



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS “PROF.^a CINOBELINA ELVAS”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ENZIMAS EXÓGENAS EM DIETAS COM *Saccharomyces cerevisiae* ÍNTEGRA PARA FRANGOS DE CORTE

REGINA FIALHO DE SOUSA

Bom Jesus – PI

2016

REGINA FIALHO DE SOUSA

ENZIMAS EXÓGENAS EM DIETAS COM *Saccharomyces cerevisiae* ÍNTEGRA PARA FRANGOS DE CORTE

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

Dissertação apresentada ao *Campus* “Prof^ª. Cinobelina Elvas” da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de Produção Animal (linha de pesquisa Nutrição e Produção de Alimentos), para obtenção do título de Mestre.

Bom Jesus – PI

2016

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Bom Jesus
Serviço de Processamento Técnico

S725e Sousa, Regina Fialho de.

Enzimas exógenas em dietas com *Saccharomyces cerevisiae* íntegra para frangos de corte. / Regina Fialho de Sousa. – 2016.

77 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Prof.^a Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal (Nutrição e Produção de Alimentos), Bom Jesus-Pi, 2016.

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

1. Enzimas exógenas. 2. Complexo enzimático - Inclusão.
3. Cana-de-açúcar - Leveduras. 4. Frangos de corte. I. Título.

CDD 636.508

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS “PROF.^a CINOBELINA ELVAS”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Enzimas exógenas em dietas com *Saccharomyces cerevisiae* íntegra para frangos de corte

Autora: Regina Fialho de Sousa

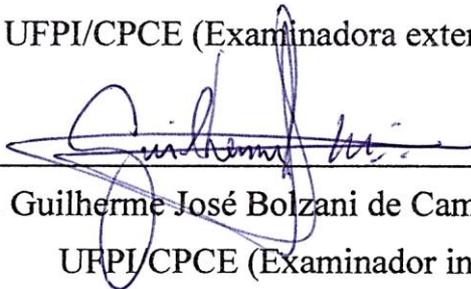
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Leilane Rocha Barros Dourado

Aprovada em: 29 de fevereiro de 2016

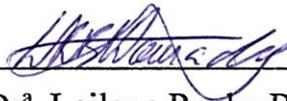
Banca Examinadora:



Prof^a. Dr^a. Larissa Maria Feitosa Gonçalves
UFPI/CPCE (Examinadora externa)



Prof. Dr. Guilherme José Bolzani de Campos Ferreira
UFPI/CPCE (Examinador interno)



Prof^a. Dr^a. Leilane Rocha Barros Dourado
UFPI/CPCE (Orientadora)

Bom Jesus – PI

2016

DEDICO

À Deus

À meu Pai Ludugero (*in memórian*) e minha Mãe Leuzina

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, pela possibilidade de concluir mais essa etapa e por colocar em meu caminho pessoas maravilhosas que me deram suporte quando precisei.

Ao meu querido e amado Pai, Ludugero de Sousa Fonseca (*in memórian*). Apesar de não estar presente nesse momento, estará sempre em minha memória e em meu coração. Sei que ficaria feliz por minha conquista e por levar seus ensinamentos comigo.

À minha Mãezinha Leuzina Fialho de Castro (Minha Rainha). Seu apoio e amor dedicado a mim, me fez encontrar forças para continuar e vencer cada obstáculo nessa caminhada, a Senhora é minha maior motivação para continuar. Te amo!

Aos meus irmãos, pelo apoio, torcida e momentos de descontração dispensados a mim. Obrigada.

A professora Leilane Rocha Barros Dourado. Obrigada por ter ido além dos seus ofícios de orientadora, pelos conversas e conselhos, você que muitas vezes acreditou em mim mais do que eu mesma. Minha eterna gratidão.

Ao professor Guilherme Bolzani. Obrigada pela disponibilidade, apoio, e paciência que dispensou a mim para a realização das análises morfométricas e confecção da dissertação. Me faltam palavras pra agradecê-lo.

A Edna Teles, pelo apoio constante, por me ajudar sempre que precisei. Em nome dos muitos momentos que dividimos no Aviário, na Fábrica de ração e até mesmo fora do ambiente acadêmico, devo grande parte da minha conquista à você. Minha amada Amiga, obrigada.

Ao grupo de estudo em Nutrição de Aves e Suínos (GENPAS). Sem vocês nada disso seria possível, obrigada pela contribuição na execução do experimento e pelo apoio emocional nos momentos difíceis que enfrentamos juntos.

Ao meu namorado Romário Pacheco, pelo amor e compreensão que dedicastes a mim, que mesmo à distância, encontrou formas de estar presente sempre que precisei. Te amo.

A Josy Antevily Osajima a quem tanto admiro. Obrigada por ter despertado em mim a vontade de seguir carreira acadêmica.

Às minhas amigas de longas datas Mirian Lima e Olívia Simôa. Obrigada pelo apoio e palavras de incentivo.

Aos meus amigos da pós graduação, em especial à Sheila, Flávia, Morgana, Luana, Irlana, Ianete, Fabiana, Natilane, Alex, Johnny e Wagner, Carlão, Tiago. Foi muito bom conviver com vocês.

À Universidade Federal do Piauí, Campus Prof^a. Cinobelina Elvas, por todo o suporte concedido a mim para a concretização de minha formação.

Ao seu Sebastião (motorista) pelas caronas gentilmente fornecidas a mim e aos integrantes do grupo GENPAS durante a execução do experimento. Obrigada pela enorme contribuição.

Ao colégio técnico de Bom Jesus-PI, por permitir que desenvolvêssemos esta pesquisa em suas instalações avícolas.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À FAPEPI e ao professor João Batista Lopes pelo financiamento da Pesquisa.

À Reinaldo Kanji Kato pelo auxílio na aquisição das enzimas.

Ao Dorgival (motorista) por nos transportar até a UFPI nas madrugadas de abate dos frangos. Obrigada.

"A mente que se abre para uma nova ideia jamais volta a seu tamanho original."

(Albert Einstein)

BIOGRAFIA

REGINA FIALHO DE SOUSA, filha de Leuzina Fialho de Castro e Ludugero de Sousa Fonseca, nasceu no município de Palmeira do Piauí, Estado do Piauí, no dia 15 de Maio de 1992. Em Agosto de 2009 ingressou no curso de Zootecnia pela Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas - Bom Jesus - PI, concluindo em fevereiro de 2014. Em Março de 2014, ingressou no curso de Pós-graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, na mesma instituição na área de Produção Animal. Em dezembro de 2015 foi aprovada no programa de pós graduação em zootecnia na Universidade Federal do Goiás, nível Doutorado. Em fevereiro de 2016 submeteu-se a defesa da dissertação para a obtenção do título de Mestre.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUÇÃO GERAL	xiv
CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
1 Produção e características da levedura da cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).....	16
2 Levedura íntegra na nutrição animal.....	17
3 Subprodutos da levedura.....	18
4 Enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte.....	20
5 Enzimas exógenas e polissacarídeos não amiláceos.....	22
5.1 Glucanases.....	24
5.2 Galactosidades.....	24
5.3. Galactomananases	25
5.4 Xilanases	25
6 Referências bibliográficas	27
CAPÍTULO 2. COMPLEXO ENZIMÁTICO E <i>Saccharomyces cerevisiae</i> EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE DE 1 A 21 DIAS	34
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	35
INTRODUÇÃO.....	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS.....	58
CAPÍTULO 3. COMPLEXO ENZIMÁTICO E LEVEDURA ÍNTEGRA EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS	62
RESUMO.....	63
ABSTRACT.....	63
INTRODUÇÃO.....	63
MATERIAL E MÉTODOS.....	64
RESULTADOS.....	65
DISCUSSÃO.....	67
CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS.....	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS	77

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPITULO 1	
Tabela 1. Trabalhos publicados com indicação de níveis de inclusão da levedura que não comprometem o desempenho dos animais	18
Tabela 2. Principais enzimas utilizadas em dietas para frangos de corte	21
CAPITULO 2	
Tabela 1. Composição das dietas experimentais para frangos de corte na fase de 1 a 7 dias de idade	39
Tabela 2. Composição das dietas experimentais para frangos de corte na fase de 8 a 21 dias de idade	40
Tabela 3. Efeito dos níveis de levedura da cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) com ou sem adição do complexo enzimático sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte nas fases de 1 a 7 e 1 a 21 dias de idade	45
Tabela 4. Valores relativo de Rendimento de carcaça e cortes (%) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de levedura com e sem adição do complexo enzimático aos 21 dias de idade	50
Tabela 5. Efeito dos níveis de levedura e adição do complexo enzimático sobre as variáveis morfométricas da mucosa duodenal aos 21 dias	52
Tabela 6. Efeito dos níveis de levedura e adição do complexo enzimático sobre as variáveis morfométricas da mucosa jejunal aos 21 dias	54
Tabela 7. Efeito dos níveis de levedura e adição do complexo enzimático sobre as variáveis morfométricas da mucosa ileal aos 21 dias	55
Tabela 8. Viabilidade econômica em dietas com levedura da cana-de-açúcar e complexo enzimático no período de 1 a 21 dias	57
CAPITULO 3	

Tabela 1. Composição das dietas experimentais para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade.	71
Tabela 2. Efeito dos níveis de levedura da cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) com ou sem adição do complexo enzimático sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte nas fases de 22 a 33 e 22 a 42 dias de idade	72
Tabela 3. Valores relativo de rendimento de carcaça e cortes (%) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de levedura com e sem adição do complexo enzimático aos 42 dias de idade	73
Tabela 4. Efeito dos níveis de levedura e adição do complexo enzimático sobre as variáveis morfométricas da mucosa do duodeno aos 42 dias	73
Tabela 5. Valores de desdobramento da largura de cripta (μm) do duodeno aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com levedura da cana de açúcar e suplementadas com complexo enzimático	74
Tabela 6. Efeito dos níveis de levedura e adição do complexo enzimático sobre as variáveis morfométricas da mucosa do jejuno aos 42 dias	74
Tabela 7. Valores de desdobramento de profundidade de cripta (μm) do jejuno aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com levedura da cana de açúcar e suplementadas com complexo enzimático	75
Tabela 8. Efeito dos níveis de levedura e adição do complexo enzimático sobre as variáveis morfométricas da mucosa do íleo aos 42 dia	75
Tabela 9. Viabilidade econômica em dietas com levedura da cana-de-açúcar e complexo enzimático no período de 22 a 42 dias	76

SOUSA, R.F. **Enzimas exógenas em dietas com *Saccharomyces cerevisiae* íntegra para frangos de corte**. 2016.77 f. Dissertação (mestrado)-Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus-PI,2016.

RESUMO GERAL

A levedura da cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) é um alimento proteico, porém, devido à complexidade da parede celular da mesma impede o aproveitamento dos nutrientes pelos animais não ruminantes, sendo necessário estratégias que viabilizem o uso desta em dietas para aves. As enzimas exógenas apresentam potencial para utilização em dietas com levedura, principalmente aquelas que possuem substrato específico na parede celular da mesma. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da inclusão do complexo enzimático (CE), em dietas com levedura de cana-de-açúcar sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça, histomorfometria intestinal e viabilidade econômica das dietas de frangos de corte em dois períodos de criação (1 a 21 e 22 a 42 dias de idade). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3+1, sendo dois níveis de complexo enzimático, (0 e 200g/ton), três níveis de inclusão de levedura (0%, 6% e 12%) e uma dieta controle, com sete tratamentos, cinco repetições e 20 aves por unidade experimental. Foram avaliados as variáveis de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), rendimento de carcaça, histomorfometria do intestino delgado (altura, perímetro e largura de vilo, altura e largura de cripta, espessura da camada muscular intestinal e relação vilo/cripta) e viabilidade econômica das dietas. Na fase de 1 a 7 dias houve aumento ($p < 0,05$) no consumo de ração e conversão alimentar nas dietas com inclusão de levedura, demonstrando efeito linear crescente. Todavia, no período de 1 a 21 dias de idade houve queda no desempenho dos animais que receberam levedura na ração, porém, não foi observado efeito significativo do complexo enzimático. Aos 21 dias observou-se aumento ($p < 0,05$) da parede muscular intestinal no duodeno, e redução na largura da cripta no íleo com a utilização do CE. No nível de 12% de levedura sem o CE, observou-se maior espessura da parede muscular intestinal do jejuno quando comparada ao tratamento controle positivo. Na fase de 22 a 33 dias, o uso de 6% de levedura proporcionou maior consumo de ração e ganho de peso, já no período de 22 a 42 dias não houve efeito significativo para o desempenho, considerando os níveis crescentes da levedura. Nas fases de 22 a 33 e 22 a 42 dias, não foi observado efeito do complexo enzimático sobre as variáveis de desempenho animal. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para os valores relativo de rendimento de carcaça e cortes aos 21 e 42 dias com o uso de levedura, suplementada ou não com o complexo enzimático. Aos 42 dias observou-se que houve interação entre os fatores para largura e profundidade de cripta no duodeno e jejuno respectivamente. A inclusão de levedura aumentou o custo médio das rações nos períodos de 1 a 21 e 22 a 42 dias. Pode-se concluir que, a inclusão de levedura em dietas para frangos de corte de 1 a 21 dias compromete o desempenho dos animais. O uso da levedura e do complexo enzimático não influencia no rendimento de carcaça aos 21 e 42 dias. A adição do complexo enzimático beneficia a mucosa do íleo de 1 a 21 dias. A utilização da levedura e complexo enzimático de 22 a 42 dias não compromete o desempenho. O uso de levedura não é economicamente viável nos níveis de 6 e 12% nos dois períodos de produção.

Palavras-chave: Histomorfometria, polissacarídeos não amiláceos, rendimento de carcaça, viabilidade econômica

SOUSA, R.F. **Exogenous enzymes in diets with *Saccharomyces cerevisiae* full for broilers**. 2016.77 f. Dissertation (Master)-University Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus-PI, 2016.

