantotênico), um excelente balanceamento de aminoácidos, em destaque lisina e metionina (ARAÚJO et al., 2009), ácido glutâmico, leucina, ácido aspártico, alanina, prolina, valina, serina, isoleucina e glicina (SILVA et al., 2009). Dentre essas fontes nutritivas da levedura integral, encontra-se 37,20% de proteína, 3,36% de minerais, 0,48% de lipídeos e 4157 kcal/kg de energia bruta (ROSTAGNO et al., 2011).

Apesar das qualidades nutricionais encontradas na levedura de cana-de-açúcar, existem componentes responsáveis pela rigidez da parede celular da levedura e definição de sua forma (GOMES, 2009). Dentre estes, estão os polissacarídeos, complexos de mananoproteínas (35-40%) localizada na camada mais externa, β -glucanos (55-60%) e quitina (1-2%) na camada interna da parede (AQUINO et al., 2012; BARROSO et al., 2013). Já as mananoproteínas e sua porção de carboidrato principalmente o α -D-manano são responsáveis pelo reconhecimento e interações entre células. No entanto, a característica das leveduras pode variar de acordo com o processo a que são submetidas bem como a própria região de fabricação da mesma (FREITAS et al., 2013).

Entretanto, a composição da parede celular da levedura se torna o principal limitante do uso desta na nutrição de animais não ruminantes, devido à incapacidade destes animais em produzir enzimas capazes de degradá-la e aproveitar os nutrientes que a compõe (SOUSA, 2016). Mas, apesar desta limitação, Chaud e Sgarbieri (2006) conseguiram recuperar 83,7% da parede celular das leveduras e encontraram 25,1% de mananas, 42,9% de glucanas, 9,5% de glicoproteínas e 6,2% de fração lipídica.

Soares et al. (2013), utilizando níveis de leveduras para poedeiras comerciais, concluíram que a levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) pode ser incluída em níveis de até 10% nas dietas, sem causar prejuízo às aves, melhorando os custos de produção devido à redução do farelo de soja nas rações e promovendo melhoria na produção e na qualidade dos ovos. No entanto, a grande quantidade de polissacarídeos não amiláceos presentes na parede celular da levedura, provoca redução na digestão e absorção dos nutrientes das dietas e, conseqüentemente do aproveitamento da energia da mesma (PERDOMO et al., 2004).

2 LEVEDURA E SEUS BENEFÍCIOS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Muitos são os benefícios proporcionados aos frangos de corte quando adicionados leveduras em suas dietas. E, inúmeros são os estudos com a utilização de leveduras para frangos

de corte, que vão desde a busca pelo melhor nível de inclusão, e/ou substituição de outro ingrediente às rações, bem como a associação com uso de enzimas ou complexos enzimáticos. Dentre estes benefícios estão a melhoria no desempenho, melhora da resposta imune, o aumento da altura das vilosidades intestinais com conseqüente aumento da absorção dos nutrientes e prevenir os efeitos negativos sobre a estrutura do intestino, evitando assim, quedas de desempenho (PELÍCIA et al., 2011; SOUZA et al., 2011), além das melhoras na conversão alimentar, e, na qualidade da carne de aves devido a atividade antioxidante, proporcionando maciez da mesma (ZHANG et al., 2005), melhorando conseqüentemente, a saúde e o bem-estar das aves (SOUZA et al., 2011).

Bezerra et al. (2009) pesquisando o uso da fração de mananoproteína da parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em combinação com antibióticos promotores de crescimento (APC) observaram efeitos benéficos à conversão alimentar de frangos de corte, bem como sua administração isolada, pode substituir APC por ter apresentado resultado semelhante para as demais variáveis de desempenho (peso corporal, ganho de peso diário, consumo de ração e índice de eficiência produtiva). Já Silva et al. (2009) estudando a inclusão de 0% e 2% de extrato de levedura e 0% e 1,5% de prebióticos para pintos de corte de um a oito dias, observaram melhora na conversão alimentar dos animais com nível de 2% de inclusão na dieta.

Santos et al. (2013), afirmam que a levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) pode ser utilizada nas dietas, em níveis de até 5%, sem prejudicar o desempenho zootécnico de frangos de corte aos 21 dias. E o uso desta, em até 20% de substituição ao farelo de soja em rações para frangos de corte, não prejudica o desempenho zootécnico nas diferentes fases de criação e, não altera as características de carcaça (FREITAS et al., 2013).

Estas características podem até serem aumentadas com a suplementação de enzimas exógenas devido terem capacidade de maximizar a digestibilidade e disponibilizar os nutrientes como os aminoácidos, além de contribuir com a energia metabolizável dos alimentos (ROMERO et al., 2013) e, conseqüentemente melhorar principalmente o desempenho zootécnico de frangos de corte.

3 ENZIMAS EXÓGENAS NA NUTRIÇÃO DE AVES E SEUS MECANISMOS DE AÇÃO

As enzimas exógenas são aditivos não nutricionais, que auxiliam no processo digestivo, melhorando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta. Também definidas como sendo proteínas compostas por aminoácidos ou seus derivados, capazes de catalisar reações químicas

específicas (KRABBE; LORANDI, 2014). Com base neste conceito que as enzimas são estudadas em uma diversidade de alimentos com a perspectiva de buscar esclarecimentos dos benefícios que estas proporcionam quando fornecidas em uma alimentação específica.

As enzimas utilizadas na alimentação animal devem resistir, conservar/manter suas atividades até mesmo depois dos processos de fabricação das dietas. Pois diversos fatores podem influenciar sua estabilidade, dentre eles a origem (microorganismo), o tipo e quantidade de substrato, pH, temperatura e, presença de inibidores enzimáticos. E, por serem proteínas, podem ser inativadas e desnaturadas por pH extremos e calor, e também podem ser degradadas por outras enzimas (proteases) (NAGASHIRO, 2007).

A suplementação de enzimas pode, portanto, melhorar o valor produtivo dos alimentos e permitir maior flexibilidade na formulação das dietas, reduzindo o custo e mantendo os parâmetros nutricionais, favorecendo o aproveitamento de nutrientes como o fósforo (CARDOSO JUNIOR et al., 2010; PEREIRA et al., 2012), cálcio (BARBOSA et al., 2014), aminoácidos (SELLE et al., 2010; ZHANG et al., 2014) e energia (STEFANELLO et al., 2016; VALADARES et al., 2016). Entretanto, a decisão do uso de enzimas vai depender do tipo de ingrediente a ser utilizado e da relação custo-benefício que a suplementação enzimática poderá acarretar. Além do conhecimento da relação enzima-substrato, aliado a aspectos econômicos serão as formas mais coerentes de utilização deste aditivo em dietas avícolas (FORTES et al., 2012).

É notável que existam diversos ingredientes de origem vegetal que apresentam polissacarídeos não amiláceos (PNA) e oligossacarídeos (OL), que não são digeridos pelas aves (BRITO et al., 2008), assim, interferindo na degradação e absorção dos nutrientes dietéticos e da energia, que poderiam ser aproveitados pelas mesmas (DOURADO et al., 2014).

O uso de enzimas exógenas em dietas de aves possibilita a redução de níveis nutricionais da ração, promovendo retorno econômico ao produtor, já que promovem aumento da digestibilidade dos alimentos, disponibilizando os nutrientes e, maximizando o aproveitamento da proteína e da energia (DOURADO et al., 2014). Apesar das rações a base de milho e farelo de soja apresentar digestibilidade relativamente alta, esses ingredientes podem apresentar fatores intrínsecos com características anti-nutricionais (OLUKOSI et al., 2007), podendo ser degradados com maior eficiência somente com a inclusão de enzimas exógenas nas rações. Assim, a utilização destas tem sido uma opção viável para os produtores devido às respostas positivas de digestibilidade dos alimentos e no desempenho das aves, influenciando diretamente a eficiência produtiva das mesmas (ALBINO et al., 2007).

As enzimas endógenas produzidas pelas aves não são capazes de quebrar as ligações resistentes a hidrólise dos PNAs contidos na maioria dos cereais (BRITO et al., 2008). Pois, nas aves somente a enzima amilase, produzida pelo pâncreas, pode hidrolisar o amido a unidades menores, possíveis de serem absorvidas. Tal enzima apresenta especificidade atuando sobre ligações glicosídicas do tipo α -1,4 (CARDOSO et al., 2011).

No entanto, para obter melhores resultados com a suplementação enzimática é importante que a enzima adicionada na ração seja específica para o ingrediente utilizado, sempre obedecendo à especificidade de interação enzima e substrato (ARAÚJO et al., 2007).

Dentre os resultados positivos com o uso de complexos enzimáticos tem-se a melhora da conversão alimentar (NUNES et al., 2015), melhora de ganho de peso (LEITE et al., 2008), aumento no rendimento de peito e asas (DALÓLIO et al., 2016) em frangos de corte da alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja.

4 COMPLEXOS ENZIMÁTICOS

A utilização de misturas enzimáticas contendo as principais enzimas (amilase, protease, celulase e fitase) entre outras, é comumente recomendada nas formulações de rações para frangos de corte, com intenção de melhorar a digestão e aumentar a retenção de nutrientes, melhorando o desempenho. No entanto, não é comum determinar a quantidade exata de polissacarídeos não amiláceos presente nos alimentos, além de que o uso de duas ou mais enzimas, podem promover algumas vezes, resultados controversos (ALBINO et al., 2007), como sub-aditivo (LESLIE et al., 2007) e aditivo (MULYANTINI et al., 2005).

Inicialmente, as enzimas eram utilizadas em rações contendo ingredientes com altas quantidades de polissacarídeos não-amiláceos (PNA's) e de ácido fítico, como trigo, cevada, centeio, triticale e aveia, entre outros, uma vez que os animais não ruminantes, principalmente as aves, não possuem enzimas para digestão destes fatores anti-nutricionais (CAIRES et al., 2008). No entanto, pesquisadores tem demonstrado a possibilidade de utilização de complexos enzimáticos em rações à base de cereais com baixa viscosidade (milho e o farelo de soja), objetivando aumentar a utilização de amido e proteína. Visto que, o amido presente nos cereais e leguminosas, está associadas diretamente com as proteínas, muitas com características hidrofóbicas, e suas relações associadas à parede celular (TESTER et al., 2004).

Como as enzimas apresentam efeito sinérgico, complexos enzimáticos podem ser mais eficazes em melhorar o desempenho, isso porque uma enzima pode ter seu efeito potencializado pela presença de uma pequena quantidade de outra (MALEKIAN et al., 2013), pois vários são os

mecanismos pelos quais as enzimas exógenas proporcionam melhora no desempenho de frangos de corte quando suplementadas em rações à base de milho e farelo de soja. Além de reduzir o número de microrganismos patógenos presentes no intestino (FERNANDE et al., 2010), pois a presença de PNAs nas dietas são responsáveis pelo aumento na viscosidade das dietas no intestino (MOURÃO; PINHEIRO, 2009) aumentando o tempo de retenção da digesta no intestino (PASCOAL; WATANABE, 2014) favorecendo à proliferação destes.

4.1 Mananase

As mananases são conhecidas por serem produzidas por uma variedade de bactérias, fungos, actinomicetos de plantas e animais, mas são as enzimas microbianas extracelulares que atuam em diversas condições de pH e temperatura, além de ser a melhor forma de uso devido a apresentar forma econômica de produção (VAN et al., 2010).

Estudos realizados por Fleuri e Sato (2010) mostraram que as enzimas como a mananase, protease, β -glucanase e quitinases são capazes de degradar polissacarídeos não amiláceos (β – glucanas, mananoproteínas e quitinas) presentes na parede celular das leveduras de cana-de-açúcar (BARROSO et al., 2013), sendo a fração fibrosa da levedura (β -glucanas e quitinas) responsável por apresentar efeitos negativos da energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio das dietas (LOPES et al., 2011). Além da presença de mananos, xilanos, galactanos, arabinanos, e outros polissacarídeos não amiláceos solúveis (PNA's) encontrados na segunda camada da parede celular dos vegetais (DHAWAN; KAUR, 2007).

Como os animais monogástricos não são capazes de produzir ou produzem em quantidades insuficientes de enzimas necessárias para hidrolisar e digerir tais PNA's (BRITO et al., 2008), e estes tem alto poder de reterem água e conseqüentemente dificultam a ação enzimática, assim quanto mais viscoso o conteúdo intestinal maior é a presença de nutrientes não degradados (LIMA et al., 2007).

A β -mananase consegue degradar os β -mananos através de ações hidrolíticas, ocasionando redução de seu peso molecular, proporcionando melhor digestibilidade dos nutrientes, e expressando forte carga sobre o sistema imunológico, tendo como consequência uma reserva considerável de energia metabolizável (JACKSON et al., 2003), pois sua ação provoca uma rápida diminuição na viscosidade de soluções de polissacarídeo, aumentando a acessibilidade do polímero, com outras enzimas, além de atuarem sobre patógenos (BARROS et al., 2015).

A enzima mananase, atua sobre substratos específicos como as mananas, que às vezes são encontradas na forma de glucomanana, galactomanana, glucogalactomanana que são, polissacarídeos não amiláceos (PNA's) presentes principalmente nos vegetais (KRABBE; LORANDI, 2014). Apesar do mecanismo de ação da mananase e os produtos oriundos de sua ação precisarem ser melhor compreendidos, sabe-se que a beta-mananase tem o objetivo de auxiliar na eliminação das β -mananas do organismo animal (KRABBE; LORANDI, 2014), e proporcionarem melhoras no desempenho zootécnico de ave (ZOU et al., 2006), além de reduzir o número de células caliciformes e a quantidade de muco no intestino delgado das aves (MHERI et al., 2010).

4.2 α -galactosidase

A enzima galactosidase é a responsável pela degradação da rafinose e da estaquiose presentes no farelo de soja, que correspondem a aproximadamente 6% da massa de matéria seca do farelo de soja e prejudicam a absorção de nutrientes, pois esses oligossacarídeos não são digeridos no intestino delgado das aves, em razão da falta da enzima α -1,6-galactosidase (GRAHAM et al., 2002).

Além da utilização dessa enzima na alimentação de aves, pesquisas já foram realizadas com peixes e suínos. Aumento no ganho de peso e menor conversão alimentar foram encontrados por Lima et al. (2011) usando diferentes doses de um complexo enzimático contendo galactosidase em dietas para frangos de corte. Yiğit et al. (2014) estudando as enzimas β -mananase e α -galactosidase em dietas com farelo de soja para truta arco-iris não observaram diferença significativa na digestibilidade dos nutrientes e na composição corporal. Já a combinação de galactosidases juntamente com outras carboidrases foram realizadas com o intuito de proporcionar benefícios a suínos (MOREIRA et al., 2009), com a função de clivar a lactose (JUERS; MATTHEWS; HUBER, 2012).

4.3 Amilase

A enzima amilase é utilizada para atuar principalmente na região anterior do trato gastrointestinal do animal, para auxiliar na digestão do amido, pois a mesma atua separando as cadeias α -1,4-glicosídicas entre unidades adjacentes de glicose nas cadeias lineares de amilose (PESSÔA et al., 2012). As enzimas amilases além de realizar a hidrólise do amido, podem ser classificadas em α -amilases (endoamilases), β -amilases (exoamilases) e glucoamilases (amiloglicosidases). A α -amilase, apresenta variação de pH de 3 a 9 sendo valor ótimo de 5,0

(MINAFRA et al., 2007) para desenvolvimento de suas atividades. Esta por exemplo, é a mais utilizada para alimentação animal sendo muito eficiente, visto que, em pouco tempo fragmenta polímeros de amido em estruturas menores, e, outra característica fundamental desta enzima é a termoestabilidade, sobrevivendo a processos térmicos como os de peletização (KRABBE; LORANDI, 2014),

Em pintos de corte a quantidade de amilase produzida pelo pâncreas é muito baixa devido a imaturidade do trato gastrointestinal (LIMA et al., 2007). O uso de α -amilase em rações para pintos de corte reduziu o peso de pâncreas na primeira fase de criação (1 a 7 dias de idade) (GRACIA et al., 2003), indicando uma influencia na síntese de enzimas endógenas pelo pâncreas, pois segundo Lima et al. (2007) a inclusão de enzimas exógenas em dietas para aves reduz a síntese de enzimas endógenas.

4.4 β -glucanase

As glucanases apresentam ótimas respostas, pois atuam positivamente sobre β -glucanos, principalmente do farelo de soja, reduzindo a viscosidade da ração e conseqüentemente reduz a umidade de cama (GOÉS; RIBEIRO, 2002).

Desde a década de 80 tem-se realizados estudos com glucanases na alimentação animal por apresentar efeitos de redução da viscosidade da digesta, e conseqüentemente promover redução na umidade de cama (CHOCT; KOCHER, 2000). Esta classe de enzimas é também denominada carboidrase e tem por finalidade hidrolisar polissacarídeos estruturais, como por exemplo, a celulose (KRABBE; LORANDI, 2014). A β -glucanase, pode ser sintetizada por leveduras, fungos ou bactérias. Porém esta síntese não gera uma β -glucanase especificamente e sim um conjunto de enzimas com mesma especificidade ampla, mas com propriedades químicas diferentes. Os β -glucanos são polímeros de glicose com ligações β -1,4 e β -1,3 (KRABBE; LORANDI, 2014). Silva et al. (2012) avaliando o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo carboidrases, como a β -glucanase e, observaram melhora da conversão alimentar quando os animais receberam dietas com a enzima.

4.5 Protease

Ao longo dos últimos anos as proteases são estudadas em uma forma cada vez mais frequente. São definidas como enzimas proteolíticas, classificadas como endopeptidases ou exopeptidases. Ambos os tipos de enzimas atacam ligações peptídicas de proteínas e

polipeptídeos e o que as diferenciam é o local de atuação na molécula proteica (MOREIRA; SCAPNELLO; SAKAMOTO, 2004).

As proteases exógenas podem ser produzidas por plantas ou microrganismos, e, se tratando de inibidores de tripsina, as proteases fúngicas parecem ser menos efetivas (DOURADO et al., 2014). Por outro lado, as enzimas exógenas podem fortalecer as proteases produzidas pela ave, como as peptidases (ISAKSEN et al., 2011), e aumentar a digestibilidade de proteínas e aminoácidos (ANGEL et al., 2011).

A utilização da protease em dietas de frango de corte, tem crescido na digestão ileal de proteínas e aminoácidos, como comprovam vários estudos (ROMERO et al., 2014). Isso porque as proteases podem hidrolisar frações proteicas diante aos fatores antinutricionais, como as lectinas e inibidores de tripsina, elevando a digestibilidade destes aminoácidos e a metabolização da energia da dieta (KRABBE; LORANDI, 2014).

4.6 Xilanase

As xilanases pertencem a uma classe denominada carboidrases. Para melhor expressar sua atividade enzimática exige de um valor de pH de 6,0 podendo variar de pH de 3 a 10 (PAZ et al., 2014). Apresentam capacidade de atuação muito flexível, podendo ser aplicada em diferentes processos (SILVA, 2014) sendo a mesma encontrada na indústria alimentícia, bem como na têxtil e ainda na indústria do papel (SORIO et al., 2012). Segundo Krabbe e Lorandi (2014) a principal função da xilanase é de degradar polissacarídeos como a hemicelulose, esta constituída de vários polímeros (principalmente xilana), esta enzima apresenta aproveitamento da fração indigestível de até 27% (COWIESON et al., 2010). Contudo, a sua degradação completa necessita da ação cooperativa de um consórcio de enzimas específicas.

Por outro lado, sua utilização se dá nas dietas de aves com intensão de reduzir a viscosidade do conteúdo intestinal por meio da degradação principalmente dos arabinosilanos solúveis, uma vez que a presença de fibras no trato proporciona grande capacidade de reter água e formar substância gelatinosa (TACHIBANA et al., 2010). Assim, aumentando os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e promovendo o maior desempenho animal.