ABSTRACT

Yeast of sugar cane (*Saccharomyces cerevisiae*) is a protein food, but due to the complexity of the cell wall of the same prevents the use of nutrients by animals other than ruminants, requiring strategies that enable the use of this in the diets of these animals. Exogenous enzymes have potential for use in yeast diets, particularly those with specific substrate in the cell wall thereof. The objective of this study was to evaluate the effect of inclusion of enzymatic complex (EC) in diets with yeast sugarcane on growth performance, carcass yield, intestinal histomorphometry and economic viability of broiler diets in two periods (from 1 to 21 and 22 to 42 days of age). We used a completely randomized design in a 2x3 factorial + 1, two EC levels (0 and 200 g / ton), three yeast inclusion levels (0%, 6% and 12%) and a control diet, with seven treatments, five replicates and 20 birds per experimental unit. We evaluated the performance variables (feed intake, weight gain and feed conversion), carcass yield, histomorphometry of the small intestine (height, circumference and width of villi, height and width of the crypt, thickness of the intestinal muscle layer and relation villi / crypt) and economic viability of diets. From 1 to 7 days increased ($p < 0.05$) in feed intake and feed conversion in diets with yeast inclusion, showing linear increase. However, from 1 to 21 days of age there was a decline in the performance of animals that received yeast in the diet, however, there was no significant effect of enzyme complex. At 21 days there was an increase ($p < 0.05$) muscle of the intestinal wall into the duodenum, and a reduction in the crypt width in the ileum using the EC. At the level of 12% yeast without the EC, there was greater thickness of the intestinal muscular wall of the jejunum when compared to the positive control treatment. In 22-33 days of age, the use of 6% yeast showed higher feed intake and weight gain, as from 22 to 42 days there was no significant effect on the performance, considering the increasing levels of yeast. In phases 22-33 and 22 to 42 days, there was no effect of the enzyme complex on animal performance variables. There was no significant effect ($p > 0.05$) for carcass yield relative values and cuts at 21 and 42 days with the use of yeast, supplemented or not with the enzyme complex. At 42 days it was observed that there was interaction between the factors for width and crypt depth in the duodenum and jejunum respectively. The inclusion of yeast increased the average cost of rations in periods of 1 to 21 and 22 to 42 days. It can be concluded that the inclusion of yeast in diets for broilers from 1 to 21 days compromises the performance of the animals. The use of yeast and enzyme complex does not influence the carcass yield at 21 and 42 days. The addition of the enzyme complex benefits mucosa of ileum from 1 to 21 days. The use of yeast and enzyme complex of 22 to 42 days does not compromise performance. Yeast use is not economically viable levels of 6 and 12% in two periods of production.

Keywords: histomorphometry, non-starch polysaccharides, carcass yield, economic viability

INTRODUÇÃO GERAL

A levedura *Saccharomyces cerevisiae*, é um fungo unicelular proveniente da fermentação anaeróbia do caldo da cana-de-açúcar desponta como uma alternativa à substituição parcial do farelo de soja, apresentando-se como um alimento proteico com cerca de 37,20% de proteína bruta (PB), além de minerais e lipídeos (ROSTAGNO et al., 2011).

Apesar de seu alto valor nutritivo, as aves não possuem enzimas endógenas capazes de degradar a parede celular destes fungos para que possam fazer uso de seu conteúdo celular, externando a necessidade de estudos que viabilizem a utilização da levedura na nutrição animal em maiores quantidades.

Uma alternativa a ser explorada é o uso de enzimas exógenas. Dentre os diversos benefícios, estas proporcionam uma maior disponibilidade de nutrientes e consequente melhora no desempenho dos animais (PESSÔA et al., 2012) pois, fornece à ave uma nova ou melhor capacidade de digerir certos componentes da dieta como os polissacarídeos não amiláceos (GIACOMETTI et al., 2003), a exemplo dos que estão presentes na parede celular da levedura na forma de mananos e glucanos .

As principais enzimas envolvidas na lise de leveduras são as β -1,3 e β -1,6 glucanases, mananases, proteases e quitinases, uma vez que a parede é composta principalmente pelos polímeros β -1,3 glucano, β -1,6 glucano, mananoproteínas e quitina (FLEURI; SATO, 2010).

É imprescindível o conhecimento do efeito das enzimas na nutrição animal, uma vez que estas podem viabilizar o uso de alimentos alternativos como a levedura na alimentação de frango de corte otimizando a absorção dos nutrientes.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da inclusão de enzimas exógenas em dietas contendo levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*), desempenho zootécnico, rendimento de carcaça, histomorfometria do intestino delgado e viabilidade econômica das dietas de frangos de corte no período de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade.

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em experimentação animal - CEEA/UFPI sob o parecer de número 087/2012. A dissertação foi estruturada da seguinte maneira: 1) Introdução, redigida conforme a normas de elaboração de dissertação do programa de pós graduação em zootecnia da Universidade Federal do Piauí, de 19/02/2014. 2) Capítulo 1- Revisão Bibliográfica, elaborado de acordo com as normas do PPGZ/UFPI. 3) Capítulo 2 – artigo científico intitulado: “Complexo enzimático e *Saccharomyces cerevisiae* em dietas

para frangos de corte de 1 a 21 dias”, elaborado de acordo com as normas do periódico, *Comunicata Scientiae* (www.comunicatascientiae.com.br/) ao qual será submetido para publicação; 4) Capítulo 3 – artigo científico intitulado: “Complexo enzimático e levedura íntegra em dietas para frangos de corte de 22 a 42 dias”, elaborado conforme as normas da *Revista Pesquisa Veterinária Brasileira* (www.pvb.com.br/) ao qual será submetido para publicação;

CAPITULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

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

1. PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA LEVEDURA DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharomyces cerevisiae*)

O Brasil lidera a produção mundial de biocombustíveis, gerando impulsos que leva o etanol a ser o mais usado, 80% a mais em relação aos outros combustíveis, fato atribuído principalmente às legislações ambientais que obrigam o uso do etanol em meios de transporte (RODRIGUES, 2011). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB (2013) na safra de 2013-2014 a produção de etanol chegou aos 27,13 bilhões de litros.

Neste cenário a produção de etanol é um motor que propulsa a oferta de levedura no mercado, pois, para cada litro de álcool produzido gera 30g de levedura seca (DEL RIO, 2004), obtendo-se assim, cerca de 813,9 mil toneladas de levedura anualmente. Esse volume da produção de levedura no Brasil e a sua composição nutricional confirmam a potencialidade de uso deste ingrediente na alimentação animal

As leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) são microrganismos eucariontes unicelulares (MAGNANI; CASTRO-GÓMEZ, 2008), que se reproduzem assexuadamente por brotamento, possuem seu desenvolvimento em fermentação alcoólica (FRANCO; LANGDRAF, 2008), e são amplamente utilizados como catalisadores biológicos na indústria de alimentos e bebidas (PINTO et al., 2013).

São obtidos à partir do processo de fermentação anaeróbica do caldo da cana, na produção de álcool e cervejas, separados do mosto por meio de centrifugação ou decantada no fundo das dornas de fermentação e posteriormente esse “leite” é submetido à secagem (RODRIGUES, 2011). A secagem se dá por meio de rolo rotativo ou por spray-dry. O primeiro é adotado principalmente por unidades de produção de pequeno porte por representar menor custo ao produtor, visto que, nesse processamento o “leite” de levedura é seco pelo contato direto com o rolo rotativo aquecido à temperaturas que variam de 110 a 128°C por até um minuto e meio (LOPES, 2010), procedimento que pode causar queima do material e desnaturação proteica (LOPES et al., 2011).

O segundo método, é mais usado por empresas de grande porte, pois a secagem do “leite” se dá por meio da ejeção de gotículas do leite em uma câmara de secagem com fluxo de ar quente (200°C) em altíssima rotação que seca instantaneamente o leite (LOPES, 2010) resultando em um produto de melhor qualidade nutricional (POVEDA-PARRA et al., 2013). De acordo com Faria et al. (2000) a levedura seca pelo método spray-dry possui maiores

valores nutricionais em comparação a secagem por rolo rotativo. Lopes et al. (2011) ressaltam que o método de secagem pode ainda alterar a digestibilidade da levedura, provocando um desbalanceamento no conteúdo de aminoácidos digestíveis das dietas.

2. LEVEDURA ÍNTEGRA NA NUTRIÇÃO ANIMAL

A levedura da cana-de-açúcar desperta atenção de pesquisadores para explorá-la na nutrição animal devido a esse grupo de microrganismos possuírem características não patogênicas, com status GRAS – *generally regarded as safe* (sem riscos de toxicidade e patogenicidade) (FONTES et al., 2008) e por ser fonte nutritiva rica em proteínas, minerais e lipídeos, apresentando valores de 37,20%, 3,36%, 0,48%, respectivamente (ROSTAGNO et al., 2011).

A fração referente à parede celular da levedura é composta de polissacarídeos, um complexo 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). A composição da parede celular da levedura é 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.

Em frango de corte na fase pré-inicial a utilização dos níveis crescentes da levedura (até 5%) proporciona redução linear de até 2,6% nos níveis de energia metabolizável aparente, enquanto, para os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta essa redução é de 2,3%, quando comparado à ração referência sem inclusão de levedura (LOPES et al., 2011).

De acordo com Perdomo et al. (2004) em virtude da grande quantidade de polissacarídeos não amiláceos presentes na parede celular da levedura, há redução na digestão e absorção dos nutrientes das dietas e, conseqüentemente do aproveitamento da energia da mesma.

Os resultados referentes ao desempenho de aves usando levedura é bastante variável, obtendo-se efeitos satisfatórios (MAIA et al., 2001; YALÇIN et al., 2013), e com relatos de redução na performance animal ao utilizar a levedura íntegra na ração (LONGO et al., 2005).

As diferenças entre as recomendações do melhor nível de inclusão da levedura e, portanto, de resultados no desempenho das aves têm sido atribuída ao fato desse alimento estar sujeito a variações no seu valor nutricional, em decorrência principalmente da origem (YAMADA et al., 2003), método de secagem (FREITAS et al., 2013) e alto teor de polissacarídeos não amiláceos, pois estes compostos diluem os nutrientes da dieta provocando aumento no consumo devido um aumento da demanda de nutrientes e energia (FREITAS et al., 2013).

Os níveis de indicação para a suplementação da levedura é bastante variável em dietas avícolas (tabela 1), entretanto, resultados satisfatórios do uso da levedura, estão relacionados principalmente à melhora na estrutura da mucosa intestinal dos animais (SOLIS DE LOS SANTOS et al., 2007; BAURHOO et al., 2007), com relatos de benefícios também na qualidade da carne devido a atividade antioxidante, proporcionando maciez da mesma (ZHANG et al., 2005) em aves.

Tabela 1 - Trabalhos publicados com indicação de níveis de inclusão da levedura que não comprometem o desempenho dos animais.

Níveis utilizados (%)	Indicação de inclusão (%)	Categoria	Autores
0-30	10	Frango de corte	Pezzato et al., 1982
0-7,5	7,5	Frango de corte	Grangeiro et al., 2001
0-28	14	Poedeira	Maia et al., 2001
0-5	5	Frango de corte	Lopes et al., 2011

Trabalhos que utilizam a levedura íntegra como alimento proteico para aves ainda são pouco explorados, todavia, os benefícios associados ao uso de seus subprodutos como aditivos, são mais estudados (SANTIN et al., 2001; ZHANG et al., 2005; BARROSO et al., 2013).

3. SUBPRODUTOS DA LEVEDURA

A levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) são microrganismo eucariontes unicelulares (MAGNANI; CASTRO-GÓMEZ, 2008), se desenvolvem em fermentação alcoólica (FRANCO; LANGDRAF, 2008), atuam como catalisadores biológicos na indústria de alimentos e bebidas (PINTO et al., 2013). A célula de levedura é composta por carboidratos

(presentes principalmente na parede celular), proteínas, gorduras e minerais (ARAÚJO et al., 2009). É utilizada como alimento, na forma íntegra seca ou como aditivos, quando utiliza-se os subprodutos.

Os aditivos oriundos da *Saccharomyces cerevisiae* são a parede celular (fração insolúvel) e extrato de levedura (fração solúvel) obtido pela lise da célula. A degradação da parede celular da levedura por enzimas pode fornecer consideráveis quantidades de mananligossacarídeos (MOS) que tem diversos efeitos benéficos ao animal, como, melhora na resposta imune (BARROSO et al.,2013), mucosa intestinal e renovação celular (SANTIN et al.,2001; ZHANG et al., 2005).

Embora os trabalhos que utilizaram parede celular da levedura não tenham observado ganhos significativos no desempenho de frangos de corte, há relatos de melhora na mucosa intestinal, com benefícios mais evidentes quando os animais são expostos à desafios sanitários (BARROSO et al.,2013).

Oligossacarídeos de manose (MOS), derivados de células de levedura (parede celular), têm proporcionado uma melhora na saúde e desempenho de animais monogástricos (CHAUD et al., 2007). Eles atuam como beneficiadores do desenvolvimento animal, por se aderirem às fimbrias das bactérias patogênicas impedindo que colonizem o trato digestório (BARROSO et al., 2013). Santin et al. (2001) relataram que o uso de 0,2% da parede celular da levedura em dietas de frangos de corte aumentou significativamente a altura das vilosidades e reduziu a profundidade das criptas, proporcionando maior área de absorção de nutrientes. De acordo com Yason et al. (1987), uma cripta mais rasa indica menor necessidade de renovação do tecido e por conseguinte uma menor demanda energética para a proliferação das células.

Em seus estudos, Barroso et al. (2013) avaliaram o uso de níveis da parede celular da levedura e antimicrobianos em dietas de frangos de corte, e observaram que, a inclusão de até 0,2% da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* pode ser utilizado como aditivo em dietas livres de antimicrobiano melhorador de desempenho sem o comprometimento do desempenho, características de carcaça, metabolizabilidade da ração e da contagem total de coliformes totais do íleo.

Os benefícios também tem sido atribuídos ao conteúdo celular da levedura, obtido após a separação da parede celular, que contém nucleotídeos que participam da divisão celular e do crescimento da célula, principalmente no trato digestório (LOPES et al., 2011).

Segundo Silva et al. (2009) o extrato de levedura é composto de peptídeos, minerais e vitaminas hidrossolúveis, além disso possui cerca de 40% de aminoácidos livres e 5 a 7% de nucleotídeos. Os nucleotídeos da dieta são capazes de melhorar a resposta imunológica, promover 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). Apesar das inúmeras vantagens proporcionadas pela levedura, para que o animal possa se beneficiar do conteúdo celular da mesma, é necessário que haja uma degradação da parede celular, uma vez que, as aves não produzem enzimas específicas para degradá-la.