Dentre os fatores antinutricionais do farelo de soja mais comumente encontrados estão os inibidores de tripsina e as lectinas, no entanto, a digestibilidade destes fatores é praticamente nula (VIANA et al., 2011). Mas se tratando das aves que não são capazes de secretarem enzimas endógenas necessárias para a ruptura de certos PNAs como os β -glucanos, arabinosilanos e outras fibras solúveis ou insolúveis presentes nos cereais (SOUZA et al., 2008), o aumento na

viscosidade inevitavelmente prejudica a digestão e absorção dos nutrientes no trato digestivo das mesmas. Assim, no intuito de melhorar o valor nutritivo de dietas compostas de milho e farelo de soja, sugere-se o uso de enzimas exógenas capazes de neutralizar os fatores antinutricionais destes ingredientes podendo melhorar a qualidade nutricional da dieta e promover desempenho animal mais uniforme.

5 EFEITOS DO USO DE ENZIMAS EXÓGENAS SOBRE O DESEMPENHO DE AVES

O complexo enzimático composto por amilase, protease e xilanase, adicionados às dietas a base de milho e farelo de soja, proporcionam maior disponibilidade de energia metabolizável, bem como resultam no aumento da altura dos vilos e profundidade das criptas, proporcionando um aumento na área de superfície de absorção, e isso reflete em melhores resultados de desempenho das aves (ONDERCI et al., 2006).

O uso da combinação de xilanase, protease e amilase proporcionam melhorias no desempenho de frangos de corte e digestibilidade em dietas à base de milho (TANG et al., 2014), além de melhoras na metabolizabilidade de energia e digestibilidade nutricional (ROMERO et al., 2013).

OLUKOSI et al. (2007) estudaram o efeito de uma mistura enzimática (contendo xilanase, amilase e protease) sobre o desempenho de frangos de corte e digestibilidade dos nutrientes no período de um a 21 dias, e verificaram que as aves mais jovens tiveram resultados positivos em respostas às enzimas em relação ao final do período estudado. Kong et al. (2011), afirmam que a suplementação de enzimas β -mananase dietas de monogástricos melhora o ganho de peso e reduz a conversão alimentar e também proporcionam aumento da energia metabolizável aparente (KONG et al., 2011; MUSSINI et al., 2011). Além disso, observam-se aumentos de coeficientes de digestibilidade de aminoácidos aparentes (MUSSINI et al., 2011) quando β -mananase é adicionada à dieta.

A adição de complexos enzimáticos (amilase, protease, xilanase) melhora o ganho de peso na fase inicial, e associados com diferentes tipos de milho melhora a conversão alimentar, a energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio para frangos de corte (FERNANDES et al., 2017).

O uso de complexos enzimáticos (constituídos por diferentes enzimas como fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase) em dietas à base de milho e farelo de soja proporciona melhora no desempenho zootécnico, na uniformidade de lote, melhora a disponibilidade de nutrientes (COWIESON; RAVINDRAN, 2008; ADEOLA; COWIESON,

2011), melhoram o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, extrato etéreo e energia metabolizável aparente corrigida (LEITE et al., 2008), aumenta o ganho de peso, melhora na conversão alimentar (CARVALHO et al., 2009; PESSÔA et al., 2012; PUCCI et al., 2010) para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, além de melhorar o rendimento de peito e asas em frangos de corte aos 42 dias (DALÓLIO et al., 2016).

6. ANATOMIA E FISIOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO DAS AVES

Os animais possuem quatro funções fundamentais expressados pelo sistema digestório como, a apreensão, digestão do alimento, a absorção dos nutrientes, e eliminação dos resíduos do processo digestivo (ARTONI et al., 2014), que não é diferente do sistema digestório das aves.

Para que esses nutrientes sejam absorvidos e utilizados pelas aves é necessário que, as grandes e complexas moléculas sejam quebradas em pequenos compostos moleculares através de fragmentação mecânica e digestão química (atividade enzimática), assim nutrir as células e manter os tecidos do organismo (ALBINO; TAVERNARI, 2012).

O conhecimento do desenvolvimento do sistema digestório dos frangos de corte, por exemplo, é de fundamental importância para o produtor visto que sua maturação pode afetar significativamente o desempenho produtivo destes animais (ARTONI et al., 2014). Dentre este, o conhecimento do intestino delgado (porção de maior tamanho do sistema digestório das aves), responsável pela digestão final do alimento e pela absorção dos nutrientes. Composto por duodeno, jejuno e íleo, que possuem estruturas histológicas características (ALBINO; TAVERNARI, 2012). É altamente eficiente em converter alimentos, consumido frequentemente em pequenas refeições, de forma que sua taxa metabólica seja mantida. Nesse sentido, as alterações morfológicas do sistema digestório têm profundo efeito no desempenho produtivo das aves em função da influência do aproveitamento de todos os nutrientes (ARTONI et al., 2014).

6.1 Histologia do intestino das aves

As estruturas dos órgãos tubulares do sistema digestório das aves compreendem histologicamente por quatro camadas ou túnicas, organizadas de forma concêntrica, com características histológicas e funcionais distintas denominadas, da luz para a periferia do órgão, de: túnica mucosa, túnica submucosa, túnica muscular e túnica serosa ou adventícia. (BOLELI; MAIORKA; MACARI, 2002).

A túnica mucosa (constituída por epitélio estratificado pavimentoso quantificado que vai da boca ao esôfago e epitélio simples prismático ou colunar do pro-ventrículo aos intestinos), túnica submucosa (constituída por tecido conjuntivo moderadamente denso, podendo apresentar

glândulas submucosas), túnica muscular (pro-ventrículo, ventrículo e até os intestinos apresentam duas camadas de músculos lisos, camada interna com musculatura distribuída em forma circular e a externa com fibras musculares distribuídas em formas longitudinais) e túnica serosa (constituída por tecido conjuntivo frouxo e mesotélio) e/ou adventícia (constituída por tecido conjuntivo frouxo) (ARTONI et al., 2014).

No intestino delgado, entre o jejuno e íleo não há distinção histológica perfeita (REECE, 2014), no entanto a forma mais confiável de diferenciá-los é observando as alças onde se abrem os vasos sanguíneos que são observados a olho nu. Outra forma de diferenciar as particularidades do intestino delgado é a presença de longas vilosidades na mucosa quando comparadas com a do intestino grosso que apresenta vilosidades mais curtas e largas (ARTONI et al., 2014).

Histologicamente, o intestino delgado de aves apresenta características peculiares referentes às estruturas da mucosa. Possui uma rede de capilares sanguíneos bem definidos, tecido conjuntivo, músculo liso e de fibras nervosas (ARTONI et al., 2014). Não apresenta vasos linfáticos, glândulas submucosas (REECE, 2014), nem pregas. Apresentam uma camada de tecido frouxo denominado de lâmina própria logo abaixo do epitélio colunar simples e, uma camada delgada de músculos liso, denominada muscular da mucosa (ARTONI et al., 2014).

Os vilos são revestidos por epitélio simples, constituído por três tipos de células estruturais, funcionalmente distintos: células caliciformes, enterócitos e células enteroendócrinas, que respondem pela defesa, digestão e absorção, e pela regulação desses processos pela proliferação e diferenciação desses mesmos tipos celulares, respectivamente (BOLELI et al., 2008). Os enterócitos apresentam um processo de maturação que ocorre durante a migração das células das criptas para o ápice dos vilos e descamam para o lúmen intestinal, durando em média quatro dias. Essa maturação é dependente da síntese de proteínas estruturais, as quais são codificadas pelo genoma das células intestinais (MAIORKA, 2004). Em frangos, a proliferação de enterócitos não é restrita à região da cripta, estes ocorrem ao longo do vilo, aumentando o volume das vilosidades e profundidade das criptas, nos primeiros 21 dias de idade, e, ao decorrer da idade as atividades dos enterócitos vão reduzindo (UNI et al., 1998).

Há dois processos envolvidos com as vilosidades intestinais e profundidade de cripta que estabelecem o equilíbrio entre esses dois fatores que são a proliferação e diferenciação celular (mitose) e perda de células (extrusão) que ocorre normalmente no ápice dos vilos (UNI et al., 2001). Quando o intestino responde a algum agente (fator antinutricional, por exemplo), há desequilíbrio a favor da diferenciação celular e/ou das perdas celular, ocorrendo modificações de

tamanho e/ou perímetro dos vilos e, conseqüentemente diminuição em sua capacidade de digestão e absorção (PLUSKE et al., 1997).

Outro parâmetro importante é a profundidade de cripta intestinal, pois quanto maior for o valor de profundidade de cripta maior será a atividade de proliferação celular para garantir adequada taxa de renovação epitelial, e assim, compensar as perdas nas extremidades das vilosidades PLUSKE et al. (1997), que estão relacionadas com a extensão da zona de extrusão das vilosidades e o grau de antigenicidade dos componentes da ração (ARRUDA et al., 2008). Contudo, a taxa de reprodução dessas células na cripta e a proporção de migração desses enterócitos são alteradas de acordo com os estágios fisiológicos e patológicos do animal (BOLELI et al., 2008).

Portanto, a relação desejável entre vilosidades e criptas intestinais ocorre quando as vilosidades se apresentam altas e as criptas rasas, pois quanto maior a relação vilo: cripta, melhor será a absorção de nutrientes e menores serão as perdas energéticas com a renovação celular (ARRUDA et al., 2008).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2017. Relatório Anual ABPA. Disponível em <http://www.abpa-br.org>. Acessado em 16 de Junho de 2017.
- ALBINO, L. F. T.; BÜNZEN, S.; ROSTAGNO, H. S. Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. In: SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS, AVESUI REGIÕES - Avicultura, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 2007. p.73-90.
- ALBINO, L. F. T.; TAVERNARI, F.C. Produção e Manejo de Frangos de Corte. 2ª ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 88p.
- ANGEL, C.R.; SAYLOR, W.; VIEIRA, S.L.; WARD, N. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-dayold broiler chickens. **Poultry Science**, v. 90, p. 2281– 2286, 2011.
- AQUINO, A.A.; ALVES, M.P.; SANTOS, J.P.F.; FELICIANO, R.A.R.; PIPCOLI, R.H.; SAAD, F.M.O.B. Efeitos do extrato de parede de levedura em dieta Seca sobre a microbiologia, ácidos graxos de Cadeia curta e redução do odor das fezes de gatos Adultos **Ciência Animal Brasileira**, vol.13, n.4, p. 479-486, 2012.
- ARAÚJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L.; LIMA, M. R.; LIMA, C. B. Uso de Aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasília**, Mossoró, v.1, n. 3, p. 69-77, 2007.
- ARAÚJO, L. F.; DIAS, M. V. C.; BRITO, E. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, S. Enriquecimento proteico de alimentos por levedura em fermentação semissólida: alternativa na alimentação animal. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, n.4. p.47-53, 2009.
- ARTON, S.M.B.; NAKAGHI, L.S.; BORGES, L.L.; MACARI, M. 2014. Sistema digestório das aves. In: SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. Nutrição de Não Ruminantes. São Paulo, Brasil.
- BARBOSA, N. A.A.; BONATO, M. A.; SAKOMURA, N. K.; DOURADO, L. R. B.; FERNANDES, J.B. K.; KAWAUCHI, I. M. Digestibilidade ileal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com enzimas exógenas. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 4, p. 361-369, 2014.
- BARROS, V. R. S. M.; LANA, G.R.Q.; LANA, S. R. V.; LANA, A. M. Q.; CUNHA, F.S.A.; EMERENCIANO NETO, J.V. β -mannanase and mannan oligosaccharides in broiler chicken feed. **Ciência Rural**, v.45, n.1, p.111-117, 2015.
- BARROSO, D.C.; VIEIRA, A.A.; LIMA, C.A.R.; TRINDADE, B.S.; GOMES, A.V.C.; SOUZA, M.M.S.; CORRÊA, G.S.S. Adição da parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) na dieta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.4, p.1139-1148, 2013.
- BERTECHINI, A. G. Nutrição de monogástricos. Editora UFLA, Lavras, 2º Edição, 373 p, 2012.
- BEZERRA, A. S.; MANNO, M. C.; MENDONÇA, R. C. A.; SILVA, C. A. S.; LIMA, K. R. S. Fração ativa da parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos

de corte. In: X SEMINÁRIO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2012, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: UFRA, 2012.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. 2002. Estrutura Funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia Aviária Aplicada a frangos de corte. São Paulo, Brasil.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds). Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. p.75-95.

BRITO, M. S.; OLIVEIRA, C. F. S.; SILVA, T. R. G.; LIMA, R. B.; MORAIS, S. N.; Silva, J. H. V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – Revisão. *Acta Veterinaria Bras.* V.2, p.111–117, 2008.

CAIRES, C.M.; FAGUNDES, N.S.; FERNANDES, E.A.; CARVALHO, A.P. Enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n° 1, p.491-497, 2008.

CAMPOS, C.F.A.; RODRIGUÊS, G.M. K.F.; VAZ, R.G.M.V.; GIANNES, G.C.; SILVA, G.F.; PARENTE, I.P.; AMORIM, A.F.; BARBOSA, F.C.; SILVA, M.C.; FONSECA, F.L.R.; ARAÚJO, C.C.; SILVA, V.S.; SILVA, J.R.; SILVA, E.M.; CAMPOS, M.L.; MACHADO, S.B. Enzimas fúngicas em dietas com alimentos alternativos para frangos de crescimento lento. *Revista Desafios* – v. 04, n. 02, p. 2359-3652, 2017.

CARDOSO JUNIOR, A.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. R. F.; LIMA, R. R.; LIMA, G. F. R. Levels of available phosphorus and calcium for broilers from 8 to 35 days of age fed rations containing phytase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1237-1245, 2010.

CARDOSO, D.M.; MACIEL, M.P.; PASSOS, D.P.; SILVA, F.V.; REIS, S.T.; AIURA F.S. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Arquivo de Zootecnia**, v.60 n.232, p.1053-1064, 2011.

CHAUD, S. G.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais (tecnológicas) da parede celular de leveduras da fermentação alcoólica e das frações glicana, manana e glicoproteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.369-379, 2006.

CHOCT, M.; KOCHER, A. Non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. **Feed Milling International**. June: p.13-26, 2000.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2014 - Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2014.

COSTA, F.G.P.; CLEMENTINO, R.H. JÁCONE, I.M.T.D.; NASCIMENTO, G.A.J.; PEREIRA, W.E. Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frangos de corte. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v.5, n.2, p.63-71, 2004.

COWIESON, A. J.; BEDFORD, M.R.; RAVINDRAN, V. Interactions between xylanase and glucanase in maize-soy-based diets for broilers. **British Poultry Science**, v.51, n. 2, p.246-57, 2010.

COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. Using the precision-feeding bioassay to determine the efficacy of exogenous enzymes: A new perspective. **Animal Feed Science and Technology**, v.129, p.149–158, 2006.

DALÓLIO, F.S.; MOREIRA, J.; VAZ, D.P.; ALBINO, L.F.T.; VALADARES, L.R.; PIRES, A.V.; PINHEIRO, S.R.F. Exogenous enzymes in diets for broilers. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.2, p.149-161, 2016.

DOURADO, L.R.B.; BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K. Enzimas na nutrição de monogástricos. In: SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. 1º ed. São Paulo, Funep, 2014, p.360-371.

FERNANDES, J.I.M.; CONTINI, J.P.; PROKOSKI, K.; GOTTARDO, E.T.; CRISTO, A.B.; PERINI, R.. 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**. v.69, n.1, p.181-190, 2017.

FLEURI, L.F.; SATO, H.H. Produção de protoplastos e lise da parede celular de leveduras utilizando β -1,3 glucanase **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 30, n.2, p.471-476, 2010.

FORTES, B.D.A.; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H.; BRITO, J.A.G.; REZENDE, P.L.P.; SILVA, R.D. Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, vol.13, n.1, p. 24-32, 2012.

FREITAS, D.R.; CAMPOS, J.M.S.; MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; FRANCO, M.O.; MARTINS, E.C.; RODRIGUES, B.M.C.; OLIVEIRA, A.S. Levedura seca integral na alimentação de vacas lactantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.67, n.1, p.211-220, 2015.

FREITAS, E.R.; LIMA, R.C.; SILVA, R.B.; SUCUPIRA, F.S. BEZERRA, R.M. Substituição do farelo de soja por levedura de cana-de-açúcar em rações para frangos de corte **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 174-183, 2013.

GÓES, S.P.; RIBEIRO, M. L. L. α -Galactosidase: aspectos gerais e sua aplicação em produtos a base de soja. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v.23, n.1, p.111-119, 2002.

GOMES, M.O.S. **Efeito da adição de parede celular de levedura sobre a digestibilidade, microbiota, ácidos graxos de cadeia curta e aminas fecais e parâmetros hematológicos e imunológicos de cães**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal. 2009.

GRACIA, M. I.; ARANÍBAR, M. J.; LÁZARO, R.; MEDEL, P.; MATEOS, G. G. α -amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, Champaign, v.82, n.3, p.436-442, 2003.

GRAHAM, K.K.; KERLEY, M.S.; FIRMAN, J.D.; ALLEE, G.L. The effect of enzyme treatment of soybean meal on oligosaccharide disappearance and chick growth performance. **Poultry Science**, v.81, p.1014- 1019, 2002.

- ISAKSEN, M.F.; COIESON, A.J.; KRAGH, K.M. Starch-and protein degrading enzymes: biochemistry, enzymology and characteristics relevant to animal feed use. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIGDE, G.G. **Enzymes in farm animal nutrition**. 2 ed. London: UK, 2011. p. 85-94.
- JACKSON, M.E.; ANDERSON, D.M.; HSIAO, H.Y.; MATHIS, G.F.; FODGE, D.W. Beneficial effect of β -mannanase feed enzyme on performance of chicks challenged with *Eimeria* sp. and *Clostridium perfringens*. **Avian Diseases**. v.47, p. 759 – 763, 2003.
- JUERS, D. H.; MATTHEWS, B. W.; HUBER, R. E. LacZ *b*-galactosidase: Structure and function of an enzyme of historical and molecular biological importance. **Protein Science**, v.21, p.1792-1807, 2012.
- KONG, C.; LEE AND, J.H.; ADEOLA, O. Supplementation of B-mannanase to starter and grower diets for broilers. **Canada Jholnal Animal Science**, v.91, p.389- 397, 2011.
- KRABBE, E. L.; LORANDI, S. Atualidades e tendências no uso de enzimas na nutrição de aves. **In:** VI Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal - 23 a 26 de Setembro de 2014 – VI CLANA. Estância de São Pedro, SP – Brasil, 2014.
- LEITE, J. L. B.; RODRIGUES, P. B.; FIALHO, E. T.; FREITAS, R. T. F.; NAGATA, A. K.; CANTARELLI, V. S. Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento da energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1292-1298, 2008.
- LESLIE, M. A.; MORAN Jr. E. T.; BEDFORD, M. R. The effect of phytase and glucanase on the ileal digestible energy of corn and soybean meal fed to broilers. **Poultry Science**, v.86, p.2350-2357, 2007.
- LIMA, M. R.; SILVA, J. H. V.; ARAUJO, J. A.; LIMA, C. B.; OLIVEIRA, E. R. A. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasília**, v.1, n.4, p.99-110, 2007.
- LIMA, R.B.; RABELLO, C.B.V.; LIMA, S.B.P.; FIGUEIREDO LIMA, D.F.;SIQUEIRA, J.C.; VILAR DA SILVA, J.H.; SILVA, E.P. Exogenous Enzymes in Pre-Starter Broiler Diets Based on Corn and Soybean Meal. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.13, n.3, p.217-218, 2011.
- LOPES, C.C.; RABELLO, C.B.V.; SILVA JÚNIOR, V.A.; HOLANDA, M.C.R.; ARRUDA, E.M.F.; SILVA, J.C.R. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, vol. 33, n.1, p.33-40, 2011.
- MAIORKA, A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. p.113-124.
- MALEKIAN, G.; MOGHADDAN, A.K.Z.; KHAJALI, F. Effect of Using Enzyme Complex on Productivity and Hatchability of Broiler Breeders Fed a Corn-Soybean Meal Diet. **Poultry Science Journal**, v.1, p.36-45, 2013.
- MEHRI, M.; ADIBMORADI, M.; SAMIE, A.; SHIVAZAS, D. M. Effects of β -mannanase on broiler performace, gut morphology and immune system. **African Journal Biotechnol.** V.9, p.6221–6228, 2010..