4. ENZIMAS EXÓGENAS NA NUTRIÇÃO DE AVES

As enzimas digestivas são proteínas que atuam como catalizadores biológicos sobre substratos específicos, com o intuito de melhorar o aproveitamento dos nutrientes das dietas de animais (BARBOSA et al., 2012).

De acordo com Dourado; Barbosa; Sakomura (2014) as enzimas podem ser adicionadas nas rações de duas maneiras: “Over the top”, que consiste em usá-las em dietas com níveis nutricionais preconizados para determinada idade, sexo e categoria do animal, enquanto a outra forma, se dá por meio da redução dos níveis nutricionais da dieta em relação a exigência do animal. Essa manipulação nos níveis nutricionais proporciona benefícios como: a possibilidade do desempenho animal ser similar ou até superior a uma dieta com níveis nutricionais adequados, os nutrientes liberados pela ação enzimática, os nutrientes são aproveitados com maior eficiência pelo animal (BARBOSA et al., 2012).

Os principais benefícios das enzimas exógenas relatados na literatura bem como seus substratos específicos estão listados na tabela 2.

Estes aditivos são utilizados com finalidade de complementar nas atividades das enzimas endógenas (BARBOSA et al., 2014) consideradas como uma alternativa capaz de reduzir a contaminação ambiental por nutrientes das excretas, tais como o fósforo, o nitrogênio, o cobre e o zinco (PESSÔA et al., 2012), melhorar eficiência da utilização dos alimentos alternativos de baixa digestibilidade (RIBEIRO et al., 2011), hidrolisar compostos como os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) (DOURADO; BARBOSA; SAKOMURA, 2014), favorecer o desenvolvimento da mucosa intestinal, além de diminuir a atividade

bacteriana patogênica que pode prejudicar a digestibilidade dos nutrientes no intestino (OLIVEIRA et al., 2008).

Tabela 2 - Principais enzimas utilizadas em dietas para frangos de corte.

<i>Enzima</i>	<i>Substrato</i>	<i>Matéria-prima</i>	<i>Efeitos</i>	<i>Referências</i>
Xilanases	Arabinoxilanos	Trigo, centeio, triticale, cevada	Menor viscosidade do conteúdo intestinal.	Alam et al., 2003 Tachibana et al., 2010 Choct, 2010
Glucanases	β -glucanos	Cevada, centeio	Menor viscosidade do conteúdo intestinal; Redução da umidade da cama.	Wang et al., 2005 Ribeiro et al., 2012
Amilases	Amido	Grãos de cereais e de leguminosas	Suplementação das enzimas endógenas; Degradação mais eficaz do amido.	Gracia et al., 2003 Pinheiro et al., 2008
Fitases	Ácido fítico	Alimentos de origem vegetal	Melhor utilização do fósforo; Redução do ácido fítico; melhoria na digestibilidade dos aminoácidos e dos carboidratos	Tejedor et al., 2001; Roland et al., 2006 Adeola e Sands, 2003 Kies et al., 2006 Lelis et al., 2010 Taheri e Taherkhanl, 2015
Proteases	Proteínas	Todas as que são fonte de proteína vegetal	Suplementação das enzimas endógenas; Degradação mais eficaz das proteínas.	Odetallah et al., 2003; Wang et al., 2006
Lípases	Lípídeos	Lípídeos dos alimentos e suplementos lipídicos	Possível melhora na utilização das gorduras;	Não foram encontrados resultados consistentes que atestem sua eficiência

Fonte: Adaptado de Thorpe; Beal (2001).

A atividade da enzima é definida como a atividade catalítica necessária para converter uma quantidade específica de substrato em uma quantidade específica de um produto, por unidade de tempo sob condições específicas (KRABBE; LORANDI, 2014), e é com base neste conceito que as enzimas são avaliadas em uma diversidade de alimentos. Sob essa perspectiva, busca-se esclarecer os benefícios que as enzimas exógenas proporcionam quando fornecidas em uma alimentação específica, ou seja, determinando a matriz nutricional de cada enzima a ser utilizada na alimentação animal (TEIXEIRA, 2013).

Matriz nutricional da enzima é a quantidade de nutrientes que uma dose pré-determinada de enzima pode fornecer ao animal, determinados por ensaios experimentais (DOURADO; BARBOSA; SAKOMURA, 2014) sendo, dependente do tipo de alimento e dose do substrato (MOURÃO; PINHEIRO, 2009). Deste modo, a investigação sobre os

benefícios das enzimas se faz necessário, para revelar seu seu potencial biotecnológico em diversas áreas, incluindo a produção de alimentos, e ração animal (BHAT, 2000).

5. ENZIMAS EXÓGENAS X POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS

Os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) são constituintes naturais da parede celular dos vegetais e microrganismos, que quando encontram-se em grandes quantidades na dieta animal podem aumentar a viscosidade do quimo no intestino delgado (CHOCT et al., 1995; WANG et al., 2005). Segundo Kanudsen (2014) os PNAs são divididos em duas categorias de acordo com sua solubilidade: solúvel e o insolúvel.

A fração solúvel dos PNAs é composta principalmente por β -glucanos, mananos e arabinoxilanos (TACHIBANA et al., 2010), principais responsáveis pelo aumento na viscosidade das dietas no intestino, redução da digestão e absorção de nutriente (MOURÃO; PINHEIRO, 2009) aumento no tempo de retenção da digesta no intestino e a proliferação de microrganismos patogênicos (PASCOAL; WATANABE, 2014).

A redução da digestibilidade provocada pelos PNAs solúveis ocorre devido à diminuição do contato entre as enzimas digestivas e os substratos (WANG et al., 2005) em decorrência da alta capacidade de alguns polissacarídeos em absorver água e formar gel, comprometendo o desempenho de frangos de corte.

Além disso, o fornecimento de dietas com alto teor de fibra solúvel leva à diminuição do comprimento das vilosidades e aumento da profundidade das criptas em leitões desmamados (MCDONALD et al., 2001). Dano na mucosa intestinal também foi observado em frangos alimentados com uma dieta que continha pectina cítrica, caracterizada pela alta higroscopicidade, e como consequência, aumento da viscosidade no intestino (JI et al., 2001), potencializando os efeitos negativos sobre o desempenho dos animais, pois, de acordo com Marchini et al. (2009) uma vez comprometida a mucosa, esse fenômeno reflete na digestão e absorção dos nutrientes.

Os PNAs insolúveis têm efeito abrasivo sobre a mucosa intestinal do animal, reduzindo a altura dos vilos, aumentam a taxa de passagem do quimo intestinal reprimindo o tempo de ação das enzimas, e reduzindo o aproveitamento dos nutrientes (PASCOAL; WATANABE, 2014).

Enzimas que atuam em ingredientes com altos teores de PNAs, são chamadas polissacaridases, estas atuam hidrolisando as ligações químicas desses polissacarídeos,

umentando a digestibilidade, diminuindo a viscosidade do quimo intestinal melhorando a disponibilidade de todos os componentes nutritivos da dieta (GIACOMETTI et al., 2003).

As polissacaridasas apresentam excelentes resultados em ingredientes com baixo teor de PNAs, como milho e farelo de soja (DOURADO; BARBOSA; SAKOMURA, 2014), quanto em alimentos com teores mais elevados deste composto, como o trigo (WANG et al., 2005). Os PNAs são geralmente encontrados em maiores quantidades nos cereais como: centeio, cevada, triticale, aveia e arroz (TACHIBANA et al., 2010), assim como na parede celular de fungos a exemplo da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) (FLEURI; SATO, 2007).

Os polissacarídeos não amiláceos presentes na parede de celular da levedura da cana-de-açúcar, são as mananas, β -glucanos e quitina (BARROSO, et al., 2013) e para Fleuri; Sato (2007) as enzimas envolvidas na degradação de leveduras são β -1,3 glucanases, β -1,6 glucanases, mananases, proteases e quitinases.

Essas enzimas agem sinergicamente na lise da parede celular, mas somente duas são essenciais para o rompimento da célula: a protease lítica específica que degrada a camada externa de mananoproteínas, e a β -1,3 glucanase lítica, que degrada a camada interna de glucanos (FLEURI; SATO, 2008) e podem disponibilizar produtos como peptídeos, polissacarídeos, ácidos nucleicos, pigmentos, enzimas, lipídeos, entre outros (FLEURI; SATO, 2010).

Existem contradições acerca dos benefícios do uso de enzimas exógenas em dietas ricas em polissacarídeos não amiláceos para aves, que são justificados em sua maioria pela gama de fatores que atuam sobre esses aditivos provocando perdas potenciais na atividade destas sobre seus substratos e dentre as justificativas estão, a dose de enzima em função da quantidade de PNA (MARQUARDT et al., 1994; MOURÃO; PINHEIRO, 2009), a capacidade em resistir a desnaturação em porções anteriores ao intestino do frango de corte (RIBEIRO et al., 2011), diferença na composição nutricional entre as cultivares do alimento utilizado (SCOTT et al., 1998; ALAMO et al., 2008).

5.1 Glucanases

As β -glucanases agem sobre os glucanos, substratos formados por sequências lineares de glicose unidas por ligações glicosídicas do tipo β (BAUERMEISTER et

al.,2010). O efeito dessa enzima em dietas com cereais ricos em polissacarídeos não amiláceos não está relacionado à liberação de açúcares simples, mas sim em reduzir a viscosidade do quimo intestinal e assim beneficia a morfologia da parede do intestino delgado (CHOCT; ANNISON, 1992; YASAR; FORBES, 2000; MATHLOUTHI et al., 2002). As β -glucanases na alimentação, diminuem o grau de polimerização de p-1,3-1,4-glucanos presentes na cevada através da clivagem aleatória de ligações glicosídicas do polímero e assim diminui os efeitos adversos causados por estas moléculas (RIBEIRO et al., 2011).

O efeito desta enzima sobre a mucosa intestinal está relacionada ao aumento na superfície absorptiva dos nutrientes. Mathlouthi et al. (2002) observaram aumento no tamanho do vilão, sem alterações no tamanho da cripta com a suplementação de β -glucanase e xilanas em dietas com centeio. Contudo, a atividade cinética das β -glucanases pode ser inibida na presença de compostos como benzenóides, organofosfatos, quelantes, clorofórmio, entre outros, assim como pode ocorrer inibição de suas atividades em decorrência de altas concentrações de substratos e também dos produtos reacionais (RANA et al., 2003).

5.2 Galactosidade

Há relatos do uso das galactosidades juntamente com outras carboidrases, os chamados complexos enzimáticos, proporcionando benefícios principalmente em rações para suínos (KIM et al.,2003; KIM et al. 2006; MOREIRA et al., 2009), com a função de clivar a lactose (JUERS; MATTHEWS; HUBER, 2012).

Ela também é estudada em dietas para outras espécies como peixes e aves. 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 a composição corporal. Lima et al. (2011) usando diferentes doses de um complexo enzimático contendo galactosidades observaram aumento no ganho de peso e menor conversão alimentar na dose de 300 g/ton.

5.3 Galactomananases

Atuam sobre compostos denominados mananos, que podem apresentar-se também na forma de glucomananos, galactomananos e glucogalactomananos em polissacarídeos não amiláceos (KRABBE; LORANDI, 2014). Os galactomananos, substrato para as galactomananases, são formados por unidades de manose unidas por ligações β - às galactoses. Os relatos do uso da galactomananase na nutrição animal se dá de forma combinada com outras enzimas formando os complexos enzimáticos (CARDOSO et al., 2011; FORTES et al., 2012).

5.4 Xilanases

São produzidas em escala comercial por microrganismos como os *Thermomyces lanuginosus*, *Humicola insolens*, *Aspergillus aculeatus*, *Trichoderma viride* e *Clostridium*, atuam reduzindo a viscosidade do quimo intestinal de aves por meio da degradação dos arabinoxilanos solúveis, aumentando os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e promovendo o maior desempenho animal (CHOCT et al., 2004). Reis et al.(2001) avaliaram a atividade enzimática de xilanases oriundas de diferentes microrganismos e constataram que, a xilanase originada do *Clostridium mixtus* é extremamente sensível a pH ácido, mantendo uma atividade mediana a pH alcalino e tem atividade máxima em temperatura levemente superior a 50°C, já as xilanases do *Clostridium thermocellum* apresentam uma sensibilidade para valores de pH extremos e maior atividade em temperatura na ordem dos 75°C.

O estudo da eficiência desta enzima em dietas avícolas tem sido estudada por vários pesquisadores. Viana et al. (2011) estudaram a inclusão de xilanas para poedeiras, com e sem redução energética da ração, observaram que ração com o menor nível de energia metabolizável (controle negativo+xilanase), a adição da enzima aumentou ($P<0,05$) a produção e massa de ovos em média 2,8% em comparação à dieta controle de mesmo nível de energia metabolizável (controle negativo). Conte et al. (2003) pesquisaram o efeito da xilanase sobre o desempenho zootécnico, características ósseas de frangos de corte e constataram que, houve melhora na conversão alimentar, incremento na energia metabolizável da dieta, porém, sem efeito sobre a deposição de minerais nos ossos. Já Mourão; pinheiro, (2009) observaram que a xilanase não aumentou a digestibilidade das dietas com centeio ou com trigo, para eles, a ausência de efeitos das enzimas são variáveis em função do alimento e dosagem utilizada nas dietas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEOLA, O.; SANDS, J.S. Does supplemental dietary microbial phytase improve amino acid utilization? A perspective that it does not. **Journal Animal Science**, vol. 81, n.2, p.78-85, 2003.
- ALAM, M.J.; HOWLIDER, M.A.R.; PRAMANIK, M.A.H.; HAQUE, M.A. Effect of exogenous enzyme in diet on broiler performance. **Journal of Poultry Science**, vol.2, n.2, p.168-173, 2003.
- ALAMO, A.G.D.; VERSTEGEN, M.W.A.; DEN HARTOG, L.A.; PEREZ DE AYALA, P.; VILLAMIDE, M.J. Effect of wheat cultivar and enzyme addition to broiler chicken diets on nutrient digestibility, performance, and apparent metabolizable energy content. **Poultry Science**, vol.87, p.759–767, 2008.
- 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, 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 e Ciência Agropecuária**, vol.3, n.3, p.47-53, 2009.
- BARBOSA, N.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*, Vol. 5, n.4, p.361-369, 2014.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; BONATO, M.A.; HAUSCHILD, L.; OVIEDO-RONDON, E. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural**, vol.42, n.8, p.1497-1502, 2012.
- 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**, vol.65, n.4, p.1139-1148, 2013.
- BAUERMEISTER, A.; REZENDE, M.I.; GIESE, E.C.; DEKKER, R.F.H.; BARBOSA, A.M. 1,3-Glucanases Fúngicas: produção e aplicações biotecnológicas. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, vol. 31, n.2, p.75-86, 2010.
- BAURHOO, B.; PHILLIP, L.; RUIZ-FERIA, C.A. Effects of purified lignin and mannan oligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. **Poultry Science**, vol. 86, n.6, p.1070-1078, 2007.
- BHAT, M.K. Cellulases and related enzymes in biotechnology. *Biotechnology Advances* vol.18, p. 355–383, 2000.
- 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**, vol. 60, n.232, p.1053-1064, 2011.

CHAUD, S.G.; SGARBIERI, V.C.; VICENTE, E.; DA SILVA, N.; ALVES, A.B.; DE MATOS, J.A.B. Influência de frações da parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre os índices séricos de glicose e lipídios, microbiota intestinal e produção de ácidos graxos voláteis (AGV) de cadeias curtas de ratos em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 27, n.2, p.338-348, 2007.

CHOCT, M. **Feed polysaccharides: nutritional roles and effect of enzymes**. In: IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal – IV CLANA. Estância de São Pedro, SP, p.65-78, 2010.

CHOCT, M.; TRIMBLE, R.P.; ANGKANAPORN, K.; ANNISON, G. Non-starch polysaccharides-degrading enzymes increase the performance of broiler chickens fed wheat of low apparent metabolizable energy. **Journal Nutrition**. vol.125, p.485-492, 1995.

CHOCT, M., G. ANNISON. Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens: roles of viscosity and gut microflora. **British Poultry Science**, vol.33, p.821–834, 1992.

CHOCT, M.; KOCHER, A.; WATERS, D.L.E.; PETTERSSON, D.; ROSS, G.A. Comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.92, p.53-61, 2004.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2013 - Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2013.

CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A. S.; FIALHO, E.T.; SCHOULTEN, N.E.; BERTECHINI, A.G.; Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.32, n.5, p.1147-1156, 2003.

DEL RIO, D.T. **Biossorção do cádmio por levedura (*Saccharomyces cerevisiae*)**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2004. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba – São Paulo, 2004.

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.

FARIA, H.G.; SACAPINELLO, C.; FURLAN, A.C. Valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces* sp.) seca por rolo rotativo ou por spray dry para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.29, p.1750-1753, 2000.

FLEURI, L.F.; SATO, H.H. Estudo da influência de diferentes parâmetros na produção de enzimas líticas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.28, n.2, p.1-12, 2008.

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.

FLEURI, L.F.; SATO, H.H. β -1,3 glucanase. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**, vol.37, p.40-43, 2007.

FONTES, G.C.; AMARAL, P.F.F.; COELHO, M.A. Z. Produção de biossurfactante por levedura **Química Nova**, vol. 31, n. 8, 2091-2099, 2008.

- 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 carbohidrases e fitase em rações de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, vol.13, n.1, p. 24 – 32, 2012.
- FRANCO, B.D.G.M.; LANGDRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, Editora Atheneu, 2008.
- 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 Agronômica**, vol.44, n.1, p.174-183, 2013.
- GIACOMETTI, R.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINIA, G.; FIALHO, E.T.; SANTOS, A.V. Valores energéticos do farelo de arroz integral suplementado com complexos enzimáticos para frangos de corte. **Ciência agrotécnica**, vol.27, n.3, p.703-707, 2003.
- GRACIA, M. I.; ARANÍBAR, M. J.; LÁZARO R.; MEDEL, P.; MATEOS, G. G. α -amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, vol.82, n.3, p.436–442, 2003.
- GRANGEIRO, M.G.A.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; ESPÍNDOLA, G.B.; SOUZA, F.M. Inclusão da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.30, n.3, p.766-773, 2001.
- IJI, P.A.; SAKI, A.A.; TIVEY, D.R. Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, vol.89, p.175–188, 2001.
- 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**, vol. 21, p.1792-1807, 2012.
- KNUDSEN, K.E.B. Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. **Poultry Science**, vol.93, p.2380–2393, 2014.
- KIES, A.K.; KEMME, P.A.; SEBEK, L. B. J.; VAN DIEPEN, J.T.H.M.; JONGBLOED, A.W. Effect of graded doses and a high dose of microbial phytase on the digestibility of various minerals in weaner pigs. **Journal Animal Science**, vol.84, p.1169-1175, 2006.
- KIM, S.W.; KNABE, D.A.; HONG, K.J. et al. Use of carbohydrases in corn–soybean meal-based nursery diets. **Journal of Animal Science**, vol.81, p.2496-2504, 2003.
- KIM, S.W.; ZHANG, J.H.; SOLTWEDEL, K.T. et al. Use of carbohydrases in corn-soybean meal based grower-finisher pig diets. **Animal Research**, vol.55, p.563-578, 2006.
- KRABBE, E.L.; LORANDI, S. Atualidades e tendências no uso de enzimas na nutrição de aves. **In: VI Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal- VI CLANA**. Estância de São Pedro, SP – Brasil, 2014.
- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, C.R.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; BORSATTO, C.G. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 39, n.8, p.1768-1773, 2010.
- 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**, vol.13, n.3, p.217-218, 2011.

- LONGO, F. L.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A.; FIGUEIREDO, A. N.; RACANIPCI, A.M.C.; GAIOTTO, J.B.; SORBARA, J.O.B. Diferenças fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.34, n.1, p.112-122, 2005.
- LOPES, C.C. **Uso da levedura de cana-de-açúcar em rações de frangos de corte na fase pré-inicial**. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2010.
- 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.
- MAGNANI, M.; CASTRO-GÓMEZ, R.J.H. β -glucana de *Saccharomyces cerevisiae*: constituição, bioatividade e obtenção. **Semina: Ciências Agrárias**, vol.29, n.3, p. 631-650, 2008.
- MAIA,G.A.R.;FONSECA, .JB.;SOARES, R.T.R.N.;SILVA, M.A.SOUZA, C.L.M. Desempenho de Poedeiras Comerciais Alimentadas com Levedura Seca (*Saccharomyces Cerevisiae*) de Cana-de-Açúcar. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, vol.3, n.2, 2001.
- MARCHINI, C.F.P.; SILVA, P.L.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; BELETTI, M.E.; GUIMARÃES, E.C.; SOARES, H.L. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol.61 n.2, 2009.
- MARQUARDT, R.R.; BOROS, D.; GUENTER, W. The nutritive value of barley, rye, wheat and corn for young chicks as affected by use of a *Trichoderma reesei* enzyme preparation. **Animal Feed Science and Technology**, vol.45, p.363-378, 1994.
- MATHLOUTHI, N.; LALLE, J. P. S.; LEPERCQ, P.; JUSTE, C.; LARBIER, M. Xylanase and β -glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed a rye-based diet. **Journal Animal Science**, vol. 80, 2773–2779, 2002.
- MCDONALD, D.E., Dietary fibre for the newly weaned pig: influences on pig performance, intestinal development and expression of experimental post-weaning colibacillosis and intestinal spirochaetosis. PhD Thesis, Murdoch University, Murdoch. 2001.
- 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.
- 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**, vol.38, n.12, p.2417-2424, 2009.
- ODETALLAH,N.H.;WANG,J.J.;GARLICH,J.D.;SHIH,J.C.H.; Keratinase in starter diets improves growth of broilers chicks. **Poultry science**, vol.82, p.664-670, 2003.
- 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.

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**, vol.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.

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.

PEZZATO, L.E., POLANO, S.A., SAUCEDO, E.C.A. Levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de álcool de cana-de- açúcar na alimentação de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19, 1982, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: SBZ, p.25,1982.

PINHEIRO, C.C., REGO, J.C.C., RAMOS, T.A., SILVA, B.K.R. E WARPECHOWSKI, M.B. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. **Ciência Animal Brasileira**, vol.9, p.984-996, 2008.

PINTO, M.M. Caracterização dos polissacarídeos da levedura cervejeira excedentária, 2012.108f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Alimentar), Universidade de Aveiro, Departamento de Química, Portugal, 2012.

POVEDA PARRA, A.R.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; CARVALHO, P.L.O.; PEÑUELA SIERRA, L.M. E FILHO, C.C. levedura mista (cerveja + cana-de-açúcar) *spray-dry* na alimentação de leitões na fase inicial. **Arquivo de Zootecnia** vol.62 n.238, p. 199-209, 2013.

RANA, D.S. Stability and Kinetics of β -1,3-glucanase from *TricodermaHarzianum*. **Process Biochemistry**, vol. 39, p.149-155, 2003.

REIS, T. A.F.C.; DIAS, F. M.V.; FONTES, C. M.G.A.; SOARES, M.C.; FERREIRA; L. M.A. Avaliação do potencial biotecnológico de xilanases do *Clostridium thermocellum* e *Cellvibrio mixtus*: sua utilização na suplementação de dietas à base de trigo para frangos de carne. **Revista portuguesa de ciências veterinária**, vol.96, n.539, p.125-134, 2001.

RIBEIRO, T.; LORDELO, M.M.S.; PRATES, J.A.M.; FALCÃO, L.; FREIRE, J.P.B.; FERREIRA, L.M.A.; FONTES, C.M.G.A. The thermostable β -1,3-1,4-glucanase from *Clostridium thermocellum* improves the nutritive value of highly viscous barley-based diets for broilers. **British Poultry Science** vol.53, n.2, p.224-234,2012.

RIBEIRO,T.; LORDELO, M.M.S.; PONTE, P.I.P.; MAÇÃS,B.; PRATES, J.A.M.; AGUIAR FONTES,M.;FALCÃO, L.; FREIRE, J.P.B.; FERREIRA, L.M.A.FONTES, C.M.G.A. Levels of endogenous β -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to supplement barley-based diets for poultry. **Poultry Science**, vol.90, n.6, p.1245-1256, 2011.

RODRIGUES, J.A.R. Do engenho à biorrefinaria: A usina de açúcar como empreendimento industrial para a geração de produtos bioquímicos e biocombustíveis. **Química Nova**, vol.34, n.7, p.1242-1254, 2011.

- ROLAND, D.A. Comparison of nathuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science Association**, 2006.
- 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.
- SANTIN E.; MAIORKA, A.; MACARI, M.; GREPCO, M.; SANCHEZ, J. C.; OKADA, T. M.; MYASAKA, M. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. **Journal Applied Poultry Research**. vol.10, n.3, p.236-244, 2001.
- SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, F.G.; CLASSEN, H.L.; SWIFT, M.L.;BEDFORD, M.R. Effect of cultivar and environment on the feeding value of western Canadian wheat and barley samples with and without enzyme supplementation. **Canadian Journal Animal Science**, vol.78, p.649–656, 1998.
- 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**, vol.38, n.10, p.1969-1973, 2009.
- SOLIS DE LOS SANTOS, F.; DONOGHUE, A.M.; FARNELL, M.B.; HUFF, G.R.; HUFF, W.E.; DONOGHUE, D.J. Gastrointestinal maturation is accelerated in turkey poult supplemented with a mannan-oligosaccharide yeast extract (Alphamune). **Poultry Science**, vol.86, p.921–930, 2007.
- 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**, vol.62, n.2, p.445-452, 2010.
- TAHERI, H.R.; TAHERKHANI, S. Effect of Phytase Superdoses and Citric Acid on Growth Performance, Plasma Phosphorus and Tibia Ash in Broilers Fed Canola Meal-Based Diets Severely Limited in Available Phosphorus. **Poultry Science Journal**, vol.3 n.1, p. 27-36, 2015.
- TEIXEIRA, L.V. Misturas enzimáticas em rações para frango de corte. 72p. Dissertação (mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Programa de pós graduação em zootecnia, Lavras, MG, 2013.
- TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; VIEITES, F. M. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.30, n.3, p.802-808, 2001.
- THORPE, J.; BEAL, J.D. Vegetable protein meals and the effects of enzymes, In: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. **Enzymes in farm animal nutrition**. Londres: cabridge international, p.125-143, 2001.
- VIANA, M.T.S.; ALBINO, L. T.F.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, E.A.; VIEIRA, R.A.; RIBEIRO JUNIOR, V. Utilização de xilanase em dietas compostas por milho e farelo de soja de poedeiras comerciais em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.40, n.2, p.385-390, 2011.

- WANG, J.J.; GARLICH, J.D.; SHIH, J.C.H. Beneficial of versazyme a keratinase feed additive on body weight, feed conversion and breast yield of broiler chickens. **Journal applied of poultry research**, vol.15, p.544-550, 2006.
- WANG, Z.R.; QIAO, S.Y.; LU, W.Q.; LI, D.F. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science**, vol. 84, p.875-881, 2005.
- YALÇIN, S.; ESER, H.; YALÇIN, S.; CENGİZ, S.; ELTAN, O. Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, carcass and gut characteristics, blood profile, and antibody production to sheep red blood cells in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, vol.22, p.55–61, 2013.
- YAMADA, E.A.; ALVIM, I.D.; SANTUCCI, M.C.C.; SGARBIERI, V.C. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Revista de Nutrição**, vol.16, n.4, p.423-432, 2003.
- YASAR, S.; FORBE, S, J.M. 2000. Enzyme supplementation of dry and wet wheat-based feeds for broiler chickens: performance and gut responses **British Poultry Science**, vol.84, p.297–307.
- YASON, C.V.; SUMMERS, B.A.; SCHAT, K.A. Pathogenesis of rotavirus infection in various age groups of chickens and turkeys: **Pathology American Journal Veterinary Research**, vol.6, p.927–938, 1987.
- 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 Australas. Journal Animal Science**, vol. 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.