- MINAFRA, C.S. **Produção e suplementação com α -amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus Níger* HM2003 na dieta de frangos de corte de um a 21 dias de idade.** 2007. 141 f. Tese (Doutorado em Bioquímica Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- MOREIRA, I.; MOURINHO, F.L.; CARVALHO, P.L.O.; I PAIANO, D.; PIANO, L.M.; KURODA JUNIOR, I.S. Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem complexo enzimático na alimentação de leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.38, n.12, p.2408-2416, 2009.
- MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; SAKAMOTO, M. U. Fisiologia da digestão e absorção de proteínas em aves. In: SAKOMURA, N. K. et al. Curso de fisiologia da digestão e metabolismo dos nutrientes em aves. Jaboticabal. 2004. CD-ROM.
- MOURÃO, J.L.T.A.M.; PINHEIRO, V.M.C. Efeitos do centeio, do trigo e da suplementação com xilanases sobre o valor nutricional de dietas e o desempenho de frangos corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2417-2424, 2009.
- MULYANTINI, N. G. A.; CHOCT, M.; LI, X.; LOLE, U. R.. The effect of xylanase, phytase and lipase supplementation on the performance of broiler chickens fed a diet with a high level of rice bran. Proc. Aust. **Poultry Science Symp.** V.17, P.305-307, 2005.
- MUSSINI, F.J.; COTO, C.A.; GOODGAME, S.D.; LU, C.; KARIMI, A.J.; LEE, J.H.; WALDROUP, P.W. Effect of β -Mannanase on Broiler Performance and Dry Matter Output Using Corn-Soybean Meal Based Diets. **International Journal of Poultry Science**. V.10, p.778-781, 2011.
- NUNES, J.O.; ABREUL, R.D.; BRITO, J.A.G.; SILVA, R.F.; OLIVEIRA, L.S.; JESUS, N.A. Enzyme Supplementation of Broiler Feeds with Reduced Mineral and Energy Levels. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.17, Oct./Dec, 2015.
- OLIVEIRA, I. M. M. de. **Caracterização nutricional do bagaço de mandioca e sua utilização na alimentação de frangos de crescimento lento.** 2012. 73f. Dissertação (Mestre em Produção Animal) –Universidade Federal do Tocantins, Araguaína-TO, 2012.
- OLUKOSI, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, v.86, p.77–86, 2007.
- ONDERCI, M.; SAHIN, N.; SAHIN, K.; CIKIM, G.; AYDIN, A.; OZERCAN, I.; AYDÍN, S. Efficacy of supplementation of α -amylase producing bacterial culture on diet. **Poultry Science**, Champain, v. 85, n.3, p.505-510, 2006.
- PASCOAL, L.A.F.; WATANABE, P.H. Fibra dietética na nutrição de suínos in: SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes** 1º ed. São Paulo, Funep, 2014, p.360-371.
- PAZ, F.R.; MARTINEZ, J.P.; MONTI, R. Produção e caracterização da xilanase de *Aspergillus* sp. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 25, n.1, 2014.
- PELÍCIA, V.C.; ZAVARIZE, K.C.; DUCATTI, C.; STRADIOTTI, A.C.; PEZZATO, A.C.; ARAUJO, P. C.; MITUO, M.A.O.; MADEIRA, L.A.; SARTORI, J.R. Nucleotídeos na dieta de

frangos de corte e seus efeitos sobre taxa de *turnover* da mucosa intestinal antes e após lesões causadas por coccidiose **Ciência Rural**, v.41, n.9, p.1652-1659, 2011.

PERDOMO, M.C.; VARGAS, R.E.; CAMPOS, J.G. Valor nutritivo de la levadura de cerveceria (*Saccharomyces cerevisiae*) y de sus derivados, extracto y pared celular, en la alimentacion aviar. **Archivos Latino americano Production Animale**, vol.12, n.3, p.85-89, 2004.

PEREIRA, R.; MENTEN, J.F.M.; ROMANO, G.G.; SILVA, C.L.S.; ZAVARIZE, K.C.; BARBOSA, N.A.A. Eficiência de uma fitase bacteriana na liberação de fósforo fítico em dietas de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n.1, p. 137-144, 2012.

PESSÔA, G.B.S.; TAVERNARI, F.C.; VIEIRA, R.A.; ALBINO, L.F.T. Novos conceitos em nutrição de aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, vol.13, n.3, p.755-774, 2012.

PINTO, L.C.; LOPES, M.V.; CARVALHO FILHO, C.D.; ALVES, L.V.A.; BENEVIDES, C.M.J. Determinação do valor nutritivo de derivados de levedura de cervejaria (*Saccharomyces* spp.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.1, p.7-17, 2013.

PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J.E.; WILLIAMS, I.H. Factors influencing the stricture and function of the small intestine en the weaned pig: a review. *Livest. Prod. Sci.*, v.51, 333 p.215-236, 1997.

PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A. G.; NASCIMENTO, G. A. J.; LIMA, R. R.; SILVA, L. R. Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1272-1279, 2010.

REECE, W.O. Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos. In: digestão e absorção. 3.ed. São Paulo: Roca, 2014.

ROMERO, L.F.; PARSONSB, C.M.; UTTERBACKB, P.L.; PLUMSTEADA, P.W.; RAVINDRAN, V. Comparative effects of dietary carbohydrases without or with protease on the ileal digestibility of energy and amino acids and AMEn in young broilers. **Animal Feed Science and Technology**. V.181, p.35– 44, 2013.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 252 p. 2011.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; RECH, J. L.; GONÇALVES, F. M.; DELGADO, A. D.; ROSA, E. R.; ZAUK N.; RIBEIRO, C. L. G.; SILVA, R. R.; DALLMANN, P. R. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de leveduras na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.4, p.349-355, 2006.

SANTOS, A. C. F.; DUTRA JUNIOR, W. M.; RABELLO, C.B.V.; LOPES, C.C.; SILVA, E. V. R.; SOARES, E. S. R.; FERREIRA, D. N. M. Levedura de cana-de-açúcar para frangos de corte

de 1 a 21 dias de idade. **In:** XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.

SANTOS, J.F.dos.; GRANGEIRO, J.I.T. Desempenho de aves caipira de corte alimentadas com mandioca e palma forrageira enriquecidas com levedura. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.6, n.2, p.49-54, 2012.

SELLE, P. H. et al. Impact of exogenous enzymes in sorghum-or wheat-based broiler diets on nutrient utilization and growth performance. **International Journal of Poultry Science**, v.9, n.1, p.53-58, 2010.

SILVA, J.C.R. **Efeito do complexo enzimático sobre o valor nutricional e energético de dietas para poedeiras comerciais**. 2014. 73f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

SILVA, L.M.; GERALDO, A.; VIEIRA FILHO, J.A.; MACHADO, L.C. BRITO, J.A.G.; BETERCHINI, A.G. **Acta Scientiarum**, v.34, n.3, p.253-258, 2012.

SILVA, V. C.; AMOROSO, L.; FUKAYAMA, E. H.; DOURADO, L. R. B.; MORAES, V. M. B. Digestibilidade do extrato de leveduras em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1969-1973, 2009.

SOARES, E.S.R.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; RABELLO, C.B.V.; LOPES, C.C.; SANTOS, A.C.F.; BARBOSA, E.N.R. Histologia intestinal de galinhas poedeiras alimentadas com levedura de cana-de-açúcar. In. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.

SORIO, A.; BRAGA, F.; LIMA, F.; MAIA, G.; RASI, L.; DALL ONDER, L. O. Estudo de viabilidade técnica e econômica destinado a implantação do parquet produtivo nacional de aditivos da indústria de alimentação de animais de produção. Méritos Editores. 2012.

SOUSA, R.F. **Enzimas exógenas em dietas com *saccharomyces cerevisiae* íntegra para frangos de corte**. 2016. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) *Campus* Professora Cinobelina Elvas, Universidade Federal do Piauí. Bom Jesus. 2016.

SOUZA, R. M.; BERTECHINI A. G.; SOUSA, R. V.; RODRIGUES, P. B.; CARVALHO, J. C. C.; BRITO, J. A. G. Efeitos da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.584-590, 2008.

SOUZA, R.B.; COSTA, F.G.P.; LIMA, M.R.; PINHEIRO, S.G. Utilização de Leveduras de Cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) nas Rações de Aves. **Revista eletrônica**, v.8, n.6, p.1632-1646, 2011.

STEFANELLO, C.; VIEIRA, S.L.; CARVALHO, P.S.; SORBARA, J.O.B.; COWIESON, A.J. Energy and nutrient utilization of broiler chickens fed corn soybean meal and corn-based diets supplemented with xylanase. **Poultry Science**, v.0, p.1–7, 2016.

TACHIBANA, L.; PINTO, L.G.Q.; GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E. Xilanase e β - glucanase na digestibilidade aparente de nutrientes do triticale pela Tilápia-do-nilo **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.445-452, 2010.

TANG, D.; HAO, S.; LIU, G.; NIAN, F.; RU, Y. Effects of maize source and complex enzymes on performance and nutrient utilization of broilers. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 27, p.1755-1762, 2014.

TESTER, R. F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch structure and digestibility, enzyme substrate relationship. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.186-195, 2004.

UNI, Z.; GAL-GARBER, O.; GEYRA, A.; SKLAN, D.; YAHAV, S. Changes in growth and function of chick small intestine epithelium due to early thermal conditioning. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 4, p. 438-445, 2001.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n. 1, p. 75-82, 1998.

VALADARES, C.G.; SANTOS, J.S.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; SILVA, J.C.N.S.; PEREIRA, P.S. Determinação da energia metabolizável do farelo residual do milho com e sem enzima em dietas para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.3, 2016.

VAN, Z.W.H.; ROSE, H.S.; TROLLOPE, K.; GORGENS, J.F. Fungal beta-mannanases: Mannan hydrolysis, heterologous production and biotechnological applications. **Process Biochemistry**, v.45, p.1203–1213, 2010.

VIANA, M.T.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGN, H.S.; SILVA, E.A.; VIEIRA, R.A.; JUNIOR, V.R. Utilização de xilanase em dietas compostas por milho e farelo de soja de poedeiras comerciais em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.385-390, 2011.

YIGIT, N.O.; KOCA, S.B.; DIDINEN, B.I.; DILER, I. Effect of β -Mannanase and α -Galactosidase Supplementation to Soybean Meal Based Diets on Growth, Feed Efficiency and Nutrient Digestibility of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 27, n. 5, p.700-705, 2014.

ZHANG, A.W.; LEE, B.D.; LEE, S.K.; AN, G.H.; SONG, K.B.; LEE, C.H. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. **Poultry Science**, vol.84, n.7, p.1015-1021, 2005.

ZHANG, L.; XU, J.; LEI, L.; JIANG, Y.; GAO, F.; ZHOU, G.H. Effects of Xylanase Supplementation on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Nonstarch Polysaccharide Degradation in Different Sections of the Gastrointestinal Tract of Broilers Fed Wheat-based Diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n.6, p. 855-861, 2014.

ZOU, X.T.; QIAO, X.J.; XU, Z.R. Effect of β -Mannanase (Hemicell) on Growth Performance and Immunity of Broilers. **Poultry Science**, v.85, p.2176–2179, 2006.

CAPÍTULO 2. “Mananase em dietas com levedura de cana-de-açúcar para frangos de corte”

Elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

Mananase em dietas com levedura de cana-de-açúcar para frangos de corte

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito de enzima mananase em dietas com e sem leveduras sobre o desempenho, morfometria intestinal, rendimento de carcaça e viabilidade econômica das dietas para frangos de corte no período de 1 a 42 dias. Utilizou-se 720 aves distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos (Dieta Basal (DB); DB + Mananase; Dieta com 7% de levedura (DL); DL + 80g/ton; DL + 100g/ton e DL + 120g/ton de Mananase) e seis repetições. Aos 7, 21, 33 e 42 dias, foram avaliados: peso médio, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar; aos 21 e 33 dias a altura e largura de vilo, altura e largura de cripta, espessura da parede e relação vilo/cripta do intestino delgado; aos 42 dias o rendimento de carcaça, cortes comerciais e viabilidade. Nos períodos de 7, 21, 33 e 42 dias, não foram observados efeitos do consumo de ração, peso médio e ganho de peso aos 7 dias. Observou-se piora de desempenho das aves alimentadas com levedura na dieta. O uso da enzima e levedura alterou as características morfológicas do duodeno, jejuno e ílio aos 21 e 33 dias. O uso de 7% de levedura reduz o rendimento de carcaça, sem influenciar no rendimento de cortes aos 42 dias. Aves alimentadas com DB tiveram menor deposição de gordura abdominal. A inclusão de levedura nas rações afetou a viabilidade econômica, nos períodos de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias. A enzima mananase melhora o desempenho zootécnico em dietas com levedura de cana de açúcar em frangos de corte. Causa alterações na mucosa intestinal de frangos de corte aos 21 e 33 dias. E, recupera o rendimento de carcaça, aumenta a gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias. A levedura encarece a ração para frangos de corte nos períodos de 21, 33 e 42 dias.

Palavras-chave: desempenho, enzimas exógenas, fatores antinutricionais, mucosa intestinal

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effect of mannanase enzyme in diets with or without yeasts on performance, intestinal morphometry, carcass yield, and economic viability of broilers from 1 to 42 days of age. A total of 720 birds were allotted to six treatments (basal diet (BD); BD + mannanase; diet with 7% yeast (YD); YD + 80 g/t mannanase; YD + 100 g/t mannanase; and YD + 120 g/t mannanase) with six replicates, in a completely randomized design. Feed intake, weight gain, and feed

35 conversion were evaluated at 7, 21, 33, and 42 days. Villus height and width, crypt height
36 and width, wall thickness, and villus/crypt ratio in the small intestine were measured at 21
37 and 33 days, and the yields of carcass and primal cuts and viability were evaluated at 42
38 days. No effects were detected on feed intake, average weight, or weight gain at 7 days.
39 Performance decreased when birds were fed yeast-containing diets. The use of enzyme and
40 yeast changed the morphological traits of duodenum, jejunum, and ileum at 21 and 33
41 days. The use of 7% yeast reduced carcass yield without influencing the yield of cuts at 42
42 days. Birds fed BD had lower abdominal fat deposition. Yeast inclusion in the diets
43 affected economic viability in the periods of 1 to 21, 22 to 42, and 1 to 42 days.
44 Mannanase enzyme improves the production performance of broilers fed diets containing
45 sugarcane yeast; changes the intestinal mucosa of broilers at 21 and 33 days; and recovers
46 the carcass yield and increases abdominal fat in broilers at 42 days. In the periods of 21,
47 33, and 42 days, yeast inclusion makes broiler diets more costly.

48

49 **Key Words:** anti-nutritional factors, exogenous enzymes, intestinal mucosa,
50 performance

51

52

53 INTRODUÇÃO

54 A avicultura é destaca há vários anos na produção e exportação de carne de frangos
55 no Brasil, ocupando a segunda e primeira posição, respectivamente. Este avanço ocorre
56 devido ao aprimoramento das tecnologias nutricionais, no entanto, o custo com
57 alimentação ainda continua sendo a maior dificuldade encontrada pelos produtores para a
58 produção avícola (ABPA, 2017).

59 Dentre as tecnologias utilizadas principalmente para reduzir os custos com a
60 alimentação, está o uso de alimentos alternativos que possam substituir os convencionais
61 como o milho e farelo de soja. Neste caso, a levedura da cana-de-açúcar (*Saccharomyces*
62 *scerevisiae*) é utilizada como fonte proteica na alimentação de aves Silva et al. (2011), pois
63 apresenta em sua composição valores de 49,17% (HISANO et al., 2008) a 37,2%
64 (ROSTAGNO et al., 2011) de proteína bruta, podendo ser utilizada em rações para

65 frangos de corte, em substituição de até 20% da proteína do farelo de soja sem ocasionar
66 prejuízos no desempenho nas diferentes fases de criação, bem como não proporciona
67 características negativas de carcaça (FREITAS et al., 2013).

68 No entanto, a levedura apresenta parede celular formada por camadas externa e
69 interna, constituídas de mananoproteínas (20 a 23%) (AQUINO et al., 2012) e glucanas (40
70 a 60%) (BARROSO et al., 2013), que são necessárias enzimas específicas para realizar o
71 rompimento da parede externa das mananas, e assim, disponibilizar as proteínas inseridas
72 na mesma.

73 Nesse sentido, o uso de enzimas exógenas nas dietas de frangos de corte tornou-se
74 uma alternativa, devido apresentarem finalidades específicas que são de auxiliar no
75 aproveitamento de nutrientes pelos animais devido estes não produzirem ou produzirem de
76 forma ineficiente enzimas capazes de atuar na digestão de certos substratos encontrados na
77 maioria dos ingredientes de origem vegetal (FREITAS et al., 2011). Haja visto que essas
78 enzimas aumentam a digestibilidade e a eficiência do uso de ingredientes alternativos
79 inclusos em dietas que visam minimizar os custos com alimentação (BARBOSA et al.,
80 2014).

81 Diante da carência de estudos com enzima específica como a mananase que atua
82 diretamente nos compostos da parede celular da levedura de cana-de-açúcar torna
83 imprescindível a avaliação dos efeitos da mesma sobre o desempenho zootécnico,
84 histomorfometria intestinal, rendimento de carcaça, cortes comerciais e viabilidade
85 econômica em frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade.

86

87 MATERIAL E MÉTODOS

88

89 A pesquisa foi conduzida no Setor de Avicultura do *Campus* Professora Cinobelina
90 Elvas-CPCE da Universidade Federal do Piauí, no município de Bom Jesus-PI, sob
91 aprovação do Comitê de Ética: 078/12-CEEA/UFPI.

92 Foram utilizados 720 animais de corte, machos da linhagem Cobb, distribuídos em
93 delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições. Os
94 tratamentos consistiram de Dieta a base de milho e farelo de soja com redução de 75 kcal
95 de energia metabolizável (DB); DB com 100g/ton de enzima mananase; DB com inclusão
96 de 7% de levedura de cana-de-açúcar (DL); DL com 80g/ton de enzima mananase; DL
97 com 80g/ton de enzima mananase e DL com 80g/ton de enzima mananase. As dietas
98 experimentais (Tabela 1) foram à base de milho, farelo de soja, para atender as exigências
99 de frangos de corte, machos de desempenho médio, de acordo com Rostagno et al. (2011),
100 exceto para energia, que foi reduzida 75kcal, considerando a matriz da enzima.

101 A composição bromatológica da levedura consta de 96,80% de matéria seca,
102 34,41% de proteína bruta, 0,01% de extrato etéreo, 7,80% de matéria mineral e 4189
103 kcal/kg de energia bruta.

104 Ainda no incubatório, as aves foram vacinadas contra as doenças de Bouba aviária,
105 Gumboro e Marek. Ao chegarem ao galpão experimental, foram pesadas individualmente e
106 distribuídos de acordo com o peso médio em todas as unidades experimentais,
107 apresentaram peso médio inicial de 42g para os tratamentos.