CAPÍTULO 2. “Complexo enzimático e *saccharomyces cerevisiae* em dietas para frangos de corte de 1 a 21 dias”

Elaborada de acordo com as normas da Revista Comunicata Scientiae
(www.comunicatascientiae.com.br/)

1 **Complexo enzimático e *Saccharomyces cerevisiae* em dietas para frangos de**
2 **corte de 1 a 21 dias**

3 **RESUMO**

4 Objetivou-se avaliar o uso de enzimas exógenas em dietas com *Saccharomyces*
5 *cerevisiae* sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça,
6 histomorfometria intestinal e viabilidade econômica das dietas de frangos de corte
7 no período de 1 a 21 dias. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em
8 esquema fatorial 2x3+1, sendo dois níveis de complexo enzimático (CE), (0 e
9 200g/ton), três níveis de levedura (0, 6 e 12%) e uma dieta controle. Foram avaliados
10 o desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar),
11 rendimento de carcaça e cortes e a histomorfometria do intestino delgado (altura,
12 perímetro e largura de vilo, altura e largura de cripta, espessura da parede
13 muscular intestinal e relação vilo/cripta). Na fase de 1 a 7 e de 1 a 21 dias, a
14 inclusão de levedura na dieta promoveu redução no desempenho do frangos. Aos
15 21 dias a adição de CE resultou em aumento ($p<0,05$) da espessura da parede
16 muscular do duodeno, e reduziu a largura da cripta no íleo. O nível de 12% de
17 levedura sem o CE proporcionou parede muscular intestinal do jejuno mais espessa
18 quando comparada ao controle positivo. Não houve efeito significativo para
19 rendimento de carcaça e cortes entre os tratamentos. Conclui-se que, a inclusão
20 de levedura reduz o desempenho de 1 a 21 dias. A adição de complexo
21 enzimático e levedura em dietas para frangos de corte não melhora o
22 desempenho e rendimento de carcaça, todavia, beneficia à mucosa intestinal.

23
24 **Palavras-chave:** glucanase, mananase, Mucosa intestinal, levedura, vilo, xilanase

25
26 **Enzyme complex and *Saccharomyces cerevisiae* in diets for broilers from 1 to 21**
27 **days**

28
29 **ABSTRACT**

30 This study aimed to evaluate the use of exogenous enzymes in diets with
31 *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance, carcass yield, intestinal
32 histomorphometry and economic viability of broiler diets in the period 1-21 days. We

33 used a completely randomized design in a 2x3 factorial + 1, two levels of enzymatic
34 complex (EC), (0 and 200 g / ton), three protein levels (0, 6 and 12%) and a control
35 diet. We evaluated the performance (feed intake, weight gain and feed
36 conversion), carcass yield and cuts, histomorphometry of the small intestine (height,
37 circumference and width of villi, height and width of the crypt, thickness of the
38 intestinal muscle wall and relation villi/crypt). From 1 to 7 and from 1 to 21 days,
39 including yeast reduced performance. After 21 days, the EC increased ($p < 0.05$) the
40 thickness of the muscular wall of the duodenum and decreased crypt width in the
41 ileum. The 12% level of yeast lacking the EC provided bowel muscular wall of the
42 thicker jejunum when compared to the positive control. There was no significant
43 effect on carcass yield and cuts between treatments. In conclusion, the yeast
44 inclusion reduces performance 1-21 days. The enzyme complex and yeast does not
45 change the performance and carcass yield, however, benefits to the intestinal
46 mucosa.

47

48 **Keywords:** glucanase, mannanase, intestinal mucosa, yeast, villus, xylanase

49

50 **Introdução**

51 A levedura da cana de açúcar, alimento proteico, tem sido explorada por
52 pesquisadores buscando substituir o farelo de soja nas rações avícolas (Freitas et
53 al., 2013), já que este é um produto de grande oferta no mercado oriundo do
54 processo de produção do etanol (Lopes et al., 2011).

55 O interesse nesse ingrediente na alimentação animal se dá principalmente
56 devido a seu alto teor proteico, com cerca de 37,20% de proteína bruta, porém,
57 somente 21, 58% desta é digestível (Rostagno et al., 2011). Essa baixa digestibilidade
58 da levedura íntegra por frangos de corte está relacionada a limitações fisiológicas
59 das aves, pois as mesmas não dispõem de aparato enzimático capaz de degradar

60 a parede celular composta por polissacarídeos não amiláceos (PNAs) como as
61 glucanos e mananos, e portanto, não são capazes de aproveitar o potencial
62 nutritivo da levedura (FLEURI & SATO, 2007). Na nutrição animal, o uso de enzimas
63 exógenas tem mostrado resultados satisfatórios, principalmente por possibilitar a
64 utilização de alimentos alternativos com maior eficiência (Barbosa et al., 2014).

65 Fleuri & Sato (2007) observaram por meio de estudos *in vitro* que o uso da
66 enzima β -glucanase associada ou não com outras enzimas são capazes de
67 degradar a parede celular da levedura.

68 O uso de enzimas exógenas já é bastante explorado para melhorar a
69 digestibilidade de alimentos com alto teor de polissacarídeos não amiláceos. Os
70 benefícios da suplementação com as polissacaridases em dietas com elevados
71 teores de PNAs relatados na literatura, referem-se a capacidade de hidrolisar
72 parcialmente esses compostos e reduzir a viscosidade do conteúdo intestinal
73 (Wang et al., 2005). Além disso, pode melhorar a utilização de outros nutrientes
74 presentes na dieta, como a proteína, devido à liberação da parede celular por
75 meio do rompimento da célula, resultando em melhorias na absorção de nutriente
76 e no desempenho (Esmailipour et al., 2011). Apesar de todos os benefícios que
77 estes aditivos tecnológicos proporcionam, eles são mais utilizados em cereais
78 como centeio, cevada, trigo, aveia e arroz (Tachibana et al., 2010), entretanto, são
79 escassos relatos na literatura do uso combinado de levedura e enzimas exógenas
80 em dietas avícolas.

81 Objetivou-se com este estudo, avaliar o uso de enzimas exógenas em dietas
82 com *Saccharomyces cerevisiae* sobre o desempenho zootécnico, rendimento de

83 carcaça, histomorfometria intestinal e viabilidade econômica das dietas de
84 frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

85

86 **Material e métodos**

87 O estudo foi executado no setor de avicultura do Colégio Técnico de Bom
88 Jesus, PI, em galpão não climatizado com temperatura média (31,24°C) e umidade
89 relativa do ar (48,23%). As avaliações morfométricas no laboratório de Anatomia
90 Animal do Campus "Profª. Cinobelina Elvas" da Universidade Federal do Piauí. O
91 projeto foi aprovado sob o parecer número 087/2012 pelo comitê de ética em
92 experimentação com animais - CEEA/UFPI.

93 O experimento foi realizado na fase de 1 a 21 dias de idade, distribuído com
94 delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x3+1, sendo: dois níveis
95 de complexo enzimático (0 e 200g/ton); três níveis de inclusão de levedura (0, 6 e
96 12%); uma dieta controle. Resultando em sete tratamentos com cinco repetições e
97 20 aves por unidade experimental.

98 Os tratamentos utilizados foram: T1-ração referência à base de milho e soja
99 (CP); T2-ração referência à base de milho e soja com redução de 70 kcal de
100 energia metabolizável da dieta (CN) com 0% de levedura sem complexo
101 enzimático; T3-CN + 6% levedura sem complexo enzimático; T4-CN +12% levedura
102 sem complexo enzimático; T5-CN +0% de levedura com complexo enzimático; T6-
103 CN +6% de levedura com complexo enzimático; T7-CN+ 12%de levedura com
104 complexo enzimático.

105 As dietas (Tabelas 1 e 2) foram formuladas por meio de ajustes entre as
 106 recomendações de Rostagno et al. (2011) e o manual da linhagem Ross 308®
 107 (2007).

108 **Tabela 1.** Composição das dietas experimentais para frangos de corte na fase de 1 a 7 dias de
 109 idade

INGREDIENTE	CP	CN (0%)	CN + LEVEDURA (%)				
			6%	12%	0%+CE	6%+CE	12%+CE
Milho	52,388	54,003	51,981	49,965	54,003	51,981	49,965
Farelo de soja	38,460	38,162	33,963	29,763	38,162	33,963	29,763
Óleo de soja	3,354	2,013	2,167	2,319	2,013	2,167	2,319
Fosfato bic.	1,969	1,967	1,938	1,908	1,967	1,938	1,908
Calcário	1,171	1,173	1,175	1,176	1,173	1,175	1,176
NaCl	0,458	0,457	0,430	0,403	0,457	0,430	0,403
L-lisina HCl 79%	0,216	0,222	0,204	0,187	0,222	0,204	0,187
DL- metionina	0,352	0,351	0,379	0,407	0,351	0,379	0,407
L- treonina	0,079	0,080	0,089	0,098	0,080	0,089	0,098
L- valina	0,151	0,152	0,167	0,182	0,152	0,167	0,182
L- arginina	0,000	0,000	0,077	0,147	0,000	0,077	0,147
L-triptofano	0,000	0,000	0,011	0,021	0,000	0,011	0,021
Supl. Vit. Min ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Inerte ²	1,000	1,020	1,020	1,020	1,000	1,000	1,000
Levedura	-	-	6,000	12,000	-	6,000	12,000
CE ³	-	-	-	-	0,020	0,020	0,020
TOTAL	100,00	100,00	100,00	10,00	100,00	100,00	100,00
COMPOSIÇÃO CALCULADA							
PB (%)	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500
EM (kcal/kg)	3000	2930	2930	2930	2930	2930	2930
Ca (%)	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
P disp. (%)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Lisina dig. (%)	1,270	1,270	1,270	1,270	1,270	1,270	1,270
Met.dig. (%)	0,637	0,637	0,660	0,682	0,637	0,660	0,682
Met+cist dig. (%)	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Treonina dig.	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Tript. disp. (%)	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249
Arginina dig. (%)	1,418	1,414	1,418	1,418	1,414	1,418	1,418
Valina disp. (%)	1,090	1,090	1,090	1,090	1,090	1,090	1,090
Fenil. dig. (%)	1,034	1,032	0,983	0,934	1,032	0,983	0,934
Isoleu. dig. (%)	0,876	0,874	0,850	0,826	0,874	0,850	0,826
Sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

110 ¹Níveis de garantia por kg do produto: (Inicial): ácido fólico – 200,00 mg; biotina-10.000mg;
 111 clorohidroxiquinolina-7500,00mg; zn – 17,50g ; vitamina A – 1680000,00 UI; vitamina B1 – 436,50 mg;
 112 vitamina B12 2400,00 mg; vitamina B2 – 1200,00 mg; vitamina B6 – 624,00 mg; vitamina D3 – 400000,00
 113 UI; vitamina E 3500,00 mg; vit. K 3 – 360,00 mg; niacina – 8400,00 mg; monensina sódica -25000,00mg;
 114 ácido pantotênico – 3119,00 mg; cloreto de colina – 80,710 mg; selênio -75,00 mg; sulfato de ferro
 115 11,250 mg; Monóxido de manganês – 18740,00 mg; sulfato de cobre -1996,00 mg; iodo – 187,47mg.²
 116 Inerte-areia lavada; ³CE-complexo enzimático (*α*-galactosidade, galactomananase, xilanase e β -
 117 glucanase)

118

119 **Tabela 2.** Composição das dietas experimentais para frangos de corte na fase de 8 a 21 dias de
 120 idade

INGREDIENTE	CP	CN (0%)	CN + LEVEDURA (%)				
			6%	12%	0%+CE	6%+CE	12% +CE
Milho	54,768	56,375	54,360	52,345	56,375	54,360	52,345
Farelo de soja	35,467	35,171	30,970	26,770	35,171	30,970	26,770
Óleo de soja	4,813	3,474	3,626	3,778	3,474	3,626	3,778
Fosfato bic.	1,739	1,737	1,708	1,679	1,737	1,708	1,679
Calcário	0,947	0,949	0,951	0,952	0,949	0,951	0,952
NaCl	0,484	0,483	0,456	0,429	0,483	0,456	0,429
L-lisina HCl	0,091	0,097	0,080	0,062	0,097	0,080	0,062
DL- metionina	0,278	0,276	0,305	0,333	0,276	0,305	0,333
L- treonina	0,015	0,015	0,024	0,033	0,015	0,024	0,033
L- valina	0,000	0,000	0,015	0,031	0,000	0,015	0,031
L- arginina	0,000	0,003	0,075	0,147	0,003	0,075	0,147
L-triptofano	0,000	0,000	0,011	0,021	0,000	0,011	0,021
Supl. Vit. Min ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Inerte ²	1,000	1,020	1,020	1,020	1,000	1,000	1,000
Levedura	0,000	0,000	6,000	12,000	0,000	6,000	12,000
CE ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,020	0,020
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
COMPOSIÇÃO CALCULADA							
PB (%)	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
EM (kcal/kg)	3120	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Ca (%)	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
P disp. (%)	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Lisina dig. (%)	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
Met.dig. (%)	0,552	0,551	0,574	0,597	0,551	0,574	0,597
Met+cist. (%)	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840
Treon. dig. (%)	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730
Tript. disp.(%)	0,234	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233
Argin. dig.(%)	1,331	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330
Valina disp.(%)	0,893	0,892	0,892	0,892	0,892	0,892	0,892
Fenil. dig. (%)	0,976	0,975	0,926	0,876	0,975	0,926	0,876
Isol. dig. (%)	0,824	0,822	0,798	0,774	0,822	0,798	0,774
Sódio	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210

121 ¹Níveis de garantia por kg do produto: ácido fólico – 200,00 mg; biotina - 10.000mg;
 122 clorohidroxiquinolina - 7500,00 mg; vitamina A – 1680000,00 UI; vitamina B1 – 436,50 mg; vitamina B12
 123 - 2400,00 mcg; vitamina B2 – 1200,00 mg; vitamina B6 – 624,00 mg; vitamina D3 – 400000,00 UI;
 124 vitamina E - 3500,00 mg ; vitamina K 3 – 360,00 mg; niacina – 8400,00 mg; monensina sódica - 25000,00
 125 mg; ácido pantotênico – 3119,00 mg; cloreto de colina – 80,710 mg; selênio -75,00 mg; sulfato de
 126 ferro 11,250 mg; monóxido de manganês – 18740,00 mg; sulfato de cobre - 1996,00 mg; iodo –
 127 187,47mg; zinco – 17500,00 mg;²inerte-areia lavada; ³CE-complexo enzimático (*α*-galactosidade,
 128 galactomananase, xilanase e *β*-glucanase.)