108 As aves foram alojadas em boxes experimentais de 2m², contendo comedouros
109 tubulares e bebedouros pendulares semiautomáticos, alocados em galpão convencional de
110 alvenaria, com cobertura em telhas de cerâmica e piso cimentado. As divisórias entre
111 boxes eram constituídas de tela de arame liso, a cama utilizada composta de casca de arroz,
112 primeiro uso.

113

114 **Tabela 1.** Composição percentual e valores calculados das dietas experimentais para
 115 frangos de corte no período de 1 a 42 dias

Ingredientes (%)	Dietas							
	1-7dias		8-21dias		22-33dias		34-42dias	
	DB ²	DL ³	DB ²	DL ³	DB ²	DL ³	DB ²	DL ³
Milho grão (7,88)	56.094	54.679	59.103	57.665	66.635	65.340	69.807	58.537
Soja farelo (45,8)	37.870	32.356	34.699	29.218	27.704	22.084	23.901	18.261
Levedura dest. ALC	0.000	7.000	0.000	7.000	0.000	7.000	0.000	7.000
Fosfato bicálcico	1.908	1.876	1.509	1.477	1.3031	1.272	1.100	1.069
Óleo de soja	1.163	1.099	1.501	1.444	1.330	1.243	1.626	1.526
Suplvitmin ¹	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Calcário	0.904	0.909	0.914	0.919	0.865	0.869	0.770	0.773
Inerte	0.020	0.020	0.500	0.500	0.020	0.020	0.500	0.500
Mananase	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sal	0.507	0.475	0.482	0.450	0.456	0.424	0.444	0.412
L-lisina HCL	0.276	0.274	0.200	0.198	0.307	0.306	0.482	0.481
DL-metionina	0.163	0.201	0.091	0.128	0.283	0.321	0.267	0.305
L-Treonina	0.095	0.112	0.000	0.000	0.088	0.105	0.267	0.305
L-Triptofano	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.094	0.112
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Exigências nutricionais (%) e Energética (Mcal/kg)								
Ácido linoleico	2.020	1.910	2.227	2.121	2.223	2.098	2.401	2.274
Arginina dig.aves	1.406	1.312	1.315	1.221	1.105	1.009	0.995	0.899
Cálcio	0.920	0.920	0.819	0.819	0.732	0.732	0.638	0.638
Cloro	0.355	0.332	0.340	0.317	0.326	0.303	0.318	0.296
EM.aves (Mcal/kg)	2.875	2.875	2.925	2.925	3.025	3.025	3.075	3.075
Fibra bruta	2.978	2.696	2.862	2.581	2.621	2.336	2.474	2.188
Fósforo disponível	0.470	0.470	0.391	0.391	0.342	0.342	0.298	0.298
Lisina dig.aves	1.310	1.310	1.174	1.174	1.078	1.078	1.010	1.010
Met+cist.dig.aves	0.944	0.944	0.846	0.846	0.787	0.787	0.737	0.737
Metionina.dig.aves	0.646	0.674	0.562	0.590	0.533	0.562	0.501	0.529
Potássio	0.967	0.926	0.909	0.868	0.700	0.678	0.639	0.612
Proteína bruta	22.200	22.200	20.800	20.800	19.500	19.500	18.00	18.00
Sódio	0.220	0.220	0.210	0.210	0.200	0.200	0.195	0.195
Treonina dig aves	0.850	0.850	0.715	0.698	0.701	0.701	0.656	0.656
Triptofanodig.aves	0.249	0.234	0.232	0.218	0.194	0.194	0.182	0.182
Valina dig. Aves	0.939	0.913	0.885	0.860	0.766	0.739	0.701	0.674

¹ DB: dieta basal. Lev.: Levedura.¹¹Fornece/kg de dieta: ácido fólico – 55mg; biotina- 6mg; Virginiamicina – 2.000mg; vit. A – 750.000 UI; vit. B1 – 100mg; vit. B12 1.400mcg; vit. B2 – 550mg; vit. B6 - 180mg; vit. D3 – 250.000UI; vit.E, 1.500UI; vit. K 3 – 100 mg; niacina – 4.000 mg; nicarbazina -12,5g; Pantotenato de cálcio – 1.000mg; Cloreto de colina – 32g;Metionina- 190g; se- 25mg; fe 3.500mg; mn – 7.200mg; cu -8.000 mg; I – 140mg; zn- 5.000mg.

116

117 As temperaturas médias registradas de acordo com cada fase foram: máxima
118 (35,0°C; 36,3°C; 35,7°C e 36,6°C) e mínima (25,0°C; 22,6°C; 21,8°C e 21,0°C), nos
119 períodos de 01 a 07, 08 a 21, 22 a 33 e 34 a 42 dias, respectivamente. Foram registradas
120 umidade relativa média (máxima e mínima) de 63,3% e 28,8%, respectivamente utilizando
121 termo higrômetro, instalados no centro do galpão e à altura do dorso das aves.

122 A ração e a água foram fornecidas à vontade. Foi adotado programa de 24 horas de
123 luz (natural e artificial), seguindo manejo do manual pela linhagem.

124 O desempenho zootécnico (peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e
125 conversão alimentar) foram avaliados no 1°, 7°, 21°, 33° e 42° dias de idade. Foi utilizada a
126 data da mortalidade para correção de consumo de ração de com Sakomura e Rostagno
127 (2016).

128 Para análise morfométrica, aos 21 e 33 dias de idade, um animal (com peso médio
129 da parcela) por parcela foi eutanasiado, e, coletado fragmentos de 2cm do intestino delgado
130 (duodeno, jejuno e íleo). Os fragmentos teciduais foram lavados com água destilada,
131 colocados em cassetes e, fixados em solução de formol tamponado 10% por 24 horas
132 (CUNHA et al., 2016). Posteriormente foram incluídos em parafina e submetidos à secção
133 de cortes de 3,5µm de espessura utilizando micrótomo rotativo semiautomático (Leica® –
134 RM2245) (SOUSA et al., 2015), os quais foram corados pelo método da (HE)
135 hematoxilina e eosina (HU et al., 2012). Para o estudo morfométrico, as imagens foram
136 capturadas por meio de microscópio óptico Trinocular (Nova Optical Systems), com
137 câmera digital TOUPCAM™ (4 Megapixels) acoplada. A realização das mensurações
138 foram utilizando o software ToupView® 3.7. Foram aferidas dez medidas de cada
139 variável: altura e largura de vilo, altura e largura de cripta, espessura da parede muscular
140 do intestino e relação vilo: cripta.

141 Aos 42 dias de idade, duas aves com peso na média da unidade experimental, foram
142 abatidas para avaliação do rendimento de carcaça e cortes. O abate ocorreu pós seis horas
143 de jejum, as aves foram pesadas e abatidas por deslocamento cervical, sangradas,
144 escaldadas (água de 60°C/3min), depenadas, evisceradas e pesadas, em seguida resfriadas
145 (proporcionar uma melhor retirada da gordura abdominal) em câmara fria por duas horas.
146 Em seguida, realizou os cortes para retirada do peito, coxa, sobrecoxa e asas
147 individualmente. A gordura abdominal foi definida pelo tecido adiposo existente em volta
148 da cloaca, bursa de fabrícius, moela, pró-ventrículo e músculos abdominais adjacentes.
149 Cálculo do rendimento da carcaça foi determinado em relação ao peso em jejum. Os dados
150 de rendimento dos corte e gordura, abdominal foram obtidos pela relação entre o peso de
151 cada parte avaliada e o peso da carcaça.

152 Para realização do cálculo da viabilidade econômica considerou-se os seguintes
153 preços de acordo com o mercado nacional no mês de dezembro de 2016: milho =
154 R\$0,56/kg; Farelo de soja = R\$ 1,02/kg; Fosfato bicálcico = R\$ 1,10/kg; Óleo de soja = R\$
155 3,90/kg; Calcário = R\$ 0,45/kg; Sal = 0,70/kg; DL-metionina = R\$ 26,35/kg; L-lisina HCl
156 = R\$ 13,27/kg; L-treonina = R\$ 10,63/kg; Triptofano= R\$ 109,08/kg; Suplemento mineral
157 e vitamínico 13,70/kg; Levedura= R\$ 1,55/kg; Enzima mananase = R\$ 60,00/kg; frango
158 vivo R\$ 2,90/kg.

159 Para verificar a viabilidade econômica da inclusão da levedura e da mananase nas
160 dietas, determinou inicialmente o custo da ração (CR) por quilograma de peso vivo ganho
161 (Yi), segundo a equação 1 de Bellaver et al. (1985):

$$162 \quad 1) Y_i = \frac{(Q_i \times P_i)}{G_i}$$

163 Onde: Yi-custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i-ésimo tratamento;
164 Pi-preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento; Qi-quantidade de ração
165 consumida no i-ésimo tratamento; Gi-ganho de peso do i-ésimo tratamento.

166 Foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) (Equação 2) e o Índice
167 de Custo (IC) (Equação 3), foram calculados de acordo com Barbosa et al. (1992).

168
$$2) \text{ IEE} = (\text{MCEi} / \text{CTei}) \times 100$$

169
$$3) \text{ IC} = (\text{CTei} \times 100) / \text{MCEi}$$

170 Onde, MCEi= Menor custo da ração por quilograma ganho observado entre os tratamentos,
171 CTei=Custo do tratamento i considerado.

172 Para a análise estatística, testou-se as pressuposições de normalidade dos erros
173 studentizados e homogeneidade de variância (teste de Brown-Forsythe). Depois de
174 constatada a não violação dessas, os dados foram submetidos à análise de variância através
175 do procedimento General Liner Model (GLM) do programa SAS[®] (Statistical Analysis
176 System), version 9.2. As médias foram comparadas pelo teste de Student Newmann Keuls
177 (SNK) com $\alpha = 0,05$ e $\alpha = 0,10$ para morfometria intestinal.

178

179 RESULTADOS

180 No período experimental foram constatadas mortalidade de 0 e 1,6% nas fases de
181 crescimento e abate, respectivamente, não apresentando relação com os tratamentos.
182 Observou-se diferença significativa apenas para a conversão alimentar (Tabela 2).

183 Tabela 2. Efeito da levedura e enzima mananase sobre os valores das variáveis de peso
184 médio (PM), ganho de peso (GP), consume de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de
185 frangos de corte de 1 a 7 dias de idade

Tratamentos	PM (g)	GP (g)	CR (g)	CA
Dieta Basal (DB) ¹	133,78	91,39	112,13	1,22
DB+ Mananase ^(100g/t)	132,44	89,49	115,11	1,28
Dieta Levedura (DL) ²	131,62	89,63	116,33	1,29
DL+Mananase ^(80g/t)	136,73	94,01	116,76	1,24
DL+Mananase ^(100g/t)	136,52	93,44	114,78	1,23
DL+Mananase ^(120g/t)	136,61	95,29	117,67	1,23
Probabilidade	0,3776	0,1348	0,4023	0,0051
CV (%) ³	3,98	4,41	2,88	2,80

¹Dieta Basal sem levedura e sem enzima com redução de 75kcal da exigência (DB); ²Dieta com 7% levedura e sem enzima com redução de 75kcal da exigência (DB); Média com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p < 0,05$); ³CV - Coeficiente de Variação.

186

187 Observou-se diferença significativa apenas para a conversão alimentar. O peso
188 médio, ganho em peso e consumo de ração não foram afetados pelos tratamentos (Tabela
189 2). A melhor conversão foi observada nas aves que receberam apenas dieta basal. Já as
190 piores conversões foram observadas nas aves alimentadas com dieta basal com a inclusão
191 de 100g/t de mananase e a dieta com leveduras sem a inclusão da enzima.

192 Analisando os dados de peso médio, ganho de peso e conversão alimentar, observou-
193 se efeito significativo com relação aos níveis de enzimas mananase e a inclusão de
194 leveduras nas dietas para aves na fase de 1 a 21 dias de idade. Já as aves alimentadas com
195 dietas à base de milho e farelo de soja apresentaram melhores desempenhos (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios das variáveis de peso médio (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade

Tratamentos	PM (g)	GP (g)	CR (g)	CA
Dieta Basal (DB) ¹	780,7A	738,3A	1059,4	1,436A
DB+ Mananase ^(100g/t)	769,0AB	726,0AB	1042,2	1,436A
Dieta Levedura (DL) ²	732,4C	690,0C	1054,9	1,529B
DL+Mananase ^(80g/t)	742,6BC	699,6BC	1068,4	1,527B
DL+Mananase ^(100g/t)	729,2C	686,1C	1035,5	1,511AB
DL+Mananase ^(120g/t)	747,5BC	703,8BC	1035,1	1,471AB
Probabilidade	0,0020	0,0013	0,3373	0,0038
CV (%) ³	3,00	3,10	2,93	3,40

¹Dieta Basal sem levedura e sem enzima com redução de 75kcal da exigência (DB); ²Dieta com 7% levedura e sem enzima com redução de 75kcal da exigência (DL); Média com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p < 0,05$).

196 Ao fornecer dietas com 7% de levedura sem adição de enzimas mananase às dietas,
197 houve prejuízo de 6,18, 6,54 e 6,08 % no peso médio, ganho de peso e conversão
198 alimentar, respectivamente nas aves quando comparada à dieta basal sem inclusão de

199 enzimas (Tabela 3).

200 Ao adicionar 100 e 120g/t de mananase às dietas com leveduras, observou-se
 201 pequena melhora da conversão alimentar podendo chegar a uma recuperação do
 202 desempenho das aves. Não foi observado nenhum efeito significativo sobre o consumo de
 203 ração ao incluir 7% de levedura e/ou diferentes doses de enzima mananase nas dietas de
 204 frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade (Tabela 3).

205 O peso médio, ganho de peso e conversão alimentar ($p < 0,05$) foram influenciados
 206 pelos tratamentos em estudo (Tabela 4) na fase de 1 a 33 dias de idade, exceto para o
 207 consumo de ração que não foi influenciado ($p > 0,05$).

Tabela 4. Efeito da levedura e enzima mananase sobre os valores médios das variáveis de peso médio (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 1 a 33 dias de idade

Tratamentos	PM (g)	GP (g)	CR (g)	CA (g/g)
Dieta Basal (DB) ¹	1744,0A	1702,6A	2700,7	1,587A
DB+ Mananase ^(100g/t)	1648,4B	1605,3B	2572,1	1,603AB
Dieta Levedura (DL) ²	1621,7B	1578,2B	2629,9	1,666C
DL+Mananase ^(80g/t)	1653,1B	1610,2B	2668,0	1,657BC
DL+Mananase ^(100g/t)	1601,9B	1558,8B	2616,4	1,680C
DL+Mananase ^(120g/t)	1624,6B	1580,9B	2593,2	1,642BC
Probabilidade	0,0039	0,0038	0,1123	0,0015
CV (%) ³	3,28	3,42	2,93	2,25

¹Dieta Basal sem levedura e sem enzima com redução de 75kcal da exigência (DB); ²Dieta com 7% de levedura e sem enzima com redução de 75kcal da exigência (DL); Média com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($P < 0,05$); ³ CV - Coeficiente de Variação.

208

209 Nesta fase, observou-se maior peso vivo, melhora no ganho em peso e conversão
 210 alimentar das aves alimentadas com dieta basal. Os piores resultados de conversão
 211 alimentar foram encontrados nos tratamentos com inclusão da levedura isolada e levedura
 212 com 100g/t enzima mananase.

213 No período de 1 a 42 dias de idade, não houve efeito significativo para consumo de
 214 ração. O peso vivo, ganho de peso e conversão alimentar foram influenciados de forma
 215 significativa pelos tratamentos. Os tratamentos compostos com dieta basal com e sem
 216 enzima mananase proporcionaram o melhor peso vivo, ganho em peso e melhor conversão
 217 alimentar das aves neste período (Tabela 5).

218 Tabela 5. Efeito da levedura e enzima mananase sobre os valores médios das variáveis de
 219 peso médio (PM), ganho de peso (GP), consume de ração (CR) e conversão alimentar (CA)
 220 de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade

Tratamentos	PM (g)	GP (g)	CR (g)	CA (g/g)
Dieta Basal (DB) ¹	2540,2A	2497,8A	4319,1	1,730A
DB+ Mananase ^(100g/t)	2519,3A	2476,2A	4228,1	1,708A
Dieta Levedura (DL) ²	2291,1B	2248,7B	4182,2	1,860B
DL+Mananase ^(80g/t)	2410,7AB	2367,5AB	4325,0	1,827B
DL+Mananase ^(100g/t)	2368,3B	2325,2B	4241,4	1,825B
DL+Mananase ^(120g/t)	2340,0B	2296,0B	4167,4	1,816B
Probabilidade	0,0060	0,0006	0,3470	<0,0001
CV (%) ³	3,66	3,72	3,12	2,05

221 ¹Dieta Basal sem levedura e sem enzima com redução de 75kcal da exigência (DB); ²Dieta com 7 levedura e
 222 sem enzima com redução de 75kcal da exigência (DL); Média com letras diferentes nas colunas diferem
 223 estatisticamente pelo teste de SNK (P<0,05); ³ CV - Coeficiente de Variação.
 224

225 Dentre as variáveis analisadas de duodeno verificou-se apenas efeitos estatísticos
 226 significativos (p<0,10) para espessura de parede muscular (Tabela 6). As aves que
 227 receberam dieta basal com a inclusão de enzimas mananase apresentaram maior espessura
 228 de parede muscular em relação aos demais tratamentos. Já ao relacionar os efeitos da
 229 espessura de parede com a inclusão de levedura mais enzima mananase verificou-se que a
 230 inclusão de até 100g/t pode reduzir a espessura da parede duodenal de frangos de corte aos
 231 21 dias de idade (Tabela 6).

232 Tabela 6. Efeito da levedura e adição de diferentes doses de enzima mananase, sobre as
 233 variáveis morfométricas da mucosa do duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte aos 21
 234 dias de idade

Tratamentos	Variáveis (μm)					
	AV	LV	AC	LC	PM	AV/AC
Duodeno						
Dieta Basal (DB) ¹	740,18	182,12	136,78	54,64	140,00C	6,08
DB+ Mananase ^(100g/t)	852,76	180,25	139,06	49,45	222,12A	5,74
Dieta Levedura (DL) ²	688,53	170,70	136,80	54,14	172,10BC	5,04
DL+Mananase ^(80g/t)	797,60	184,98	134,16	49,58	172,00BC	6,10
DL+Mananase ^(100g/t)	782,25	177,58	131,25	49,82	156,88BC	6,30
DL+Mananase ^(120g/t)	715,35	167,18	123,18	51,30	180,23B	5,83
Probabilidade	0,2066	0,7407	0,8803	0,3594	0,0002	0,8215
CV (%) ³	13,08	11,19	14,96	7,51	11,68	19,49
Jejuno						
Dieta Basal (DB) ¹	701,34	190,80	119,98	51,62	146,48AB	5,23
DB+ Mananase ^(100g/t)	717,23	154,15	136,28	50,71	152,54AB	5,26
Dieta Levedura (DL) ²	696,76	184,64	132,46	48,02	143,10B	4,72
DL+Mananase ^(80g/t)	666,23	169,35	136,00	49,81	178,00A	4,96
DL+Mananase ^(100g/t)	753,36	155,84	133,52	49,56	142,65B	5,81
DL+Mananase ^(120g/t)	640,90	154,15	122,96	52,56	172,12A	5,25
Probabilidade	0,8408	0,3516	0,7143	0,9383	0,0638	0,9459
CV (%) ³	20,14	18,42	16,10	14,47	11,49	19,88
Íleo						
Dieta Basal (DB) ¹	572,13	170,18AB	162,18A	53,01	303,05A	3,55
DB+ Mananase ^(100g/t)	544,32	167,95AB	156,10AB	53,16	256,20AB	3,52
Dieta Levedura (DL) ²	528,02	175,46AB	136,56AB	51,62	320,46A	3,83
DL+Mananase ^(80g/t)	450,30	141,40B	138,46AB	51,20	274,96AB	3,25
DL+Mananase ^(100g/t)	613,18	177,48A	153,96AB	56,10	272,32AB	4,00
DL+Mananase ^(120g/t)	503,80	153,00AB	130,67B	49,56	250,58B	3,87
Probabilidade	0,2156	0,0832	0,0820	0,1599	0,0945	0,4555
CV (%) ³	19,28	13,38	13,94	7,45	15,58	16,42

235 Médias com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p < 0,10$); CV:
 236 coeficiente de variação. Altura de vilos (AV) largura de vilos (LV) Altura de cripta (AC) largura de cripta (LC)
 237 espessura de parede (EP).
 238

239 Para as demais variáveis de duodeno como altura e largura de vilos, altura e largura
240 de cripta e relação vilo:cripta não foram influenciadas ($p>0,10$) pelos tratamentos. A
241 inclusão de enzima mananase e 7% de leveduras de cana de açúcar (*Saccharomyces*
242 *cerevisiae*) não proporcionaram alterações ($p>0,10$) nas estruturas da mucosa intestinal do
243 jejuno, exceto para espessura de parede que apresentou efeitos estatísticos ($p<0,10$) entre
244 os tratamentos (Tabela 6).