129

130 O complexo enzimático era composto por *α*-galactosidade,
 131 galactomananase, xilanase e *β*-glucanase, e foi adicionada a ração na
 132 quantidade de 200g/ton.

133 No 1º dia de experimento, os animais (pintainhos machos da linhagem Ross)
134 foram pesados e distribuídos uniformemente nos boxes, com piso coberto com
135 casca de arroz, equipados com bebedouro pendular e comedouro tubular
136 recebendo água e ração à vontade, sob o regime de iluminação de 24 horas de
137 luz (natural+artificial), sendo manejadas conforme manual da linhagem.

138 No 7º e 21º dia foram avaliadas as variáveis de desempenho dos animais
139 (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar).

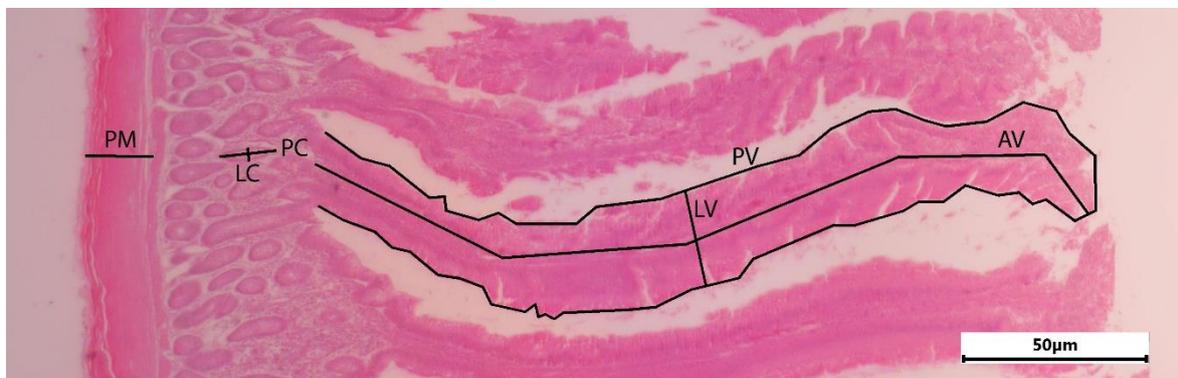
140 Aos 21 dias de idade, realizou a eutanásia de um animal por parcela para a
141 coleta do intestino delgado, para avaliação histomorfométrica. Deste, foram
142 coletados segmentos de 2,0 cm de comprimento do intestino delgado (duodeno;
143 jejuno e íleo, a partir do divertículo de Meckel). Após a coleta, os fragmentos foram
144 abertos longitudinalmente, lavados em água destilada, estendidos pela túnica
145 serosa e fixados em solução de Bouin por 24 horas, seguida de lavagem em água
146 corrente por 12 horas e manutenção deste em álcool 50º GI (Behmer, 2003).

147 Posteriormente, as amostras foram submetidas ao processamento histológico
148 padrão com inclusão em Histopar® (Easypath - Erviegas Ltda.) e posterior secção
149 na espessura de 4µm em micrótomo rotativo semiautomático (Leica® – RM2245),
150 os cortes foram corados com hematoxilina e eosina (Hu et al. 2012, Sousa et al.,
151 2015), a montagem procedeu-se utilizando verniz vitral incolor 500 (Acrilex®) (Paiva
152 et al., 2006).

153 As análises morfométricas dos cortes histológicos foram realizadas utilizando-
154 se o microscópio óptico Trinocular (Nova Optical Systems), com câmera digital
155 TOUPCAM™ (5 Megapixels) acoplada. Para realizar as mensurações utilizou-se o

156 software ToupView® 3.7. As variáveis aferidas foram: perímetro, altura e largura de
157 vilo, profundidade e largura de cripta e espessura da camada muscular da parede
158 Intestinal. Para a obtenção destas medidas foi selecionado o melhor corte de cada
159 lâmina, onde mensurou-se 10 vilos, 10 criptas e 10 paredes.

160 As medidas foram aferidas da seguinte maneira: vilos (V), da base até seu
161 ápice; criptas (C), maiores diâmetros perpendiculares mais próxima do vilo aferido;
162 espessura da musculatura da parede intestinal (PM) da lamina própria até a serosa
163 (Figura 1).



164 **Figura 1.** Fotomicrografia mostrando como as variáveis foram mensuradas,
165 sendo: PM – Espessura da camada muscular da parede Intestinal; LC – Largura
166 da cripta; PC – Profundidade da cripta; LV - Largura do Vilo; AV – Altura do vilo;
167 PV – Perímetro do Vilo. Coloração HE.

168
169 Para a avaliação do rendimento de carcaça foram utilizadas duas aves, de
170 acordo com o peso médio da unidade experimental, e as mesmas foram
171 identificadas e mantidas em jejum por 8 horas. Após esse período foram pesadas
172 para a obtenção do peso em jejum, e então foram abatidas, sangradas,
173 depenadas e evisceradas. Após a retirada dos pés, pescoço e cabeça procedeu-
174 se a pesagem da carcaça limpa e posteriormente dos cortes, separadamente. O
175 rendimento de carcaça foi determinado pela relação entre o peso da carcaça

176 eviscerada, sem pés, cabeça e pescoço e o peso vivo das aves em jejum ao
177 abate. Os principais cortes, peitos, coxas e sobrecoxas, asas e dorso foram pesados
178 e seus rendimentos, calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada.

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

182

$$183 \quad Y_i = \frac{(Q_i \times P_i)}{G_i} \quad (1)$$

184

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

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

188 Qi-quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento, Gi-ganho de
189 peso do i-ésimo tratamento.

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

192

$$193 \quad IEE = \frac{(MCEI) \times 100}{CTEi} \quad (2)$$

194

195

$$196 \quad IC = \frac{(CTEi) \times 100}{MCEi} \quad (3)$$

197

198 Onde: MCEi=Menor custo da ração por quilograma ganho observado entre
199 tratamentos;

200 CTEi=Custo do tratamento i considerado.

201 Para o cálculo da viabilidade econômica considerou-se os seguintes preços
 202 de acordo com o mercado nacional no mês de janeiro de 2016: milho = R\$0,50/kg;
 203 Farelo de soja = R\$ 1,34/kg; Fosfato bicálcico = R\$ 1,10/kg; Óleo de soja = R\$ 3,40/kg;
 204 Calcário = R\$ 0,45/kg; Sal = 0,80/kg; DL-metionina = R\$ 26,35/kg; L-lisina HCl = R\$
 205 13,27/kg; L-treonina = R\$ 10,63/kg; Valina = R\$ 77,89/kg; Triptofano= R\$ 109,08/kg;
 206 Arginina= R\$ 210,00/kg; Suplemento mineral e vitamínico 13,70/kg; Levedura= R\$
 207 1,55/kg; Complexo enzimático= R\$ 72,00/kg; frango vivo R\$ 3,10/kg.

208 Os dados de desempenho, rendimento de carcaça e histomorfometria
 209 foram submetidos à análise da variância pelo procedimento GLM do SAS (Statistical
 210 Analysis System, 9.0). Utilizou-se o teste de Dunnett ($\alpha=0,05$), para verificar
 211 diferenças significativas entre o tratamento controle positivo e os fatoriais levedura
 212 e complexo enzimático. As estimativas do nível de levedura foram estabelecidos
 213 por meio de modelos de regressão linear e polinomial. As médias foram
 214 comparadas pelo teste SNK com $\alpha=0,05$.

215

216 **Resultados e discussão**

217 Não foi observada interação entre o complexo enzimático (CE) e os níveis
 218 de levedura (NL), para as variáveis consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e
 219 conversão alimentar (CA) na fase de 1 a 7 dias de idade das aves (Tabela 3).

220

221 **Tabela 3.** Efeito dos níveis de levedura da cana- de- açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) com ou sem
 222 adição do complexo enzimático sobre o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão
 223 alimentar (CA) de frangos de corte nas fases de 1 a 7 e 1 a 21 dias de idade

Variáveis	CP	CN	Níveis de levedura (%)			Média	CV (%)	P>F		
			0	6	12			CE	NL	CE*NL
<i>1 a 7 dias</i>										
		Sem	131	143	142	137	6,26	0,1172	0,0099	0,8068

CR (g/ave)	133*	Com Média ¹	137 134	145 144	150* 146	144				
GP (g/ave)	114	Sem Com Média	107 115 111	110 106 108	108 113 110	105 111	7,53	0,3809	0,7768	0,2424
CA (g/g)	1,17*	Sem Com Média ²	1,24 1,19 1,21	1,30 1,37* 1,34	1,32 1,33* 1,33	1,31 1,30	7,60	0,7357	0,0174	0,4433
<i>1 a 21 dias</i>										
CR (g/ave)	897	Sem Com Média ³	867 870 869	904 902 903	915 916 915	893 896	3,14	0,9601	0,0028	0,9813
GP (g/ave)	659*	Sem Com Média ⁴	650 628 639	613* 624 618	613* 612* 612	623 621	3,09	0,5430	0,0117	0,1745
CA (g/g)	1,36*	Sem Com Média ⁵	1,34 1,38 1,36	1,48* 1,45 1,46	1,49* 1,50* 1,50	1,44 1,44	4,05	0,7170	<0,0001	0,3191

224 *Difere da média do tratamento controle positivo pelo teste Dunnett ($p < 0,05$). Médias com mesma
225 letra maiúscula nas linha e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de SNK
226 ($p < 0,05$); CP= Controle positivo; CN=controle negativo; CV=coeficiente de variação; CE=completo
227 enzimático; NL=níveis de levedura; ¹(CR = 135,13 + 1,036NL, $R^2 = 0,87$); ²(CA = 1,236 + 0,009NL², $R^2 = 0,69$); ³(CR
228 = 872,11 + 3,93NL, $R^2 = 0,92$); ⁴(GP = 636,88 - 2,24NL, $R^2 = 0,90$); ⁵(CA = 1,371 + 0,0113NL, $R^2 = 0,94$).

229

230 O consumo de ração e conversão alimentar ($p < 0,05$) foram influenciados
231 pelo nível de inclusão de levedura na dieta. Houve aumento ($p < 0,05$) no consumo
232 de ração (CR = 135,13 + 1,036NL, $R^2 = 0,87$) e na conversão alimentar (
233 CA = 1,235 + 0,009NL, $R^2 = 0,69$) à medida que aumentou os níveis de levedura na dieta
234 . O aumento no consumo, em níveis mais altos de levedura pode ser atribuído à
235 maior demanda de nutrientes e energia considerando a rigidez e baixa
236 digestibilidade da parede celular da mesma (Freitas et al., 2013), visto que, as aves
237 não obtiveram acréscimo no ganho de peso.

238 Segundo Perdomo et al. (2004), o baixo aproveitamento da parede celular
239 da levedura pelos animais reduz a digestibilidade dos nutrientes da ração e,
240 conseqüentemente, o seu valor energético. Considerando que a energia é o
241 principal fator que controla o consumo de alimento pelos frangos de corte (Leeson

242 & Summers, 2001) e que houve redução da densidade energética das dietas(CN),
243 essa influência sobre o consumo foi potencializada, pois os animais necessitaram
244 buscar mais alimento para atender suas exigências energéticas em razão do
245 menor aproveitamento da ração.

246 O confronto dos dados de consumo de ração e conversão alimentar do
247 tratamento controle positivo em relação ao controle negativo com 12% de
248 levedura reforçam esta afirmativa. Observa-se que as aves alimentadas com o
249 controle negativo e 12% de levedura com complexo enzimático apresentaram
250 maior consumo de ração ($p<0,05$), enquanto o controle negativo com 6% e 12%
251 de levedura com enzima, demonstraram elevada conversão alimentar aos 7 dias
252 de idade em relação as aves alimentadas com controle positivo.

253 A adição do complexo enzimático não exerceu influência sobre as variáveis
254 de desempenho na fase de 1 a 7 dias. Na fase total (1 a 21 dias), não foi observada
255 interação entre os níveis de levedura e a adição do complexo enzimático nas
256 dietas para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (Tabela 3).

257 Os níveis de levedura (0, 6 e 12%) proporcionaram aumento ($p<0,05$) no
258 consumo de ração e conversão alimentar, além de redução no ganho de peso.

259 Houve efeito linear crescente ($p<0,05$) para consumo de ração
260 ($CR=872,11+3,936NL$, $R^2=0,92$) e conversão alimentar ($CA=1,371+0,113NL$, $R^2=0,94$)
261 das aves com a inclusão da levedura nas dietas , e efeito linear decrescente para
262 ganho de peso ($GP=636,88-2,24NL$, $R^2=0,90$) na fase de 1 a 21 dias de idade. O
263 comportamento observado na conversão alimentar dos frangos de corte
264 alimentados com os diferentes níveis de inclusão de levedura pode ser atribuído ao

265 menor aproveitamento dos nutrientes da ração, visto que o aumento no consumo
266 de ração não foi acompanhado de um aumento no ganho de peso.

267 Resultado semelhante ao encontrado por Silva et al. (2003) que constataram
268 que a inclusão de levedura na ração até 10% proporcionou perdas no
269 desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

270 Para os nutrientes serem aproveitados metabolicamente, os ingredientes das
271 rações devem ser degradados e absorvidos. Sendo assim, uma menor
272 disponibilidade de nutrientes nas rações contendo níveis de até 12% de levedura
273 de cana-de-açúcar seria a responsável pelo menor ganho de peso na fase inicial.

274 A adição de enzima não exerceu influência sobre as variáveis consumo de
275 ração, ganho de peso e conversão alimentar. As principais enzimas envolvidas na
276 degradação da célula da leveduras, são α -1,3 glucanases, α -1,6 glucanases,
277 mananases, proteases e quitinases, uma vez que a parede é composta
278 principalmente pelos polímeros α -1,3 glucana, α -1,6 glucana, mananoproteínas e
279 pouca quantidade de quitina (Fleuri & Sato, 2007). No entanto, nesse estudo o uso
280 do complexo enzimático contendo as enzimas α -galactosidade,
281 galactomananase, xilanase e α -glucanase não se mostrou eficiente em auxiliar no
282 aproveitamento da levedura pelos animais, podendo estar relacionado a
283 quantidade de substrato e enzima, visto que o complexo utilizado não apresenta
284 matriz nutricional para dietas com levedura

285 Contudo, para Rodríguez-Peña et al. (2013) somente duas enzimas são
286 essenciais para o rompimento da célula: a protease lítica específica, que degrada
287 a camada externa de mananoproteína, e a α -1,3 glucanase lítica, que degrada a

288 camada interna de glucana. Essa justificativa parte do princípio de que a ação de
289 proteases produz um aumento na porosidade da parede celular permitindo o
290 acesso da atividade lítica, a glucanase agindo sinergicamente na lise da parede
291 celular (Fleuri & Sato, 2010).