245 A inclusão de 80 e 100g/t de enzima mananase em dietas com levedura de cana de
246 açúcar demonstrou menor e maior largura de vilo do íleo de frangos de corte aos 21 dias de
247 idade, respectivamente, aumentando a superfície de absorção do íleo com o aumento na
248 dosagem da enzima. Por outro lado, a suplementação de 120g/t de mananase associada à
249 dieta com levedura tendência uma redução de altura de cripta, mesmo que estatisticamente
250 apresentam-se equivalentes, é visível que a levedura reduz a altura de cripta na região do
251 íleo (Tabela 6).

252 A enzima mananase ocasionou redução na espessura de parede ($p<0,10$) na região
253 do íleo aos 21 dias, a maior espessura de parede foi registrada nas aves alimentadas com
254 dietas sem enzima e menor espessura, ao alimentar-se com dietas formuladas com maior
255 dosagem da enzima mananase (120g/t) (Tabela 6).

256 A largura de cripta na região duodenal foi reduzida ($p<0,10$) pela inclusão de
257 100g/t da enzima mananase às dietas a base de milho e farelo de soja (DB). A inclusão de
258 80g/t da enzima mananase em dietas com 7% de levedura ocasiona maior largura de cripta
259 em frangos de corte aos 33 dias de idade. Não observou nenhum efeito significativo para as
260 demais variáveis mensuradas do duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte aos 33 dias
261 (Tabela 7).

262 Tabela 7. Efeito da levedura e adição de diferentes doses de enzima mananase sobre as
263 variáveis histomorfométricas da mucosa do duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte aos
264 33 dias de idade

Tratamentos	Variáveis					
	AV	LV	AC	LC	PM	AV/AC
Duodeno						
Dieta Basal (DB) ¹	782,37	182,53	122,03	47,68AB	269,17	6,35
DB+ Mananase ^(100g/t)	622,98	169,80	124,75	41,90B	279,32	5,35
Dieta Levedura (DL) ²	817,08	201,15	113,43	44,68AB	253,46	5,78
DL+Mananase ^(80g/t)	751,92	184,40	129,68	50,14A	235,44	5,90
DL+Mananase ^(100g/t)	677,53	157,25	132,62	49,68AB	257,36	5,21
DL+Mananase ^(120g/t)	634,32	167,65	130,22	48,93AB	294,60	5,60
Probabilidade	0,2409	0,2867	0,4311	0,0476	0,8330	0,7421
CV (%) ³	23,08	18,64	13,64	8,37	27,42	23,24
Jejuno						
Dieta Basal (DB) ¹	686,90	172,63	132,60	48,06	206,37	5,11
DB+Mananase ^(100g/t)	629,10	158,88	117,35	45,00	231,56	5,39
Dieta Levedura (DL) ²	690,40	165,97	106,03	45,20	217,50	5,45
DL+Mananase ^(80g/t)	726,90	177,58	131,54	50,80	234,72	5,63
DL+Mananase ^(100g/t)	680,20	168,65	146,90	48,36	198,87	4,97
DL+Mananase ^(120g/t)	808,00	169,76	139,40	47,92	211,46	5,91
Probabilidade	0,7058	0,9605	0,1417	0,6860	0,4747	0,9193
CV (%) ³	24,95	18,97	15,64	13,35	15,71	25,97
Íleo						
Dieta Basal (DB) ¹	632,78	156,07	136,20	48,31	379,60	4,66
DB+ Mananase ^(100g/t)	551,94	141,12	143,70	45,48	348,00	4,27
Dieta Levedura (DL) ²	686,20	147,12	149,68	46,78	355,33	4,69
DL+Mananase ^(80g/t)	671,00	173,20	139,40	48,38	315,20	4,82
DL+Mananase ^(100g/t)	621,75	143,05	119,30	43,90	323,17	4,37
DL+Mananase ^(120g/t)	612,77	138,95	134,95	44,24	311,48	4,58
Probabilidade	0,1023	0,1662	0,1256	0,1078	0,1350	0,9102
CV (%) ³	17,88	13,57	13,26	7,19	14,20	19,27

265 Médias com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p < 0,10$); CV:
266 coeficiente de variação. Altura de vilo (AV) largura de vilo (LV) Altura de cripta (AC) largura de cripta (LC)
267 parede muscular (PM).
268

269 O rendimento de carcaça e gordura abdominal foi influenciado significativamente
 270 pelos tratamentos. Já para o rendimento de cortes e de fígado não foram observados
 271 nenhum efeito ($p>0,05$), indicando que a inclusão de 7% de leveduras de cana-de-açúcar
 272 pode ser utilizada em dietas para frangos de corte adicionando ou não enzimas mananases,
 273 pois não ocasiona perdas no rendimento de peito, coxa, sobrecoxa, asa e fígado aos 42 dias
 274 de idade (Tabela 8).

275 Tabela 8. Valores relativos das variáveis de rendimento de carcaça, cortes e vísceras
 276 comestíveis de frangos de corte alimentados com dietas com e sem a adição de leveduras e
 277 diferentes níveis de enzima mananase aos 42 dias de idade

Tratamentos ¹	Variáveis (%)						
	Carcaça	Peito	Coxa	Sobrecoxa	Asa	Fígado	Gordura abdominal
Dieta Basal (DB)	74,32A	38,40	13,28	16,34	10,29	2,04	1,68B
DB+ Mananase ^(100g/t)	73,46AB	37,66	13,58	16,53	10,44	2,39	1,86AB
Dieta Leved. (DL)	71,28C	37,90	13,30	16,30	10,76	2,52	2,10AB
DL+Mananase ^(80g/t)	73,32AB	38,36	13,40	16,13	10,32	2,29	2,20A
DL+Mananase ^(100g/t)	72,52BC	38,32	13,33	16,26	10,71	2,65	2,27A
DL+Mananase ^(120g/t)	73,07AB	39,00	13,28	15,88	10,44	2,46	1,80AB
Probabilidade	0,003	0,360	0,899	0,928	0,446	0,062	0,049
CV (%) ²	1,62	2,77	3,84	6,37	4,66	14,17	17,95

¹T1-Dieta Basal sem levedura e sem enzima com redução de 75kcal da exigência (DB); T2- DB sem levedura com 100g/t de enzima; T3-Dieta com 7% de levedura sem enzima com redução de 75kcal da exigência (DL); T4- DL com 80g/t de enzima; T4- DL com 100g/t de enzima; T6- DL com 120g/t de enzima. ²CV- coeficiente de variação. Médias com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p<0,05$).

278
 279 A inclusão de 7% de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) sem a
 280 inclusão de enzima mananase reduz o rendimento de carcaça de frangos de corte aos 42
 281 dias de idade. Já o melhor rendimento de carcaça foi observado nas aves alimentadas com
 282 dieta basal. Isso pode ser reflexo do resultado de desempenho registrado no mesmo período
 283 e aos mesmos tratamentos. O uso de 7% de levedura com 80 e 100g/ton de enzimas às

284 dietas aumentam a deposição de gordura abdominal prejudicando a qualidade da carcaça
 285 (Tabela 8).

286 Houve efeitos significativos dos custos em relação ao uso de levedura e enzimas em
 287 ambos os períodos estudados (Tabela 9).

288 Tabela 9. Viabilidade econômica em dietas com levedura da cana-de-açúcar e enzima
 289 mananase no período nos períodos de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias

Tratamentos	Variáveis		
	CMR/kg (R\$)	IEE (%)	IC (%)
1 a 21 dias			
Dieta Basal (DB) ¹	1,43B	91,25A	109,86B
DB+ Mananase ^(100g/t)	1,43B	93,73A	107,44B
Dieta Levedura (DL) ²	1,59A	84,52B	118,39A
DL+Mananase ^(80g/t)	1,61A	83,21B	120,20A
DL+Mananase ^(100g/t)	1,61A	83,07B	117,58A
DL+Mananase ^(120g/t)	1,57A	85,36B	117,39A
Probabilidade	<.0001	<.0001	0.0003
CV (%) ³	4,28	4,00	3,78
22 a 42 dias			
Dieta Basal (DB) ¹	2,03C	87,45A	113,16B
DB+ Mananase ^(100g/t)	1,99C	87,55A	113,38B
Dieta Levedura (DL) ²	2,44A	72,901B	137,55A
DL+Mananase ^(80g/t)	2,27B	76,16B	135,05A
DL+Mananase ^(100g/t)	2,28B	77,95B	127,05A
DL+Mananase ^(120g/t)	2,38AB	74,83B	132,26A
Probabilidade	<.0001	<.0001	<.0001
CV (%) ³	4,55	4,69	4,98
1 a 42 dias			
Dieta Basal (DB) ¹	1,71B	97,70A	101,93B
DB+ Mananase ^(100g/t)	1,73B	96,97A	103,33B
Dieta Levedura (DL) ²	1,94A	86,37B	115,79A
DL+Mananase ^(80g/t)	1,97A	85,31B	117,26A
DL+Mananase ^(100g/t)	1,93A	86,77B	115,28A

DL+Mananase ^(120g/t)	1,94A	86,47B	115,68A
Probabilidade	<.0001	<.0001	<.0001
CV (%) ³	1,97	1,91	1,95

290 Médias com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK
 291 (p<0,10); CV: Coeficiente de variação; CMR/Kg: Custo médio da ração por kg de peso
 292 vivo produzido; IEE: Índice de eficiência econômica; IC: índice de custo.

293

294 Observou-se que, a adição de 7% de levedura de cana-de-açúcar e, as associações
 295 com enzima mananase nas dietas proporcionam aumento no custo médio da ração (CRM),
 296 índice de custos (IC) das rações e reduzir o índice de eficiência econômica (IEE) no
 297 período de 1 a 42 dias quando comparada as dietas sem a inclusão de leveduras (Tabela 9).

298

299 **DISCUSSÕES**

300 Numericamente é visível que a adição de enzima mananase em dietas com 7% de
 301 levedura de cana-de-açúcar, proporciona melhora na conversão alimentar das aves aos 7
 302 dias (Tabela 2), podendo ser possível aumentar a inclusão de levedura acima do percentual
 303 preconizado por Rostagno et al. (2011) desde que seja adicionado a enzima. Pois o
 304 acréscimo de enzimas exógenas em dietas para frangos de corte permite que o animal
 305 melhore os parâmetros de desempenho como ganho em peso (KONG et al., 2011) e
 306 conversão alimentar (SELLE et al., 2010), devido uma redução na viscosidade no ambiente
 307 intestinal (MEHRI et al., 2010).

308 O uso da levedura sem a enzima mananase na dieta piorou a conversão alimentar
 309 das aves aos 7 dias (Tabela 2), essa piora pode estar associada a baixa capacidade que as
 310 aves têm em digerir ingredientes como a levedura, comprometendo negativamente o
 311 desempenho destes animais (ROSTAGNO et al., 2011), e, a baixa digestão pode ser
 312 justificada pela baixa produção de enzimas endógena pelas aves nos primeiros dias de vida
 313 (FORTES et al., 2012).

314 Baixo desempenho foi observado nas aves que receberam dieta com levedura
315 (*Saccharomyces cerevisiae*) sem a enzima mananase (Tabela 2), e esse resultado pode ser
316 justificado pela pouca presença de enzimas endógenas, pois aves nas primeiras semanas de
317 vida possuem baixa capacidade de produzir enzimas pancreáticas devido ao
318 desenvolvimento imaturo do trato gastrintestinal (LONGO et al., 2005). Ou seja, enzimas
319 que sejam eficientes para atuarem sobre os PNAs presentes na parede celular levedura,
320 haja visto que a mesma apresenta alta rigidez e conseqüentemente baixa digestibilidade
321 (FREITAS et al., 2013).

322 Ainda sobre o uso de enzimas, PEINADO et al. (2013) observaram melhora no
323 desempenho de frangos, relatando que a suplementação da dieta com enzima desde o 1º dia
324 de vida das aves pode contribuir para um melhor desempenho mesmo em situações de
325 desafio. FERREIRA JUNIOR et al. (2016) mostraram que a β -mananase melhora a
326 conversão alimentar em frangos de corte. E essa melhora pode acontecer por uma série de
327 benefícios causada pela suplementação desta enzima, pois é capaz de promover a hidrólise
328 de uma classe de mananos, considerado um dos principais fatores anti-nutricionais para
329 frangos de corte (LI et al., 2010; CHO; KIM, 2013).

330 O baixo desempenho das aves alimentadas com dietas com leveduras sem enzima
331 mananase pode ser atribuído às características físicas da parede celular da levedura que
332 contribuem para baixa digestibilidade e disponibilidade dos nutrientes deste ingrediente
333 para as aves (ROSTAGNO et al., 2011; FREITAS et al., 2013), visto que não houve
334 interferência no consumo de ração (Tabela 3) e ao adicionar a enzima as dietas com 7%
335 levedura, a conversão alimentar foi reduzida. A baixa digestibilidade da levedura de cana
336 de açúcar pode estar relacionada ao método de secagem deste ingrediente devido
337 proporcionar desbalanceamento dos aminoácidos digestíveis nas dietas (LOPES et al.,
338 2011). Outro fator poderia ser as dosagens de enzimas mananase incluídas nas dietas com

339 levedura provavelmente não tenham sido suficientes para que houvesse a recuperação do
340 desempenho dos animais equivalente aos da dieta basal.

341 Suposições de Sousa (2016) aponta que a eficiência no aproveitamento de um
342 determinado alimento estar atribuída à quantidade de substratos ou enzima, visto que não
343 há uma matriz nutricional para cada tipo de ingrediente incluso às dietas. Mourão e
344 Pinheiro (2009) afirmam que fatores como quantidade de substrato específico e dosagem
345 do complexo enzimático apresentam papel fundamental nos benefícios proporcionado
346 pelas enzimas exógenas no desempenho animal.

347 Resultados semelhantes para consumo de ração (Tabela 3) foram encontrados por
348 Lopes et al. (2011) quando forneceram dietas com até 5% de levedura e, Ferreira Jr et al.
349 (2016) ao incluírem enzima β -mananase em dietas para frangos de corte aos 21 dias de
350 idade. Estes últimos, justificam a falta de respostas significativas a imaturidade fisiológica
351 dos animais neste período, comprometendo a atividade do suplemento enzimático e/ou o
352 potencial genético dos animais. Contradições aos dados de consumo de ração foram
353 expostos por Freitas et al. (2013) pois estudando inclusão de até 10% de leveduras de
354 cana-de-açúcar nas dietas, constataram aumento no consumo de ração para frangos de
355 corte no período de 1 a 21 dias de idade.

356 Foi observado que as dosagens da enzima mananase nas dietas com levedura de
357 cana de açúcar proporcionou efeito sobre o desempenho zootécnico das aves. Peso médio,
358 ganho em peso e conversão alimentar das aves alimentadas com dieta basal foram
359 superiores aos das aves alimentadas com dieta basal com enzima (Tabela 4) e, os piores
360 resultados foram observados nas aves alimentadas com dietas com leveduras.
361 Provavelmente a dosagem da enzima não tenha sido eficiente em relação a quantidade ou
362 tipo de substratos presente na dieta. Pois dependendo da disponibilidade do substrato
363 específico para a enzima exógena na dieta, pode haver aumento das perdas endógenas e,

364 conseqüentemente, perdas no desempenho das aves (FORTES et al., 2012). Visto que a
365 mananase expressa melhor ação em substratos específicos, como os mananos e entre
366 outros, para frangos de corte (LI et al., 2010; CHO; KIM, 2013).

367 Autores divergem aos resultados desse estudo como SOUSA (2016) estudando
368 níveis de levedura de cana-de-açúcar e inclusão de complexo enzimático em dietas para
369 frangos de corte não encontrou efeitos sobre o desempenho no período de 22 a 33 dias de
370 idade e FERREIRA JÚNIOR (2016), ao adicionar β -mananase às dietas observaram
371 melhora de 2,40% na conversão e 3,32% no ganho em peso comparado à dieta basal.
372 KONG et al. (2011) afirmam que β -mananase melhora o desempenho de frangos de corte.

373 O desempenho zootécnico de frangos de corte aos 42 dias de idade foi alterado de
374 forma negativa quando alimentados com dietas com 7% de leveduras de cana de açúcar
375 (*Saccharomyces cerevisiae*) e inclusão de enzima mananase piorando o desempenho neste
376 período. Em comparação aos demais tratamentos, o maior peso médio, ganho de peso e
377 melhor conversão alimentar foram encontrados nos tratamentos com dieta basal (Tabela 5).
378 O que contradiz muitos dos estudos realizados com suplementação de enzimas exógenas,
379 principalmente quando utilizadas em dieta com intuito de melhorar a digestibilidade dos
380 ingredientes nas rações e melhorar o desempenho animal (KIARIE et al., 2012). No
381 entanto, a ação enzimática é influenciada por vários fatores, entre eles o processamento da
382 ração, pH e comprimento intestinal, umidade, temperatura, antagonismo entre enzimas
383 endógenas e exógenas, ingredientes usados na ração, atividade e concentração das enzimas
384 (KRABBE; LORANDI, 2014).

385 Foi observado que a inclusão de 7% de levedura de cana-de-açúcar (*Sacharomyces*
386 *cerevisiae*) em dietas para frangos de corte proporcionou resultados negativos relacionados
387 ao desempenho, mesmo com suplementação de diferentes doses de enzima mananase.

388 O resultado de consumo de ração condiz aos de Sousa (2016), pois não encontrou
389 efeitos para o consumo de ração durante o período de 22 a 42 dias. Ferreira Júnior et al.
390 (2016) encontraram aumento de 2,45% no ganho de peso e uma melhora de 1,87% no
391 consumo de ração não verificando efeitos da enzima β -mananase sobre a conversão
392 alimentar de frangos de corte no período de um a 42 dias de idade. Já Barros et al. (2015)
393 afirmam que β -mananases podem ser usadas em rações de frangos de corte sem
394 comprometer o desempenho produtivo e econômico.

395 O comportamento da enzima neste estudo pode estar atrelado a quantidade e/ou tipo
396 de substrato na ração, ou até mesmo a dosagem da enzima mananase. Pois além da
397 concentração do substrato e da enzima, a temperatura, pH e umidade do ar podem intervir
398 na digestibilidade dos alimentos (NELSON; COX, 2014; PEIXOTO-NOGUEIRA et al.,
399 2013). Outro fator é a idade das aves, pois os efeitos causados pelos PNA's solúveis são
400 mais expressivos nos primeiros dias de vida em razão da maturidade do trato
401 gastrointestinal, presumindo estar associado com a capacidade de lidar com estes
402 compostos (COWIESON et al., 2006).

403 A redução na espessura de parede encontrada neste estudo (tabela 6) pode estar
404 associada à presença de microrganismos patogênicos capazes de provocar espaçamentos na
405 parede do trato digestório, principalmente em decorrência de algumas toxinas liberadas por
406 eles (POLLMAN, 1986; SHIRAIISHI et al., 2009). Além de respostas fisiológicas, pois a
407 modificação na musculatura da parede da mucosa estar relacionada com a movimentação
408 peristáltica responsável pelo fluxo do conteúdo alimentar, principalmente quando há
409 presença de fatores antinutricionais como os PNAs. Corroborando com esses resultados,
410 Sousa (2016) e Oliveira et al. (2008) verificaram redução da espessura da camada muscular
411 da parede intestinal de frangos de corte alimentados com complexo enzimático aos 21 dias.

412 As alterações nas dimensões de altura de cripta verificadas no íleo (Tabela 6) pode
413 dar indícios de maior proliferação celular da mucosa intestinal, pelo possível efeito da
414 suplementação enzimáticas (FERNANDES et al., 2017), devido ser um tecido altamente
415 ativo (MAIORKA et al., 2008), que mantém as características dos vilos e, sem afetar a área
416 de absorção dos nutrientes, além de aumentar o gasto energético pelas células (LOPES et
417 al., 2011). Alterações de profundidade de criptas podem ocorrer pelo uso de aditivos de
418 *Saccharomyces cerevisiae* em dietas para frangos de corte (CHUMPAWADEE et al.,
419 2008).

420 Ausências de alterações morfológicas nas demais variáveis do intestino podem estar
421 relacionadas ao equilíbrio da taxa de renovação celular nesta região, visto que este depende
422 da necessidade que o intestino tem para desempenhar suas funções naquele momento
423 (BOLELI et al., 2008). Resultados condizem os achados por Sousa (2016), pois as
424 estruturas da mucosa intestinal não foram afetadas (exceto parede muscular) pela inclusão
425 de níveis de leveduras e complexo enzimático em dietas para frangos de corte aos 21 dias
426 de idade.

427 Foi observado alterações na largura de cripta do duodeno de frangos de corte aos 33
428 dias. Numericamente é visível que inclusão da enzima mananase às dietas reduz a largura
429 de cripta duodenal, em comparação aos tratamentos sem enzima (Tabela 7). Essa
430 característica de alagamento de cripta se torna muito importante em decorrência do
431 aumento da área de absorção no trato gastrointestinal da ave e, conseqüentemente,
432 melhorar o desempenho (FERNANDES et al., 2017).

433 As inalterações registradas na mucosa das demais variáveis do duodeno e, do
434 jejuno e íleo em frangos de corte alimentados mesmo com dietas basais, são condizentes
435 aos resultados encontrados por CUNHA et al. (2016) ao comparar dietas basais e dietas
436 com inclusão de glicerina bruta para aves aos 56 dias de idade, verificou que, este

437 ingrediente não ocasionou modificações nas estruturas da mucosa intestinal. Apesar da
438 mucosa intestinal ser estimulada pelas enzimas exógenas que atuam reduzindo a
439 quantidade de substrato que seria disponível para proliferação bacteriana, pois ao reduzir a
440 quantidade de substrato conseqüentemente reduzirá a quantidade de bactérias (OLIVEIRA
441 et al., 2009), assim, manter a integridade física da mucosa intestinal, isso pode justificar as
442 inalterações encontrada. Mas ressaltamos que leveduras de cana-de-açúcar
443 (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de aves proporciona efeitos positivos como o
444 aumento das vilosidades intestinais, demonstrando melhora na capacidade de absorção e
445 inibição de microorganismos patogênicos no trato digestório (SOUZA et al., 2011).

446 A piora no rendimento de carcaça das aves aos 42 dias de idade que receberam
447 ração contendo 7% de leveduras de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) sem
448 inclusão de enzima mananase (tabela 8) pode estar relacionado à dificuldade que as aves
449 tiveram em aproveitar os nutrientes contidos na levedura, visto que é necessária a inclusão
450 de enzimas específicas nas rações para que ocorra degradação de forma eficiente dos PNAs
451 presentes na parede deste ingrediente, essa eficiência da enzima pode ter relação aos
452 valores de acúmulo da gordura abdominal, haja visto que estes animais apresentam maior
453 acúmulo de gordura.

454 Apesar do registro de redução do rendimento de carcaça, os cortes comerciais não
455 foram alterados pelos tratamentos estudados (Tabela 8), nem mesmo sem a inclusão da
456 enzima. Uso de até 12% de leveduras em dietas para aves não prejudica o rendimento de
457 carcaça, peito, coxa, sobrecoxa, asa e dorso de aves (SOUSA, 2016). Já Cardoso et al.
458 (2011) ao estudarem enzimas exógenas como a amilase e complexo enzimático, não
459 observam nenhum efeito dos tratamentos sobre a carcaça, cortes e gordura.

460 O uso de 7% de leveduras em dietas para frangos de corte aumentou em R\$ 0,23 do
461 custo médio da ração por kg de peso vivo produzido, reduziu 11,3% do índice de eficiência

462 econômica e 13,8% índice de custo quando comparada à dieta basal (Tabela 9). E, quando
463 inclui a enzima mananase as dietas permaneceram mais caras e, mostrando que o uso de
464 leveduras de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e enzima mananase não é
465 economicamente viável na alimentação de frangos de corte, haja visto, que em comparação
466 com o desempenho zootécnico dos animais que se mostrou melhor quando os animais
467 consumiram dietas à base de milho e farelo de soja. Condizendo aos achados por Sousa
468 (2016), pois afirma que não é economicamente viável a inclusão de levedura acima de 6%
469 nas dietas para frangos de corte.

470

471 **CONCLUSÕES**

472 O uso de 7% de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) prejudica
473 o desempenho de frangos de corte em diferentes fases de criação, piora o rendimento de
474 carcaça e proporciona maior deposição de gordura abdominal aos 42 dias de idade. E, a
475 enzima mananase adicionada a essas dietas melhora o desempenho na fase inicial.

476 O uso de 7% de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e de
477 enzima mananase não prejudica a morfometria intestinal de frangos de corte aos 21 e 33
478 dias de idade. Entretanto, o uso de levedura não é economicamente viável no período de 1
479 a 42 dias.

480

481 **REFERÊNCIAS**

482

483 ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2017. Relatório
484 Anual ABPA. Disponível em: <http://www.abpa-br.org>. Acessado em 16 de Junho de 2017.
485 AQUINO, A. A.; ALVES, M.P.; SANTOS, J.P.F.; FELICIANO, R.A.R.; PIPCOLI, R.H.;
486 SAAD, F.M.O.B. Efeitos do extrato de parede de levedura em dieta Seca sobre a

- 487 microbiologia, ácidos graxos de Cadeia curta e redução do odor das fezes de gatos Adultos
488 **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.4, p. 479-486, 2012.
- 489 BARBOSA, H. P.; FIALHO, E. T.; FERREIRA, A. S.; LIMA, G. J. M. M.; GOMES, M.
490 F. M. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação.
491 **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.21, p.827-837, 1992.
- 492 BARBOSA, N. A.A.; BONATO, M. A.; SAKOMURA, N. K.; DOURADO, L. R. B.;
493 FERNANDES, J.B. K.; KAWAUCHI, I. M. Digestibilidade ileal de frangos de corte
494 alimentados com dietas suplementadas com enzimas exógenas. **Comunicata Scientiae**, v.
495 5, n. 4, p. 361-369, 2014.
- 496 BARROS, V.R.S.M.; LANA, G.R.Q.; LANA, S.R.V.; LANA, A.M.Q.; CUNHA, F.S.A.;
497 EMERENCIANO NETO, J.V. β -mannanase and mannan oligosaccharides in broiler
498 chicken feed. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.1, p.111-117, 2015.
- 499 BARROSO, D.C.; VIEIRA, A.A.; LIMA, C.A.R.; TRINDADE, B.S.; GOMES, A.V.C.;
500 SOUZA, M.M.S.; CORRÊA, G.S.S. Adição da parede celular de levedura (*Saccharomyces*
501 *cerevisiae*) na dieta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**
502 **Zootecnia**, v.65, n.4, p.1139-1148, 2013.
- 503 BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; PROTAS, J. F. S.; GOMES, P. C. Radícula de malte na
504 alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,
505 v.20, p.969-974, 1985.
- 506 BOLELI, I. C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In:
507 Macari, M.; Furlan, R. L.; Gonzales, E. (Ed.) **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de**
508 **Corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. p. 75-98.
- 509 CARDOSO, D.M.; MACIEL, M.P.; PASSOS, D.P.; SILVA, F.V.; REIS, S.T.; AIURA,
510 F.S. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Arquivo de**
511 **Zootecnia**. v.60, n.232, p.1053-1064, 2011.

- 512 CHO, J.H.; KIM, I.H. Effects of beta-mannanase supplementation in combination with low
513 and high energy dense diets for growing and finishing broilers. **Livestock Science**, v.154,
514 p.137-143, 2013.
- 515 CHUMPAWADEE, S.; CHINRASRI, O.; SOMCHAN, T.; NGAMLUAN, S.;
516 SOYCHUTA, S. Effect of Dietary Inclusion of Cassava Yeast as Probiotic Source on
517 Growth Performance, Small Intestine (Ileum) Morphology and Carcass Characteristic in
518 Broilers. **International Journal of Poultry Science**. V.7, p.246-250, 2008.
- 519 COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. Using the precision-feeding
520 bioassay to determine the efficacy of exogenous enzymes: A new perspective. **Animal**
521 **Feed Science and Technology**, v.129, p.149–158, 2006.
- 522 CUNHA, H.P.F.; SOUSA, D.C.; SANTOS, E.T.; GUZZI, A.; DOURADO, L.R.B.;
523 FERREIRA, G.J.B.C. Histomorfometria do intestino delgado de frangos de corte (cobb
524 500®) suplementadas com glicerina bruta a 7%. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.10, n.3,
525 p.238-245, 2016.
- 526 FERNANDES, J.I.M.; CONTINI, J.P.; PROKOSKI, K.; GOTTARDO, E.T.; CRISTO,
527 A.B.; PERINI, R. Desempenho produtivo de frangos de corte e utilização de energia e
528 nutrientes de dietas iniciais com milho classificado ou não e suplementadas com complexo
529 enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.69, n.1, p.181-
530 190, 2017.
- 531 FERNANDES, J.I.M.; RORIG, A.; GOTTARDO, E.T.; SCHMIDT, J.M.; BURIN
532 JÚNIOR, A.M.; FÜLBER, L.M. Dietas pós-eclosão suplementadas com fontes de gordura
533 e acrescidas de taurina e glicina sobre a morfometria intestinal e o desempenho de frangos
534 de corte de um a 21 dias. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69,
535 n.1, p.198-204, 2017.

- 536 FERREIRA JUNIOR, H. C.; HANNAS, M. I.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.;
537 NEME, R.; FARIA, B. D.; XAVIER Jr, M. L.; RENN´O.; L. N. Effect of the addition of β -
538 mannanase on the performance, metabolizable energy, amino acid digestibility
539 coefficients, and immune functions of broilers fed different nutritional levels. **Poultry**
540 **Science**. P.1–10, 2016.
- 541 FORTES, B.D.A.; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H.; BRITO, J.A.G.; REZENDE, P.L.P.;
542 SILVA, R.D. Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e
543 fitase em rações de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, vol.13, n.1, p. 24-32,
544 2012.
- 545 FREITAS, D. M.; VIEIRA, S.J.; FAVERO, A.; MAIORKA, A. Performance and nutriente
546 utilization of broilers fed diets supplement with a novel mono-component protease.
547 **Poultry Science Association**, v.20, p.322-334, 2011.
- 548 FREITAS, E, R.; LIMA, R.C.; SILVA, R.B.; SUCUPIRA, F.S.; BEZERRA, R.M.
549 Substituição do farelo de soja por levedura de cana-de-açúcar em rações para frangos de
550 corte. **Revista Ciência Agronômica**, vol.44, n.1, p.174-183, 2013.
- 551 HISANO, H.; SAMPAIO, F. G.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Composição
552 nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da
553 parede celular pela tilápia-do-nilo. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.1, p.43-49, 2008.
- 554 HU, C. H.; GU, L.Y.; LUAN, Z.S.; SONG, J.; ZHU, K. Effects of montmorillonite–zinc
555 oxide hybrid on performance, diarrhea, intestinal permeability and morphology of
556 weanling pigs. **Animal Feed Science end Technology**, v.177, p.108-115, 2012.
- 557 KIARIE, E.; ROMERO, L.F.; RAVINDRAN, V. Growth performance, nutrient utilization,
558 and digesta characteristics in broiler chickens fed corn or wheat diets without or with
559 supplemental xylanase. **Poultry Science**. V.93, p.1186–1196, 2014.

- 560 KONG, C.; LEE AND, J.H.; ADEOLA, O. Supplementation of B-mannanase to starter and
561 grower diets for broilers. **Canada Jholnal Animal Science**, v.91, p.389- 397, 2011.
- 562 KRABBE, E. L.; LORANDI, S. Atualidades e tendências no uso de enzimas na nutrição de
563 aves. **In:** VI Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal - 23 a 26 de Setembro de
564 2014 – VI CLANA. Estância de São Pedro, SP – Brasil, 2014.
- 565 LI, Y.; CHEN, X.; CHEN, Y.; LI, Z.; CAO, T. Effects of β -mannanase expressed by pichia
566 pastoris in crn-soybean meal diets on broiler performance, nutriente digestibility, energy
567 utilization and immunoglobulin levels. **Animal Feed Science and Technology**, v.159,
568 p.59-67, 2010.
- 569 LONGO, F. L.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A.; FIGUEIREDO, A. N.;
570 RACANIPCI, A. M. C.; GAIOTTO, J. B.; SORBARA, J. O. B. Diferenças fontes de
571 proteína na dieta pré- inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34,
572 p.112-122, 2005.
- 573 LOPES, C.C.; RABELLO, C.B.V.; SILVA JÚNIOR, V.A.; HOLANDA, M.C.R.;
574 ARRUDA, E.M.F.; SILVA, J.C.R. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e
575 morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-
576 açúcar. **Acta Scientiarum Animal Science**. v.33, p.33-40, 2011.
- 577 MAIORKA, A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa
578 intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds). **Fisiologia aviária**
579 **aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. p.113-124.
- 580 MEHRI, M.; ADIBMORADI, M.; SAMIE, A.; SHIVAZAS, D. M. Effects of β -
581 mannanase on broiler performace, gut morphology and immune system. **African Journal**
582 **Biotechnol.** V.9, p.6221–6228, 2010.

- 583 MOURÃO, J.L.T.A.M.; PINHEIRO, V.M.C. Efeitos do centeio, do trigo e da
584 suplementação com xilanases sobre o valor nutricional de dietas e o desempenho de
585 frangos corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2417-2424, 2009.
- 586 NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto
587 Alegre: Artmed, 2014, 1298p.
- 588 OLIVEIRA, M. C.; MARQUES, R. H.; GRAVENA, R. A.; MORAES, V. M. B.
589 Morfometria do intestino delgado de frangos tratados com dietas adicionadas de
590 mananoligossacarídeo e complexo enzimático. **Revista Biotemas**, v. 21, p. 135-142, 2008.
- 591 OLIVEIRA, M.C., CANCHERINI, L.C., MARQUES, R.H., GRAVENA, R.A.,
592 MORAES, V.M.B. Mananoligossacarídeos e complexo enzimático em dietas para frangos
593 de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.38, p.879-886, 2009.
- 594 PEINADO, M.J.; RUIZ, R.; ECHAVARRI, A.; ARANDA-OLMEDO, I.; RUBIO, L.A.
595 Garlic derivative PTS- O modulates intestinal microbiota composition and improves
596 digestibility in growing broiler chickens. **Animal feed Science and Technology**, v.181, p.
597 87-92, 2013.
- 598 PEIXOTO-NOGUEIRA, S.C.; BERTPÁGLIA, L.; LEANDRO, G. da S.; REIS, R.A.;
599 JORGE, J.A.; POLIZELI, M. de L.T. de M. Estabilidade xilanásica no rúmen e
600 digestibilidade in vitro de volumosos tratados com extrato enzimático de *Aspergillus*
601 *niveus*. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.7, n.1, p. 46-60, 2013.
- 602 POLLMAN, D.S. Probiotics in pig diets. In: HARESIGN, W.; COLE, D. J. A. (Ed).
603 **Recent advance in animal nutrition**. Butterworth: London, p.193-205, 1986.
- 604 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R. F.;
605 LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas**
606 **brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.
607 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011, 252 p.

- 608 SAKOMURA, N.K.; H.S. ROSTAGNO. **Métodos de pesquisa em nutrição de**
609 **monogástricos**. 2ª. Ed. Jaboticabal: Funep, p. 262, 2016.
- 610 SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System: user's guide. Version 9.1 ed. Cary; 2002.
- 611 SELLE, P. H. et al. Impact of exogenous enzymes in sorghum-or wheat-based broiler diets
612 on nutrient utilization and growth performance. **International Journal of Poultry**
613 **Science**, v.9, n.1, p.53-58, 2010.
- 614 SHIRAISHI, C.S.; AZEVEDO, J.F.; SILVA, A.V.; SANT'ANA, D.M.G.; ARAÚJO,
615 E.J.A. Análise morfológica da parede intestinal e dinâmica de mucinas secretadas no íleo
616 de frangos infectados por *Toxoplasma gondii*. **Ciência Rural**. V.39, n.7, 2009.
- 617 SILVA, D.J.; A.C. QUEIROZ. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.
618 ed. Viçosa: UFV. 2002, p. 235.
- 619 SILVA, J.C.R.; RABELO, C.B.V.; LOPES, C.C.; JÚNIOR, V.A.S.; SILVA, D.A.T.;
620 ARRUDA, E.M.F. Sugar cane yeast in the diet of laying hens and effects on intestinal
621 morphology. **Poultry Science**, v.90. Supp. 1, p.146-147, 2011.
- 622 SOUSA, D.C.; OLIVEIRA, N.L.A.; SANTOS, E.T.; GUZZI, A.; DOURADO L.R.B.;
623 FERREIRA, G.J. Caracterização morfológica do trato gastrointestinal de frangos de corte
624 da linhagem Cobb 500®. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.35 (Supl.1): p.61-68, 2015.
- 625 SOUSA, R.F. **Enzimas exógenas em dietas com *saccharomyces cerevisiae* íntegra para**
626 **frangos de corte**. 2016. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) *Campus* Professora
627 Cinobelina Elvas, Universidade Federal do Piauí. Bom Jesus. 2016.
- 628 SOUZA, R.B.; COSTA, F.G.P.; LIMA, M.R.; PINHEIRO, S.G. Utilização de Leveduras
629 de Cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) nas Rações de Aves. **Revista eletrônica**,
630 v.8, n.6, p.1632-1646, 2011.
- 631 ZOU, X.T.; QIAO, X.J.; XU, Z.R. Effect of β -mannanase (hemicell) on growth
632 performance and immunity of broilers. **Poultry Science**, v.85, p.2176-2179, 2006.