292 Aos 21 dias de idade os animais que receberam ração com 6% e 12% de
293 levedura sem enzima e 12% de levedura com enzima manifestaram menor ganho
294 de peso e aumento na conversão alimentar ($p < 0,05$) quando comparado aos
295 animais que receberam a dieta controle positivo.

296 O ganho de peso e conversão alimentar dos frangos de 1 a 21 dias de idade
297 ingerindo dieta com 6% de levedura e complexo enzimático assemelhou-se
298 àquelas com controle positivo, indicando que o complexo pode ter atuado sobre
299 a levedura minimizando as perdas de desempenho. Todavia, as mesmas variáveis
300 das aves ingerindo dieta com 6% de levedura sem enzima, com 12 de levedura
301 com e sem enzima foram diferentes do controle positivo, isso pode indicar que
302 talvez a dosagem de 200g/ton do complexo enzimático não foi suficiente em
303 função do aumento do substrato nas dietas com 12% de levedura.

304 Observa-se que o desempenho de aves que consumiram dietas controle
305 positivo foi semelhante ao controle negativo com e sem complexo enzimático, e
306 que a adição de enzima não promoveu diferenças no controle negativo. Fatores
307 como quantidade de substrato específico e dosagem do complexo enzimático
308 tem papel relevante nos benefícios proporcionado pelas enzimas exógenas no
309 desempenho animal (Mourão & Pinheiro, 2009).

310 A dieta controle negativo possui polissacarídeos não amiláceos, em sua
311 composição, em virtude de ser formulada com milho e farelo de soja, ingredientes
312 que, segundo Knudsen (2014) possui cerca de 0,1% de glucanos e 1,4% de mananos
313 respectivamente. Considerando que estes compostos são os principais substratos
314 para as enzimas que compõe o complexo enzimático em estudo, esses valores são
315 bem inferiores aos presentes na levedura íntegra, cerca de 35-40% de
316 mananoproteínas, 50-55% de glucanos (Aquino et al., 2012).

317 Quando há baixa quantidade de substrato específico para a enzima
318 exógena na dieta, pode haver aumento das perdas endógenas e por conseguinte,
319 perdas no desempenho. Essa justificativa parte de precedentes nos estudos de
320 Cowieson et al. (2006) que observaram que algumas enzimas exógenas podem
321 aumentar a secreção endógena de nutrientes como os aminoácidos, em virtude
322 de interação direta com o trato intestinal.

323 Para Gonal et al. (2004) e Mourão & Pinheiro (2009) avaliando o uso de
324 enzimas exógenas não observaram melhora no desempenho de frangos de corte
325 e justificaram que a ausência de resposta é em virtude da baixa dose do aditivo
326 na ração. Para eles, a adição de doses mais elevadas das enzimas poderia trazer
327 ganhos potenciais no desempenho.

328 A queda no desempenho com o uso da levedura pode estar associada
329 também a baixa capacidade de produção enzimática endógena nos primeiros
330 dias de vida das aves (Noy & Sklan, 2002), que interferem significativamente na
331 utilização dos alimentos, resultando no comprometimento do desempenho,
332 sobretudo porque a levedura é caracterizada pela baixa digestibilidade pelos

333 animais não ruminantes (Rostagno et al., 2011) e por consequência potencializa a
 334 queda no desempenho nesta fase.

335 De acordo com Longo et al. (2005), frangos de corte nas primeiras semanas
 336 de vida possuem baixa capacidade de produzir enzimas pancreáticas, em virtude
 337 do desenvolvimento imaturo do trato gastrintestinal. Além da baixa produção
 338 enzimática nesta fase (Longo et al. 2005), a adição de enzimas exógenas nas dietas
 339 de frangos de corte pode reduzir a síntese de outras enzimas pelo pâncreas
 340 (Zanella et al., 1999; Lima et al., 2007) ou as mesmas podem sofrer desnaturação
 341 no trato intestinal, o que poderia ter influenciado na resposta animal, apesar de
 342 não ter sido objeto de estudo nesta pesquisa.

343 Ribeiro et al. (2011) avaliando a atividade das enzimas exógenas durante a
 344 passagem pelo trato gastrintestinal das aves observaram que houve redução na
 345 eficiência das mesmas ao passar pelo proventrículo demonstrando portanto, serem
 346 sensíveis à desnaturação sob condições ácidas. Porém, nesse estudo não foi
 347 avaliada a atividade enzimática.

348 Os valores relativos de rendimento de carcaça e dos cortes aos 21 dias de
 349 idade estão apresentados na tabela 4.

350 **Tabela 4.** Valores relativo de rendimento de carcaça e cortes (%) de frangos de corte alimentados
 351 com dietas contendo diferentes níveis de levedura e adição do complexo enzimático aos 21 dias
 352 de idade

Variável (%)	CP	CN	Níveis de levedura (%)			MÉDIA	CV (%)	P>F		
			0	6	12			CE	NL	CE*NL
RCARC	67	Sem	67,00	66,00	66,00	66,00	1,62	0,172	0,462	0,449
		Com	66,00	67,00	66,00	66,00				
		Média	66,00	67,00	66,00					
RP	32	Sem	32,00	32,00	32,00	32,00	3,90	0,658	0,166	0,084
		Com	31,00	32,00	34,00	32,00				
		Média	32,00	32,00	33,00					
RCX	14,71	Sem	14,50	14,83	14,58	14,64	4,51	0,891	0,439	0,712
		Com	14,77	14,88	14,36	14,67				

		Média	14,63	14,86	14,47					
RSCX	16,88	Sem	15,98	16,22	15,70	15,97	5,89	0,599	0,623	0,801
		Com	16,05	15,73	15,58	15,79				
		Média	16,02	15,98	15,64					
RASA	12,02	Sem	12,73	12,21	12,58	12,50	4,83	0,601	0,053	0,732
		Com	12,59	12,59	11,88	12,36				
		Média	12,66	12,40	12,23					
RD	0,11	Sem	0,11	0,10	0,10	0,10	5,65	0,988	0,217	0,124
		Com	0,10	0,10	0,10	0,10				
		Média	0,11	0,10	0,10					

353 RCARC- rendimento de carcaça; RP- rendimento de peito. RCX- rendimento de coxa; RSCX -rendimento
354 de sobrecoxa; RASA- rendimento de asa; RD- rendimento de dorso; CP= Controle positivo; CN=controle
355 negativo; NL-nível de levedura; CV- coeficiente de variação; FV- fonte de variação; CE=completo
356 enzimático;
357

358 Não foi observada interação entre os níveis de levedura e a suplementação
359 com complexo enzimático para todas as variáveis de rendimento de carcaça e
360 cortes indicando que a levedura pode ser utilizada em até 12% de inclusão para
361 frangos de corte sem adicionar enzimas, pois não acarreta perdas no rendimento
362 de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa, asa e dorso das aves.

363 A suplementação com o complexo enzimático também não exerceu efeito
364 significativo sob o rendimento de carcaça e cortes (Tabela 4), apesar de observar
365 uma tendência ($p < 0,1$) de interação entre o efeito da inclusão da levedura e
366 complexo enzimático, indicando um aumento no rendimento de peito a medida
367 que se aumentou a inclusão de levedura em dietas com completo enzimático.

368 Não houve efeito significativo sob o rendimento de carcaça e cortes dos
369 animais com o fornecimento de até 12% de levedura nas dietas na fase de 21 dias.
370 Resultados semelhantes foram observados por Grangeiro et al. (2001) e Silva et al.
371 (2003) que não observaram efeito significativo sobre o rendimento de carcaça
372 quando forneceram níveis crescentes de levedura de cana-de-açúcar no nível de
373 até 10% de inclusão.

374 Na Tabela 5 pode-se observar as médias obtidas para as variáveis
 375 morfométricas do duodeno de frangos de corte aos 21 dias de idade. Não houve
 376 interação entre os níveis de levedura e o complexo enzimático para as variáveis
 377 profundidade de cripta (PC), altura de vilo (AV), largura de cripta (LC), largura de
 378 vilo (LV), espessura da camada muscular da parede intestinal (PM), perímetro de
 379 vilo (PV) e relação vilo/cripta.

380 **Tabela 5.** Efeito dos níveis de levedura e adição do complexo enzimático sobre as variáveis
 381 morfométricas da mucosa duodenal aos 21 dias

Variável(µm)	CP	CN	Níveis de levedura (%)			MÉDIA	CV (%)	NL	P>F	
			0	6	12				CE	CE*NL
PC	211	Sem	209	256	273	246	25,16	0,6865	0,1556	0,1735
		Com	238	198	214	217				
		Média	224	227	244					
AV	1015	Sem	994	1033	1000	1009	15,61	0,7743	0,1265	0,6958
		Com	879	979	976	944				
		Média	937	1006	988					
LC	53	Sem	61	56	65	61	10,98	0,5617	0,4381	0,1350
		Com	59	63	63	62				
		Média	60	60	64					
LV	204	Sem	235	240	256	244	24,70	0,6777	0,0755	0,9558
		Com	201	191	218	203				
		Média	218	216	237					
PM	222	Sem	150	184	155	163b	22,38	0,6693	0,0237	0,5929
		Com	198	207	209	205a				
		Média	174	196	182					
PV	2216	Sem	2270	2378	2249	2299	16,02	0,6911	0,0814	0,6484
		Com	1910	2193	2176	2093				
		Média	2090	2285	2213					
AV/PC	4,95	Sem	4,77	4,02	3,83	4,20	25,68	0,8105	0,3628	0,2263
		Com	4,08	5,19	4,63	4,63				
		Média	4,43	4,60	4,23					

382 Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de SNK
 383 ($p < 0,05$); CP= Controle positivo; CN=Controle negativo; CV=Coeficiente de variação; CE=Complexo
 384 enzimático; NL=níveis de levedura; (PC)= Profundidade de cripta; (AV)= altura de vilo; (LC)=Largura de
 385 cripta; (LV)=Largura de vilo (PM)= Parede muscular (PV)= Perímetro de vilo; (AV/PC)= relação vilo cripta

386

387 Observou-se que, a parede muscular intestinal dos animais que não
 388 receberam o complexo enzimático mostrou-se mais fina em relação aos animais
 389 que receberam a mistura enzimática na ração.

390 Assim como o aumento anormal, a redução da parede muscular de forma
 391 acentuada pode ser em resposta fisiológica à algum agente externo ao meio,
 392 como microrganismos patogênicos e substâncias antinutricionais. Bonapaz et al.
 393 (2010) observaram redução da espessura de parede intestinal no grupo de aves
 394 infectadas propositalmente com microrganismos em relação ao grupo controle.

395 As enzimas exógenas estimulam a mucosa intestinal por reduzirem a
 396 quantidade de substrato disponível para proliferação bacteriana, pois menor
 397 quantidade de substrato resulta em menor quantidade de bactérias (Oliveira et al.,
 398 2009). As aves que ingeriram rações sem complexo enzimático tiveram,
 399 possivelmente, maior carga bacteriana no intestino, o que pode ter causado
 400 redução na espessura da parede.

401 Não houve efeito da inclusão da levedura sobre nenhuma variável
 402 morfométrica do duodeno as 21 dias de idade.

403 A análise morfométrica do jejuno (Tabela 6), não demonstrou interação
 404 significativa entre a enzima e levedura sobre as variáveis estudadas.

405 **Tabela 6.** Efeito dos níveis de levedura e adição do complexo enzimático sobre as variáveis
 406 morfométricas da mucosa jejunal aos 21 dias

Variável(µm)	CP	CN	Níveis de levedura (%)			MÉDIA	CV (%)	NL	P>F	
			0	6	12				CE	CE*NL
PC	187	Sem	190	192	200	194	20,29	0,9088	0,1879	0,9024
		Com	180	170	176	175				
		Média	185	181	188					
AV	724	Sem	750	824	908	827	19,42	0,3619	0,3563	0,6844
		Com	767	742	810	773				
		Média	758	783	859					
LC	59	Sem	67	61	65	64	13,63	0,4363	0,5575	0,0900
		Com	63	69	55	62				
		Média	65	65	60					
LV	185	Sem	220	237	197	218	24,44	0,4243	0,6062	0,8487
		Com	220	212	192	208				
		Média	220	224	194					
PM	144*	Sem	156	190	237*	194	19,69	0,1046	0,8050	0,0784
		Com	196	203	194	198				

		Média	176	196	215					
PV	1584	Sem	1710	1812	2036	1853	17,07	0,3102	0,6808	0,6887
		Com	1797	1733	1882	1804				
		Média	1754	1773	1959					
AV/PC	4,03	Sem	4,02	4,43	4,58	4,34	26,91	0,5861	0,5718	0,9885
		Com	4,34	4,53	4,94	4,60				
		Média	4,18	4,48	4,76					

407 *Difere da média do tratamento controle positivo pelo teste Dunnett ($p < 0,05$); CP= Controle positivo;
408 CN=controle negativo; CV=coeficiente de variação; CE=complexo enzimático; NL=níveis de
409 levedura; (PC)= Profundidade de cripta; (AV)= altura de vilo; (LC)=largura de cripta; (LV)= largura
410 de vilo (PM)= parede muscular (PV)= perímetro de vilo; (AV/PC)= relação vilo cripta

411

412 Os diferentes níveis de levedura nas dietas não alterou as medidas das
413 estruturas da mucosa jejunal aos 21 dias de idade, contudo, foi observado que as
414 aves pertencentes ao grupo com 12% de levedura sem o complexo enzimática
415 apresentaram parede muscular mais espessa em relação ao grupo controle
416 positivo ($p < 0,05$).