CAPÍTULO 3. “Complexo enzimático em dietas para frangos de corte na fase de crescimento”

Elaborados de acordo com as normas da Revista Ciência Agronômica

1 **Complexo enzimático em dietas para frangos de corte na fase de crescimento**

2
3 Enzyme complex in diets for broilers on growth phase

4
5 **Resumo-** O presente trabalho foi proposto com objetivo de avaliar o efeito da inclusão de
6 complexo enzimático em dietas à base de milho e farelo de soja, sobre a energia
7 metabolizável, produção de calor, desempenho zootécnico, morfometria intestinal,
8 rendimento de carcaça e cortes comerciais de frangos de corte no período de 22 a 42 dias.
9 Foi realizado ensaio de metabolismo e desempenho, ambos com mesmas dietas. O
10 delineamento foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (Controle Positivo (CP),
11 CP com complexo enzimático (CE), Controle Negativo (CN) e CN com CE), 8 repetições
12 de 4 (metabolismo) e 15 (desempenho) aves cada. Utilizou o método de coleta total de
13 excretas para determinar a energia metabolizável. Foram sacrificadas uma ave de cada
14 parcela para análise de produção de calor e histomorfometria intestinal aos 33 dias. O
15 desempenho zootécnico foi avaliado ao alojamento, aos 33 e 42 dias de idade. Não foram
16 observados efeitos ($p>0,05$) para energia metabolizável e produção de calor ao incluir
17 enzimas às dietas. O rendimento de carcaça foi avaliado aos 42 dias. Não foi observado
18 efeito ($p>0,05$) dos tratamentos sobre o desempenho, rendimento de carcaça. As enzimas
19 ocasionaram aumento da largura de cripta no duodeno, as demais variáveis de duodeno,
20 jejuno e íleo não foram influenciadas. Enzimas em dietas sem redução energética não é
21 economicamente viável no período de 21 a 42 dias de idade.

22 **Palavras-chave:** enzimas, farelo de soja, histomorfometria, milho, nutrição

23
24 **Abstract-** The objective of this work was to evaluate the effect of the inclusion of enzyme
25 complex in diets based on corn and soybean meal on metabolizable energy, heat

26 production, zootechnical performance, intestinal morphometry, carcass yield and
27 commercial cuts of chickens Of cut in the period of 22 to 42 days. Metabolism and
28 performance tests were performed, both with the same diets. The experimental design was
29 a completely randomized design with 4 treatments (Positive Control (CP), CP with
30 enzymatic complex (EC), Negative Control (CN) and CN with CE), 8 replicates of 4
31 (metabolism) and 15 (performance). She used the total excreta collection method to
32 determine the metabolizable energy. One bird from each plot was sacrificed for analysis of
33 heat production and intestinal histomorphometry at 33 days. Zootechnical performance
34 was evaluated at the lodging, at 33 and 42 days of age. No effects ($p > 0.05$) were observed
35 for metabolizable energy and heat production by including enzymes in the diets. The
36 carcass yield was evaluated at 42 days. No effect ($p > 0.05$) of treatments on performance,
37 carcass yield was observed. Enzymes caused an increase in the crypt width in the
38 duodenum, the other variables of duodenum, jejunum and ileum were not influenced.
39 Enzymes in diets without energy reduction are not economically feasible in the period
40 from 21 to 42 days of age.

41 **Key words:** corn, enzymes, histomorphometry, nutrition, soybean meal,

42

43

INTRODUÇÃO

44 Vários complexos enzimáticos estão disponíveis no mercado destinados à utilização
45 na alimentação de frangos de corte em dietas à base de milho e farelo de soja
46 (FERNANDES et al., 2010) visando redução dos custos com a produção. O milho e o
47 farelo de soja são os principais ingredientes utilizados na alimentação das aves, mas apesar
48 de não apresentarem níveis elevados de polissacarídeos não amiláceos (PNA's), a
49 suplementação de complexos enzimáticos na alimentação destes animais com intensão de

50 degradar os fatores antinutricionais e realizar outras atividades enzimáticas têm
51 demonstrado melhoras no desempenho dos animais (SOUZA et al., 2008).

52 Considerados ingredientes de alta digestibilidade, o milho e o farelo de soja, ainda
53 contém em média 8,10% e 30,30% de PNA's insolúveis como os arabinosilanos, a pectina
54 e β -glucanos e a rafinose e estaquiose, respectivamente (TAVERNARI et al., 2008; LEITE
55 et al., 2011). E, a presença dos solúveis no lúmen intestinal aumenta a viscosidade da
56 digesta, formando polímeros ou géis com a água, comprometendo a digestão e absorção
57 dos nutrientes, por dificultar a ação das enzimas digestivas e a difusão das substâncias
58 relacionadas com a digestão e absorção (OPALINSKI et al., 2010).

59 Assim, adição de enzimas exógenas torna necessária para que haja um melhor
60 aproveitamento destes ingredientes pelas aves como exemplo as polissacaridasas capazes
61 de hidrolisar os PNA's (DOURADO et al., 2014). E, conseqüentemente melhorara as
62 características de desempenho das aves. Haja visto, que pesquisas realizadas com diversas
63 combinações de enzimas em dietas a base de milho e farelo de soja em busca de efeitos
64 positivos como melhor conversão alimentar, ganho de peso (CARVALHO et al., 2009) e
65 peso corporal de aves (BARBOSA et al., 2012). E muitos desses resultados positivos
66 podem estar relacionados à utilização de carbohidrases em dietas que proporcionam redução
67 na viscosidade, pois a ação enzimática sobre o conteúdo intestinal se torna mais eficiente,
68 ocasionando melhora na capacidade de digestão dos nutrientes, além de aumentar a
69 velocidade de trânsito intestinal, e reduzir a umidade das excretas, o que proporciona
70 melhor qualidade da cama de frango (OPALINSKI et al., 2010). Assim, a utilização de
71 aditivos como complexos enzimáticos tem estado em evidência a fim de melhorar o
72 desempenho das aves alimentadas com dietas contendo milho e farelo de soja e,
73 possivelmente, reduzir o custo final das rações.

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

79

80

MATERIAL E MÉTODOS

81 A pesquisa de campo foi conduzida no Setor de Avicultura e as análises laboratoriais
82 realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, pertencentes ao *Campus* Professora
83 Cinobelina Elvas – CPCE em Bom Jesus-PI e, no laboratório do Departamento de
84 Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí. A pesquisa
85 foi analisada pelo Comitê de Ética em Experimentação com Animais n°. 078/12-
86 CEEA/UFPI da Universidade Federal do Piauí. Durante todo o período experimental, por
87 meio de termo-higrômetro, foram registradas as temperaturas de 38, 4°C e 25,2°C e,
88 umidade relativa de 74,5% e 28,9% máxima e mínima, respectivamente.

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

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

97 Para ambos os ensaios os tratamentos consistiram de: T1- Controle positivo (CP)
98 atendendo as exigências nutricionais; T2- CP com 200g/ton de complexo enzimático; T3-

99 Controle negativo (CN) com redução de 75 kcal/kg de energia metabolizável aparente
100 (EMA) e T4-CN com redução de 75 kcal/kg de EMA. As dietas experimentais (Tabela 1)
101 foram formuladas à base de milho e farelo de soja, para atender as exigências de frangos de
102 corte, machos de desempenho médio no período de 21 a 33 e 34 a 42 dias de idade, de
103 acordo com Rostagno et al. (2011), exceto para energia, que foi reduzida 75kcal nas dietas
104 controle negativo. A inclusão do complexo enzimático (α - Galactosidase, amilase, β -
105 Mananase, α -glucanase, protease e xilanase), foi realizado de acordo com recomendações
106 do fabricante, sendo 200g/t da ração em substituição ao material inerte.

107 Os animais chegaram ao galpão vacinados contra as doenças de Bouba aviária,
108 Gumboro e Marek. Estes permaneceram em galpão convencional até aos 21 dias de idade
109 recebendo ração para atender suas exigências nutricionais. A ração e água foram
110 fornecidas *ad libitum*. Utilizou-se de 24 horas de luz seguindo as especificações do manual
111 da linhagem até aos 42 dias.

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

115 A metodologia utilizada foi a de coleta total de excretas (SAKOMURA;
116 ROSTAGNO, 2016), sendo cinco dias de adaptação das aves às instalações e dietas
117 experimentais e quatro dias de coleta total de excretas. As excretas de cada parcela foram
118 coletadas em intervalos de 12 horas (no início e final do dia). No período de coleta, foi
119 contabilizado o consumo de ração pela diferença entre a ração fornecida e as sobras
120 (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

121

122

123

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

Ingredientes	Dietas							
	22 a 33				34 a 42			
	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	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
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

126 ¹Composição por kg do produto: ácido fólico – 55mg; biotina- 6mg; Virginiamicina – 2.000mg; vit. A –
 127 750.000 UI; vit. B1 – 100mg; vit. B12 1.400mcg; vit. B2 – 550mg; vit. B6 - 180mg; vit. D3 – 250.000UI;
 128 vit.E, 1.500UI; vit. K 3 – 100 mg; niacina – 4.000 mg; nicarbazina -12,5g; Pantotenato de cálcio – 1.000mg;
 129 Cloreto de colina – 32g;Metionina- 190g; se- 25mg; fe 3.500mg; mn – 7.200mg; cu -8.000 mg; I – 140mg;
 130 zn- 5.000mg. ²CP: Controle positivo; CN: Controle negativo; ³CE: Complexo enzimático.

131 Após as coletas, as excretas foram acondicionadas, identificadas e mantidas em
132 *freezer* sob a temperatura de -20°C até a realização da última coleta. Concluída as coletas,
133 as excretas foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas e retiradas
134 alíquotas de 200g cada e, submetidas à pré-secagem em estufa com circulação e renovação
135 de ar (TECNAL, TE-394/3) em temperatura de 55°C durante 72 horas. Passado esse
136 período, as amostras de excretas e dietas experimentais da fase correspondente, foram
137 pesadas, trituradas em moinho tipo faca e, em seguida submetidas a análises laboratoriais,
138 determinação de matéria seca, nitrogênio e energia bruta (bomba calorimétrica 1281,
139 PARR, CALORIMETER) de acordo com (SILVA; QUEIROZ, 2002).

140 Após a realização das análises laboratoriais das dietas e excretas, foram calculados os
141 valores de EMA e EMAn utilizando-se equações propostas por Matterson et al. (1965)
142 citadas por Sakomura e Rostagno (2016).

143 A produção de calor foi determinada pela diferença ente a ingestão de energia
144 metabolizável a e a energia retida, sendo utilizados os dados do ensaio de digestibilidade e
145 de desempenho segundo fórmulas descritas por Sakomura e Rostagno (2016). A
146 determinação da energia retida se deu por abate comparativo, ambos para analisar a
147 composição corporal das aves. No abate inicial (aos 21 dias) foi retirado um grupo de 12
148 animais, já o abate final (aos 33 dias) foi retirado dois animais de cada parcela
149 experimental com peso semelhante ao peso médio da parcela.

150 Para o processamento das aves, as mesmas foram pesadas, colocadas em recipientes
151 específicos na autoclave, submetida a uma temperatura de 127°C e uma pressão de 1 atm,
152 de acordo com procedimento descrito por Mendonça et al. (2008). Após este
153 procedimento, foram retiradas alíquotas de 200g para posterior análises bromatológicas de
154 acordo com Silva e Queiroz (2002).

155 Para o ensaio de desempenho foram utilizadas 480 aves de corte machos, da
156 linhagem Cobb com 21 dias de idade, distribuídas em quatro tratamentos, com oito
157 repetições contendo quinze aves cada, distribuídas em delineamento inteiramente
158 casualizado.

159 Do primeiro ao vigésimo primeiro dia os animais permaneceram em galpão
160 convencional recebendo água e ração para atender suas exigências nutricionais à vontade.
161 Aos 21 dias de idade aves foram pesadas e distribuídas de acordo com o peso médio em
162 boxes medindo 2m², com piso coberto com casca de arroz, equipados com bebedouro
163 pendular e comedouro tubular semi automáticos.

164 O desempenho zootécnico (peso vivo, ganho em peso, consumo de ração e conversão
165 alimentar) foi avaliado ao alojamento, aos 33 e 42 dias de idade. As datas e números de
166 mortalidades foram registradas, para correções de consumo de ração e ganho de peso da
167 fase (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

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

173 Foram obtidos cortes com espessura de 3,5µm utilizando micrótomo rotativo
174 semiautomático (HU et al., 2012), os mesmos foram corados com hematoxilina e eosina
175 (HE) e montadas utilizando verniz vitral incolor. As análises histológicas foram obtidas
176 por microscópio óptico Trinocular (Nova Optical Systems), com câmera digital
177 TOUPCAM (4 Megapixels) acoplada. Utilizou o software ToupView® 3.7 para as
178 mensurações da altura e largura das vilosidades, altura e largura das criptas, espessura de
179 parede, e, a partir dos dados de altura de vilo e cripta determinou a relação vilo/cripta.

180 Mensurou-se aproximadamente 10 vilos, 10 criptas e 10 áreas de parede (SOUSA et al.,
181 2015).

182 Aos 42 dias de idade, para o rendimento de carcaça e seus respectivos cortes, duas
183 aves por parcela foram submetidas em jejum alimentar de 6h e abatidas através de
184 deslocamento cervical e posterior sangria, escaldagem, depenamento e evisceração, sendo
185 este realizado no abatedouro experimental pertencente ao Colégio Técnico de Bom Jesus-
186 PI/UFPI.

187 Para o cálculo do rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça
188 eviscerada (sem os pés, cabeça e gordura abdominal), em relação ao peso vivo das aves em
189 jejum, pesadas individualmente antes do abate. O rendimento dos cortes nobres (peito,
190 coxa, sobrecoxa, asa) e gordura abdominal foram realizados pela relação dos pesos dos
191 mesmos e o peso da carcaça. A gordura abdominal foi definida pela gordura presente ao
192 redor da cloaca, bursa de fábricius, da moela, do pró-ventrículo e dos músculos abdominais
193 adjacentes em relação com a carcaça eviscerada (FREITAS et al., 2013).

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

$$197 \quad 1) \quad Y_i = \frac{(Q_i \times P_i)}{G_i}$$

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

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

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

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

$$204 \quad 2) \quad IEE = \frac{(MCEI) \times 100}{CTe_i}$$

205 3) $IC = \frac{(CTei) \times 100}{MCei}$

206 Onde: $MCei$ = Menor custo da ração por quilograma ganho observado entre
207 tratamentos;

208 $CTei$ = Custo do tratamento i considerado.

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

213

214 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

215 Os valores de energia metabolizável não apresentaram efeito estatístico significativo
216 ($p > 0,05$) para os tratamentos estudados (Tabela 2), constando que a inclusão de 200g/ton
217 de complexo enzimático (α - Galactosidase, amilase, β -Mananase, α -glucanase, protease e
218 xilanase), em dietas para frango de corte no período de 22 a 28 dias de idade não
219 proporciona efeitos sobre o metabolismo energético, visto que as aves tratadas com dietas
220 com redução da exigência energética de 75 kcal de EM/kg de ração (CN), apresentaram
221 resultados estatisticamente semelhantes às aves alimentadas com dieta atendendo suas
222 exigências energéticas (CP).

223 As enzimas são eficientes catalisadores biológicos, seu uso possibilita melhorar a
224 digestibilidade dos alimentos, o que favorece o aproveitamento dos nutrientes como
225 fósforo, cálcio, aminoácidos e energia, refletindo na melhor eficiência produtiva
226 (BARBOSA et al., 2014). No entanto, a diferença quanto a presença de substratos, a
227 composição dos ingredientes, bem como às diferenças nas atividades enzimáticas em cada
228 ingrediente, podem apresentar resultados controversos aos muitos encontrados na literatura
229 (FERNANDES et al., 2017), aos que seriam de respostas positivas ao uso destes aditivos

230 na dieta dos animais. Como a melhorar na eficiência energética pelas aves quando
 231 alimentadas com dietas à base de milho e farelo de soja e inclusão enzimáticas (ZHOU et
 232 al., 2009).

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

Tratamentos	Variável				
	(Kcal/kg)				(kcal/kg ^{0,75} /dia)
	EMA/MS	EMA/MN	EMAn/MS	EMAn/MN	PC
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	0,7917	0,5739	0,7916	0,5737	0,7923
CV	8,55	8,55	8,55	8,58	10,33

236 Teste de SNK ($p>0,05$); CV: Coeficiente de variação; CP: Controle positivo; CN: controle negativo; CE:
 237 Complexo enzimático; PC: Produção de calor.

238

239 No entanto, a ocorrência de otimização dos resultados com aves alimentadas com
 240 enzimas exógenas é necessário um maior entendimento sobre a quantidade e composição
 241 dos PNA's presentes nos ingredientes, visto que as enzimas exógenas atuam sobre
 242 substratos específicos (FERNANDES et al., 2017). Estas enzimas expressam otimização
 243 em hidrolisar os PNAs insolúveis, melhorando a disponibilidade de energia metabolizável
 244 (KIARIE et al., 2014; FERNANDES et al., 2017), a deposição de energia bruta e energia
 245 metabolizável corrigida para balanço de nitrogênio (AMERAH et al., 2016). Contudo,
 246 o uso do complexo enzimático neste estudo não proporcionou alterações nos resultados de
 247 energia, bem como na produção de calor.

248 A produção de calor não foi influenciada ($p>0,05$) pelo uso do complexo enzimático
 249 em dietas à base de milho e farelo de soja na alimentação de frangos de corte no período de
 250 22 a 33 dias de idade (Tabela 2). Isso mostra valores de produção de calor equivalentes das
 251 aves em relação aos tratamentos mesmo reduzindo 75 kcal de energia metabolizável e
 252 incluindo 200g/ton de complexo enzimático às dietas, podendo este valor ter sido

253 insignificativo para promover modificações metabólicas diferenciadas nesta fase. Visto
254 que, a produção de calor é a perda de energia realizada pela ave durante seus processos
255 metabólicos como a digestão, absorção e metabolismos dos nutrientes, sendo estes
256 responsáveis pelo o aumento e/ou perdas de produção de calor pela ave (SAKOMURA;
257 ROSTAGNO, 2016).

258 Autores como Sorbara et al. (2009), justificam que a ausência de respostas positivas
259 ao uso de enzimas exógena isoladas, e/ou complexos enzimáticos ou mesmo a
260 inconsistência de resultados, pode ser causada por fatores como a valorização nutricional
261 incorreta e/ou incoerente da enzima utilizada e principalmente pela qualidade e
262 composição dos nutrientes da dieta. Apesar de que a matriz nutricional de uma enzima é a
263 quantidade de nutrientes que uma dose pré-determinada de enzima pode fornecer ao
264 animal, determinados por ensaios experimentais (DOURADO et al., 2014).

265 Os valores médios de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão
266 alimentar (CA), referentes aos períodos de 22 a 33; 34 a 42 e 22 a 42 dias encontram-se na
267 Tabela 3. Não houve nenhum efeito significativo do uso do complexo enzimático (α -
268 Galactosidase, amilase, β -Mananase, α -glucanase, protease e xilanase) sobre as variáveis
269 de desempenho zootécnico nos períodos estudados, não contribuindo de forma
270 significativa a proporcionar melhoras nas características de desempenho das aves tabela 3.
271 Por outro lado, observa-se que as aves alimentadas com redução de energia de 75 kcal
272 (CN), apresentaram desempenho semelhante aos demais tratamentos com valor.

273 Os achados deste estudo corroboram com os observados por Pucci et al. (2010), que
274 não encontraram efeitos de complexo enzimático sobre o desempenho zootécnico de
275 frangos de corte no período de 22 a 42 dias.

276

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

Tratamentos ¹	Variáveis		
	GP	CR	CA
22 a 33 dias			
CP	715,63	1178,75	1,67
CP+CE	652,83	1108,33	1,70
CN	689,13	1145,00	1,68
CP+CN	680,00	1148,00	1,69
Probabilidade	0,135	0,146	0,678
CV ²	7,53	5,11	2,52
34 a 42 dias			
CP	633,00	1283,57	2,05
CP+CE	611,50	1174,38	1,99
CN	592,43	1287,63	2,24
CP+CN	588,50	1258,75	2,12
Probabilidade	0,528	0,074	0,092
CV ²	10,12	7,35	9,16
22 a 42 dias			
CP	1323,25	2414,00	1,83
CP+CE	1264,50	2282,88	1,81
CN	1294,29	2432,50	1,92
CP+CN	1273,43	2391,43	1,89
Probabilidade	0,720	0,161	0,127
CV ²	8,47	5,84	5,51

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

282 Outros autores confirmam que os usos de complexos enzimáticos em dietas para
 283 frangos de corte não interferem nas variáveis de desempenho como, consumo de ração
 284 (CARDOSO et al., 2011), conversão alimentar (OPALINSKI et al., 2010), estes autores
 285 justificam que a enzima podem não ter sido eficiente mesmo com redução do valor
 286 energético, ou rações suplementadas com complexos e redução de energia pode ter
 287 apresentado possíveis atuações desses produtos sobre os ingredientes do milho e farelo de
 288 soja.

289 Teoricamente ao utilizar enzimas em dietas *ad libitum*, os efeitos das mesmas
 290 podem ser mascarados, devido ao excesso de nutrientes disponíveis a partir da dieta. Desta

291 forma, não se consegue identificar diferença do ganho de peso oriundo dos nutrientes da
292 dieta fornecidos pela ação enzimática (MOURA et al., 2012), o que provavelmente pode
293 justificar os resultados deste estudo, visto que, a redução do valor energético adotada nos
294 tratamentos (CN e CN+CE) desta pesquisa possa ser imperceptível sobre o desempenho
295 principalmente do ponto de vista estatístico.

296 Resultados que contradizem aos deste estudo como melhora na digestibilidade
297 (TANG et al., 2014; SOUZA et al., 2008), maior disponibilidade de energia metabolizável
298 (LU et al., 2013), aumenta ganho de peso (CARVALO et al., 2009), melhor conversão
299 alimentar (PASQUALI et al., 2017; PUCCI et al., 2010) e melhora no desempenho das
300 aves (BARBOSA et al., 2012; JIA et al., 2008; LEITE et al., 2008) foram encontrados
301 quando estes autores estudaram a adição de complexos enzimáticos em dietas à base de
302 milho e farelo de soja para frangos de corte em diferentes períodos em estudo.

303 Observando os resultados e comparando aos tratamentos, o desempenho das aves
304 alimentadas com dietas CP sem enzimas foi superiores aos demais, inclusive o CP com
305 enzimas (Tabela 3). E, as dietas com redução de 75kcal de energia (CN) se igualaram às
306 dietas com níveis nutricionais adequados (CP). Assim, estes resultados talvez tenham
307 relação ao não fornecimento de dietas com enzimas nas primeiras fases de criação (1 a 21
308 dias).

309 Os resultados das pesquisas científicas utilizando complexos enzimáticos são
310 bastante conflitantes. Tais contradições podem ser justificadas pelo fato dos trabalhos
311 serem realizados utilizando-se diferentes complexos enzimáticos e em diferentes
312 concentrações, bem como enzimas com matriz nutricionais diferenciadas e, desta forma a
313 eficácia dos produtos testados é estritamente dependente da quantidade e características de
314 cada enzima que compõe estes complexos que por sua vez são utilizados na elaboração das
315 dietas. Outros fatores como os diferentes substratos, a composição dos ingredientes bem

316 como as diferentes atividades enzimáticas sobre cada produto (FERNANDES et al., 2017).
 317 Por outro lado, Fortes et al. (2012) justificam que a adição de enzimas exógenas em rações
 318 avícolas pode ser direcionada a períodos específicos, pois são mais eficazes nos períodos
 319 iniciais da vida destes animais, o que provavelmente passa ter influenciado nos resultados
 320 desta pesquisa já que o estudo foi realizado a partir dos 21 dias de idade.

321 Dentre as análises de morfometria intestinal de frangos de corte, apenas a largura de
 322 cripta do duodeno apresentou efeito significativos ($p < 0,0158$) entre os tratamentos (Tabela
 323 4).

324 Tabela 4. Efeito de complexo enzimático (CE) sobre as variáveis histomorfométricas do
 325 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(%) ³	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

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

330 Observou que a inclusão de complexo enzimático em dietas a base de milho e farelo
331 de soja causou maior largura de cripta em frangos de corte aos 33 dias de idade, chegando
332 a acrescentar 6,2 μ m e 5,3 μ m nas aves alimentadas com dietas controle positivo (CP)
333 controle negativo (CN) com complexo enzimático em relação as dietas que não tinham
334 complexo enzimático, respectivamente.

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

339 As modificações de largura de criptas neste experimento podem ter ocorrido em
340 razão da necessidade funcional da mucosa quanto à presença das enzimas na dieta, visto
341 que enzimas estimulam a mucosa às atividades digestivas dos alimentos no trato intestinal
342 (OLIVEIRA et al., 2009). A menor largura de cripta em dietas sem suplementação
343 enzimática pode estar associada a menor taxa de proliferação celular.

344 Não houve nenhuma diferença estatística significativa entre as variáveis, altura e
345 largura de vilo, altura e largura de cripta, espessura da parede e relação vilo/cripta do
346 jejuno e do íleo, indicando que a presença das enzimas às dietas para frangos de corte não
347 causou estímulos à mucosa intestinal que pudessem causar alterações das estruturas da
348 mesma (Tabelas 4) aos 33 dias de idade. Estes resultados corroboram com os achados por
349 Sousa (2016), para morfometria de jejuno, que não foram afetadas pelo uso de complexo
350 enzimático.

351 Apesar de não ter ocorrido efeitos do complexo sobre as regiões de jejuno e íleo, é
352 constatado que, o uso de complexos enzimáticos aumenta a área de absorção do jejuno de
353 frangos de corte Oliveira et al. (2008), pois as enzimas presentes no trato digestório atuam
354 sobre os substratos reduzindo a quantidade dos mesmos, que seriam alimentos para as

355 bactérias patogênicas presentes na mucosa intestinal, assim, há uma melhora no
 356 desenvolvimento da mucosa intestinal, visto que essas bactérias podem provocar danos à
 357 mesma (OLIVEIRA et al., 2009).

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

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

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

Tratamento ¹	Variáveis					
	RC	RP	RCX	RSC	RA	RGA
CP	71,58±1,6	34,95±1,5	14,06±0,7	17,03±0,8	10,83±0,3	1,58±0,2
CP+CE	70,76±1,4	35,38±0,6	14,31±0,4	16,00±0,8	11,29±0,4	1,27±0,5
CN	71,24±1,4	35,62±1,0	14,13±0,7	16,42±0,7	11,02±0,5	1,58±0,5
CN+CE	71,40±1,2	34,89±0,8	14,66±0,7	16,25±0,7	11,32±0,4	1,23±0,2
Prob.	0,6333	0,6684	0,3259	0,0943	0,1004	0,0625
CV	1,84	1,87	4,76	4,94	3,93	30,28

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

372

373 Em relação às características de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas
 374 suplementadas ou não com 200g/ton de complexo enzimático, pode-se verificar que, não
 375 houve nenhum efeito significativo do rendimento de carcaça, de cortes e gordura
 376 abdominal das aves em comparação às aves alimentadas com a dieta controle (CP).
 377 Observando-se que o diferencial energético das dietas com redução de 75 Kcal de energia
 378 metabolizável, com e sem complexos enzimáticos, foi eficiente e não interferiu nos

379 rendimentos de carcaça, cortes e porcentagem de gordura abdominal das aves até os 42
380 dias de idade.

381 Resultados semelhantes foram encontrados por Cardoso et al. (2011) que, ao
382 avaliarem os efeitos da suplementação individual ou conjunta de enzimas (xilanase,
383 pectinase e β -glucanase) em formulações de dietas para frangos de corte, não observaram
384 efeito significativo no rendimento de carcaça e de seus diversos cortes. Eles atribuem a
385 ausência de resposta significativa à dosagem do complexo enzimático e a quantidade de
386 substrato disponível na dieta por ser à base de milho e soja, assim apresentar baixa
387 disponibilidade de substrato para atuação enzimática.

388 Carvalho et al. (2009) e Souza et al. (2008) estudando a inclusão de complexos
389 enzimáticos (amilase e beta-glucanase) e (α -galactosidase, galactomanase, xilanase e β -
390 glucanase) em dietas a base de milho e farelo de soja, não observaram efeitos dos mesmos
391 sobre o rendimento de carcaça e cortes comerciais de frangos de corte aos 42 dias de idade,
392 corroborando com os resultados desta pesquisa. Entretanto, Neto et al. (2012)
393 demonstraram que a suplementação enzimática reduz a gordura abdominal de frangos de
394 corte, justificando que, possivelmente por disponibilizarem mais nutrientes para a síntese
395 muscular, sem desaminar aminoácidos para fornecer energia. Já Souza et al. (2008)
396 verificaram aumento da gordura abdominal de aves suplementadas com enzimas exógenas
397 em dietas a base de milho e farelo de soja.

398 Contudo, Fernandes et al. (2017) relata que para registro de otimização de resultados
399 com aves alimentadas com enzimas é necessário um maior entendimento sobre a
400 quantidade e composição dos PNA's presentes nos ingredientes, visto que as enzimas
401 exógenas atuam sobre substratos específicos. Já que a utilização de enzimas exógenas em
402 dietas de aves tem finalidade de aumentar a digestibilidade e disponibilizar mais nutrientes
403 (NETO et al., 2012) o que aponta melhora do desempenho dos animais.

404 Houve efeitos significativos ($p < 0,05$) das dietas sobre as variáveis de viabilidade
 405 econômica analisadas no período de 22 a 42 dias de idade (Tabela 6). Observou-se que, os
 406 valores mais elevados dos custos com as dietas foram registrados na dieta atendendo as
 407 exigências nutricionais (CP) para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

408 A adição de complexo enzimático em dietas com níveis nutricionais atendendo às
 409 exigências (CP+CE) dos animais proporcionou aumento do custo médio da ração (0,13
 410 R\$), redução do índice de eficiência econômica (3,5%) e índice de custo de (6,3%), isso
 411 em comparação à dieta controle positivo (CP). É possível perceber que, mesmo as dietas
 412 com redução do valor energético com ou sem a inclusão do complexo enzimático, há
 413 redução dos custos da ração em comparação a dieta CP no período de 22 e 42 dias de
 414 idade.

415 Tabela 6. Viabilidade econômica em dietas à base de milho e farelo de soja com complexo
 416 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

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

421 Ao observarmos esses resultados, não seria economicamente viável o uso de deste
 422 complexo enzimático em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte,
 423 quando não se faz redução dos níveis energéticos da dieta neste período. Visto que,
 424 proporciona redução considerável da eficiência econômica neste tratamento, além de não
 425 ter observado efeitos dos tratamentos sobre o desempenho dos animais neste mesmo
 426 período.

427

428

429 **CONCLUSÕES**

430 O uso de complexo enzimático em dietas a base de milho e soja não altera o
431 desempenho zootécnico e rendimento de carcaça de frangos de corte no período de 22 a 42
432 dias de idade.

433 A inclusão de complexo enzimático mantém o valor de energia metabolizável e
434 produção de calor das aves semelhantes aos tratamentos sem enzima, entretanto aumenta a
435 largura de cripta no duodeno de frangos de corte aos 33 dias de idade. O uso de complexo
436 enzimático em dietas atendendo a exigência energética não é economicamente viável à
437 produção de frangos de corte no período de 22 a 42 dias.

438

439 **REFERENCIAS**

440 AMERAH, A. M. *et al.* Effect of exogenous xylanase, amylase, and protease as single or
441 combined activities on nutrient digestibility and growth performance of broilers fed
442 corn/soy diets. **Poultry Science**. V.0, p.1–10, 2016.

443 BARBOSA, H.P. *et al.* Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento
444 e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.21, p-827-837, 1992.

445 BARBOSA, N.A. *et al.* Digestibilidade ileal de frangos de corte alimentados com dietas
446 suplementadas com enzimas exógenas. **Comunicata Scientiae**, V. 5, n.4, p.361-369, 2014.

447 BARBOSA, N.A.A. *et al.* Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho.
448 **Ciência Rural**, v.42, n.8, p.1497-1502, 2012.

449 BELLAVAR C. *et al.* Radícula de malte na alimentação de suínos em 352 crescimento e
450 terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.20, p.969-974, 1985.

451 CARDOSO, D.M. *et al.* Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de
452 corte. **Archivo de Zootecnia**, v.60 n.232, p.1053-1064, 2011.

- 453 CARVALHO, J. C. C. *et al.* Desempenho e características de carcaça de frangos de corte
454 alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos
455 enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.2, p.292-298, 2009.
- 456 DOURADO, L.R.B.; BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K. Enzimas na nutrição de
457 monogástricos. In: SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES,
458 J.B.K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. 1º ed. São Paulo, Funep, 2014,
459 p.360-371.
- 460 FERNANDES¹, J. I. M. *et al.* Efeito da adição de enzimas em dietas a base de milho e soja
461 para frangos de corte. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** v. 13, n. 1, p. 25-31, 2010.
- 462 FERNANDES, J.I.M. *et al.* Desempenho produtivo de frangos de corte e utilização de
463 energia e nutrientes de dietas iniciais com milho classificado ou não e suplementadas com
464 complexo enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 69,
465 n.1, p.181-190, 2017.
- 466 FERNANDES, J.I.M. *et al.* Dietas pós-eclosão suplementadas com fontes de gordura e
467 acrescidas de taurina e glicina sobre a morfometria intestinal e o desempenho de frangos de
468 corte de um a 21 dias. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.1,
469 p.198-204, 2017.
- 470 FORTES, B.D.A. *et al.* Avaliação de programas nutricionais com a utilização de
471 carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, vol.13,
472 n.1, p. 24-32, 2012.
- 473 FREITAS, E.R. *et al.* Substituição do farelo de soja por levedura de cana-de-açúcar em
474 rações para frangos de corte **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 174-183, 2013.
- 475 HU, C. H. *et al.* Effects of montmorillonite–zinc oxide hybrid on performance, diarrhea,
476 intestinal permeability and morphology of weanling pigs. **Animal Feed Science and**
477 **Technology**, v.177:108-115, 2012.

- 478 JIA, W. *et al.* Effects of diet type and enzyme addition on growth performance and gut
479 health of broiler chickens during subclinical *Clostridium perfringens* challenge. **Poultry**
480 **science**, v. 88, p. 2005–2014, 2008.
- 481 KIARIE, E.; ROMERO, L.F.; RAVINDRAN, V. Growth performance, nutrient utilization,
482 and digesta characteristics in broiler chickens fed corn or wheat diets without or with
483 supplemental xylanase. **Poultry Science**, V.93, p.1186–1196, 2014.
- 484 LEITE, J.L.B. *et al.* Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo
485 ou milho e complexo enzimático. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.46, n.3,
486 p.280-286, mar. 2011.
- 487 LEITE, J.L.B. *et al.* Efeito da adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e
488 aproveitamento de energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias idade. **Revista**
489 **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1292-1298, 2008.
- 490 LU, H. *et al.* Impact of exogenous carbohydrases and phytase on growth performance and
491 nutrient digestibility in broilers. **Canady Journal Animal Science**, v.93, p.243-249, 2013.
- 492 MALATHI, V.; DEVEGOWDA, G. *In vitro* evaluation of nonstarch polysaccharide
493 digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science**, v.80, p.302-305, 2001.
- 494 MENDONÇA, M. O. *et al.* Níveis de energia metabolizável para machos de corte de
495 crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37,
496 n.8, p.1433-1440, 2008.
- 497 MOURA, G.S. *et al.* Effects of enzyme complex SSF (solid state fermentation) in pellet
498 diets for Nile tilapia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.10, p.2139-2143, 2012.
- 499 NETO, R.M.; CECCANTINI, M.L.; FERNANDES, J.I. Productive Performance,
500 intestinal morphology and carcass yield of fed conventional and alternative diets
501 containing commercial enzymatic complex. **Journal Poultry Science**. V.11, p. 505-516,
502 2012.

- 503 OLIVEIRA, M. C. *et al.* Morfometria do intestino delgado de frangos tratados com dietas
504 adicionadas de mananoligossacarídeo e complexo enzimático. **Revista Biotemas**, v. 21, p.
505 135-142, 2008.
- 506 OLIVEIRA, M.C. *et al.* Mananoligossacarídeos e complexo enzimático em dietas para
507 frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.38, p.879-886, 2009.
- 508 OPALINSKI, M. *et al.* Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral
509 desativada sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p. 628-632,
510 2010.
- 511 PASQUALI, G.A.M. *et al.* Performance and economic viability of broiler. **Acta Science**
512 **Animal Science**. vol.39, n.1, 2017.
- 513 PUCCI, L. E. A. *et al.* Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de
514 rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes.
515 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1272-1279, 2010.
- 516 ROSTAGNO, H.S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de**
517 **alimentos e exigências nutricionais**. 3^a ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa,
518 2011, 252 p.
- 519 SAKOMURA, N.K.; H.S. ROSTAGNO. **Métodos de pesquisa em nutrição de**
520 **monogástricos**. 2^a. ed. Jaboticabal, Funep, 2016, p. 262.
- 521 SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System: user's guide. Version 9.1 ed. Cary; 2002.
- 522 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3^a
523 ed. Viçosa: UFV. 2002, p. 235.
- 524 SORBARA, J.O.B. *et al.* Enzymatic programs for broilers. **Brazilian Archives Of Biology**
525 **And Technology**, v.52, p.233-240, 2009.

- 526 SOUSA, R.F. **Enzimas exógenas em dietas com *saccharomyces cerevisiae* íntegra para**
527 **frangos de corte.** 2016. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) *Campus* Professora
528 Cinobelina Elvas, Universidade Federal do Piauí. Bom Jesus. 2016.
- 529 SOUSA, D.C. *et al.* Caracterização morfológica do trato gastrointestinal de frangos de
530 corte da linhagem Cobb 500®. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.35 (Supl.1): p.61-68,
531 2015.
- 532 SOUZA, R. M. *et al.* G. Efeitos da suplementação enzimática e da forma física da ração
533 sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Ciência e**
534 **Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.584-590, 2008.
- 535 TANG, D. *et al.* Effects of maize source and complex enzymes on performance and
536 nutrient utilization of broilers. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 27,
537 p.1755-1762, 2014.
- 538 TAVERNARI, F.C. *et al.* Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves.
539 **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, p.673-689, 2008.
- 540 ZHOU, Y.Z.; JIANG, D. L.; WANG, T. 2009. Improved energyutilizing efficiency by
541 enzyme preparation supplement in broiler diets with different metabolizable energy levels.
542 **Poultry Science**. V.88, p.316–322, 2009.
- 543 ZHU, H.L. *et al.* The effects of enzyme supplementation on performance and digestive
544 parameters of broilers fed corn-soybean diets. **Poultry Science**. v.93, p.1704–1712, 2014.
- 545
- 546
- 547
- 548
- 549

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de enzima mananase em dietas com levedura íntegra pode melhorar o desempenho animal no período de 1 a 21 dias de idade. Entretanto, a inclusão de 7% levedura da cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) nas dietas sem enzima prejudica o desempenho zootécnico e a carcaça de frangos de corte até os 42 dias de idade.

A enzima mananase proporciona aumento da deposição de gordura na carcaça de frangos de corte aos 42 dias alimentados com levedura, ainda que a levedura aumenta os custos com alimentação, tornando o uso de 7% de levedura inviável na alimentação de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade.

É de fundamental importância que mais pesquisas sejam desenvolvidas para buscar alternativas que viabilizem o uso da levedura em dietas nas diferentes fases de criação sem causar prejuízos ao desempenho.

O uso de complexo enzimático em dietas à base de milho e farelo de soja precisa ser mais estudado do ponto de vista da dosagem ou da inclusão do complexo na fase pré inicial e inicial de frangos de corte da linhagem cobb, pois o uso deste complexo não ocasionou alterações na energia metabolizável, produção de calor, desempenho zootécnico, rendimento de carcaça, além de não causar benefícios à mucosa intestinal de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.