417 A presença principalmente dos PNAs na dieta resultar em aumento na
418 quantidade e peso de digesta, causando aumento da camada muscular
419 longitudinal (Brenes et al., 2002), que é uma das camadas responsáveis pela
420 peristalse, justificando o aumento da espessura da parede, como uma
421 manifestação fisiológica do organismo para manter o fluxo da digesta. A ativação
422 da musculatura lisa presente na parede muscular, induz a um estado de
423 hipercontratibilidade para expulsão da digesta do trato (Bauer, 2008). Além disso,
424 pode ter havido uma maior proliferação de microrganismo que pode ter
425 contribuído para esse resultado, pois de acordo com Oliveira et al. (2008) a
426 proliferação de bactérias oportunistas no intestino das aves desgasta a mucosa
427 intestinal e reduz a quantidade de nutrientes disponível para absorção.

428 Não houve efeito significativo para o uso do complexo enzimático sobre as
 429 variáveis estudadas neste segmento do intestino delgado, demonstrando que o
 430 mesmo não se mostrou como um agente estressante da mucosa jejunal nesta fase.

431 Não houve interação significativa entre a levedura e o complexo enzimático
 432 (Tabela 7) para as variáveis morfométricas do íleo aos 21 dias.

433 **Tabela 7.** Efeito dos níveis de levedura e adição do complexo enzimático sobre as variáveis
 434 morfométricas da mucosa íleal aos 21 dias

Variável (µm)	CP	CN	Níveis de levedura (%)			MÉDIA	CV (%)	NL	P>F	
			0	6	12				CE	CE*NL
PC	131	Sem	148	118	140	135	30,44	0,9317	0,4632	0,4146
		Com	116	133	120	123				
		Média	132	126	130					
AV	562	Sem	664	551	530	581	21,71	0,1774	0,5901	0,5826
		Com	588	490	583	554				
		Média	626	521	557					
LC	63	Sem	64	68	68	67a	12,27	0,8965	0,0281	0,4737
		Com	62	60	56	59b				
		Média	63	64	62					
LV	260	Sem	206	224	255	228	23,36	0,4657	0,0696	0,6192
		Com	178	204	186	190				
		Média	192	214	221					
P	147	Sem	153	133	155	147	25,66	0,0984	0,0705	0,3651
		Com	163	149	223	178				
		Média	158	141	189					
PV	1358	Sem	1485	1278	1280	1348	20,63	0,2690	0,5724	0,6060
		Com	1329	1135	1390	1285				
		Média	1407	1207	1335					
AV/PC	4,30	Sem	4,91	4,75	3,83	4,50	19,95	0,1538	0,8537	0,0922
		Com	5,10	3,71	4,88	4,56				
		Média	5,00	4,23	4,35					

435 Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p < 0,05$);
 436 CP= Controle positivo; CN=controle negativo; CV=coeficiente de variação; CE=complexo enzimático;
 437 NL=níveis de levedura; (PC)= Profundidade de cripta; (AV)= altura de vilos; (LC)=largura de cripta; (LV)=
 438 largura de vilos (PM)= parede muscular (PV)= perímetro de vilos; (AV/PC)= relação vilos cripta

439
 440 Contudo, houve efeito significativo para largura de cripta com a adição do
 441 complexo enzimático na dieta ($p < 0,05$), embora não tenha havido modificação
 442 nas dimensões dos vilos. Com o fornecimento do complexo enzimático observou-
 443 se menor largura de cripta no íleo em comparação as dietas sem o complexo
 444 enzimático, indicando que provavelmente as enzimas exógenas atuaram nessa

445 região reduzindo os efeitos adversos dos PNAs como por exemplo a viscosidade e
446 proliferação de microrganismos oportunistas.

447 As enzimas exógenas agem beneficiando a mucosa por meio da redução
448 da viscosidade das dietas ricas em polissacarídeos não amiláceos solúveis e
449 degradação de substratos que seriam utilizados para a proliferação das bactérias
450 oportunistas neste segmento do intestino (Oliveira et al., 2009). Harvatovic et
451 al.(2015) ao avaliarem a inclusão de enzimas exógenas em dietas com farelo de
452 girassol, que possui grandes quantidades de PNA solúveis, observaram que a
453 viscosidade da digesta aumenta do sentido proximal para o distal do intestino e
454 que a atividade do complexo enzimático foi mais efetivo na redução da
455 viscosidade no íleo.

456 Desta forma, acredita-se que o complexo enzimático foi mais efetivo em
457 atenuar os efeitos da viscosidade da digesta, melhorando as condições no lúmen
458 reduzindo a proliferação das bactérias, beneficiando a mucosa intestinal. Segundo
459 Padihari et al. (2014) uma cripta rasa é um indicador da capacidade do intestino
460 delgado requer menos nutrientes e energia para a regeneração da mucosa e,
461 permite que as células intestinais produzam enzimas digestivas e melhorem a
462 absorção de nutrientes. Deste modo, a conservação do tamanho dos vilos e, a
463 menor largura da cripta remetem à manutenção das capacidades digestiva e
464 absorptiva intestinal.

465 O fornecimento de levedura não afetou as estruturas da mucosa intestinal
466 do íleo no período de 21 dias.

467 Não houve interação entre os níveis de levedura e complexo enzimático
 468 para custo médio de ração por quilograma de peso vivo ganho (CMR/Kg), índice
 469 de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) (Tabela 8).

470 Tabela 8. Viabilidade econômica em dietas com levedura da cana-de-açúcar e complexo
 471 enzimático no período de 1 a 21 dias

VARIÁVEL	CP	CN	Níveis de levedura (%)			MÉDIA	CV (%)	P>F		
			0	6	12			CE	NL	ENZ*NL
CMR/Kg (R\$)	1,59*	Sem	1,56	1,99*	2,32*	1,96	3,84	0,7467	<,0001	0,7475
		Com	1,58	1,97*	2,35*	1,97				
		Média ¹	1,57	1,98	2,34					
IEE (%)	85,41*	Sem	87,55	68,62*	58,60*	71,59	4,75	0,6787	<,0001	0,8007
		Com	86,13	69,20*	57,89*	71,07				
		Média ²	86,84	68,91	58,24					
IC (%)	117,10*	Sem	114,73	146,08*	170,73*	143,85	3,84	0,7455	<,0001	0,7475
		Com	116,14	144,58*	172,82*	144,51				
		Média	115,44	145,33	171,78					

472 *Difere da média do tratamento controle positivo pelo teste Dunnett ($p < 0,05$); Médias com letras
 473 diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p < 0,05$); CP= Controle positivo;
 474 CN=controle negativo; CV=coeficiente de variação; CE=complexo enzimático; NL=níveis de
 475 levedura; CMR/Kg= custo médio da ração por kg de peso vivo produzido; IEE= índice de
 476 eficiência econômica; ¹CMR=0,063NL +1,57, $R^2 = 0,95$; ²IEE= -2,3829NL + 85,628, $R^2 = 0,97$;
 477 ³IC=4,6951NL +116,0, $R^2 = 0,99$.

478
 479 Observa-se efeito significativo ($p < 0,05$) com inclusão de levedura nas dietas,
 480 com aumento no custo médio e índice de custo da ração, e redução na
 481 viabilidade da ração. Houve efeito linear ($p < 0,05$) crescente para o custo médio
 482 da ração (CMR=0,063NL +1,57, $R^2 = 0,95$), índice de custo (IC=4,6951NL +116,0,
 483 $R^2 = 0,99$) e efeito linear decrescente para eficiência econômica (IEE=-2,3829NL +
 484 85,628, $R^2 = 0,97$). Sendo assim, não é economicamente viável a inclusão de
 485 levedura acima de 6% nas dietas para frangos de corte com os preços
 486 especificados nesta pesquisa.

487 Apenas os tratamentos controle negativo com e sem o complexo enzimático
 488 obtiveram índices econômicos semelhante ao controle positivo. A inclusão do
 489 complexo enzimático não alterou os índices avaliados. SOUSA et al. (2014) em seus

490 estudos com alimento alternativo e complexo enzimático para frangos de corte
491 observaram comportamento econômico semelhante aos deste trabalho.

492

493 **Conclusões**

494 O uso de 6 e 12% de levedura nas dietas prejudica o desempenho de frangos
495 de corte de 1 a 21 dias.

496 A adição do complexo enzimático em dietas redução de 70kcal da
497 exigência e adição de 6% de levedura mantém o desempenho das aves
498 semelhante às aquelas que receberam dietas com o atendimento da exigência
499 nutricional.

500 A inclusão de levedura e complexo enzimático não prejudica o rendimento
501 de carcaça e a morfometria intestinal dos frangos de corte.

502 A adição do complexo enzimático beneficia a mucosa do íleo.

503 A inclusão da levedura em mais de 6% não foi economicamente viável no
504 período de 1 a 21 dias no período da pesquisa.

505

506 **Referências**

507 Aquino, A.A., Alves, M.P., Santos, J.P.F., Feliciano, R.A.R., Pipcoli, R.H., Saad, F.M.O.B.
508 2012. Efeitos do extrato de parede de levedura em dieta Seca sobre a
509 microbiologia, ácidos graxos de Cadeia curta e redução do odor das fezes de
510 gatos Adultos. *Ciência Animal Brasileira* 13:479-486.

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

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

517 Bauer, A.J. 2008. Mentation on the immunological modulation of gastrointestinal
518 motility. *Neurogastroenterol Motility* 20:81-90.

519 Behmer, O. A., Tolosa, E. M. C., Neto, A. G. F., Rodrigues, C. J. Manual de Técnicas
520 para histologia normal e patológica. Manole Ltda. 2ª ed.–Barueri, SP: Manole, 2003.
521 331p.

522 Bellaver, C., Fialho, E. T., Protas, J. F. S., Gomes, P. C. 1985. Radícula de malte na
523 alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária*
524 *Brasileira* 20:969-974.

525 Bonapaz, R.S., Hermes-Uliana C., Santos, F.N., Silva A.V., Araújo E.J.A., S.D.M.G. 2010.
526 Effects of infection with *Toxoplasma gondii* oocysts on the intestinal wall and the
527 myenteric plexus of chicken (*Gallus gallus*). *Pesquisa Veterinária Brasileira* 30:787-
528 792.

529 Brenes, A., Marquardt, R.R., Guenter, W. 2002. Effect of enzyme addition on the
530 performance and gastrointestinal tract size of chicks fed lupin seed and their
531 fractions. *Poultry Science* 81:670-678.

532 Cowieson, A.J., Acamovic, T., Bedford, M.R. 2006. Using the precision-feeding
533 bioassay to determine the efficacy of exogenous enzymes: A new perspective.
534 *Animal Feed Science and Technology* 129:149–158.

535 Esmailipour, O., Shivazad, M., Moravej, H., Aminzadeh, S., Rezaian, M., Krimpen,
536 M.M. 2011. Effects of xylanase and citric acid on the performance, nutrient retention,
537 and characteristics of gastrointestinal tract of broilers fed low-phosphorus wheat-
538 based diets. *Poultry Science* 90:1975-1982.

539 Fleuri, L.F., Sato, H.H. 2007. α -1,3 glucanase. *Biotecnologia: Ciência e*
540 *Desenvolvimento* 37:40-43.

541 Fleuri, L.F., Sato, H.H. 2010. Produção de protoplastos e lise da parede celular de
542 leveduras utilizando α -1,3 glucanase *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30:471-476.

543 Freitas, E. R., Lima, R.C., Silva, R.B., Sucupira, F.S., bezerra, R.M. 2013. Substituição do
544 farelo de soja por levedura de cana-de-açúcar em rações para frangos de corte.
545 *Revista Ciência Agronômica* 44:174-183.

546 Gonal, M., Yasar, S., Forbes, J.M. 2004. Performance and some digesta parameters
547 of broiler chickens given low or high viscosity wheat-based diets with or without
548 enzyme supplementation. *Turk Journal Veterinary Animal Science* 28:323-327.

549 Grangeiro, M.G.A., Fuentes, M.F.F., Freitas, E.R., Espíndola, G.B., Souza, F.M. 2001.
550 Inclusão da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas
551 para frango de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30:766-773.

552 Horvatovic, M.P., Glamocic, D., Zikic, D., Hadnadjev, T.D. 2015. Performance and
553 some intestinal functions of broilers fed diets with different inclusion levels of
554 sunflower meal and supplemented or not with enzymes. *Brazilian Journal of Poultry*
555 *Science* 17:25-30.

- 556 Hu, C. H., Gu, L.Y., Luan, Z.S., Song, J., Zhu, K. 2012. Effects of montmorillonite–zinc
557 oxide hybrid on performance, diarrhea, intestinal permeability and morphology of
558 weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology* 177:108-115.
- 559 Knudsen, K.E.B.2014. Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in
560 common crops used in broiler diets. *Poultry Science* 93:2380-2393.
- 561 Leeson, S., Summers, J.D. 2001. *Nutrition of the chicken*. University Books, Ontario,
562 Canada, 413p.
- 563 Lima, M.R., Silva, J.H.V., Araujo, J.A., Lima, C.B., Oliveira, E.R.A. 2007. Enzimas
564 exógenas na alimentação de aves. *Acta Veterinária Brasileira* 1:99-110.
- 565 Longo, F. L., Menten, J. F. M., Pedroso, A. A., Figueiredo, A. N., Racanipci, A. M. C.,
566 Gaiotto, J. B., Sorbara, J. O. B. 2005. Diferenças fontes de proteína na dieta pré-
567 inicial de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34:112-122.
- 568 Lopes C.C., Rabello C.B.V., Silva Júnior V.A., Holanda M.C.R., Arruda E.M.F. & Silva
569 J.C.R. 2011. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia
570 intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-
571 açúcar. *Acta Scientiarum Animal Science* 33:33-40.
- 572 Mourão, J.L.T.A.M., Pinheiro, V.M.C. 2009. Efeitos do centeio, do trigo e da
573 suplementação com xilanases sobre o valor nutricional de dietas e o desempenho
574 de frangos corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38:2417-2424.
- 575 Noy Y., Sklan D., 2002. Nutrient use in chicks during the first week posthatch. *Poultry*
576 *Science*, 81:391-399.
- 577 Oliveira, M.C., Cancherini, L.C., Marques, R.H., Gravena, R.A., Moraes, V.M.B. 2009.
578 Mananoligossacarídeos e complexo enzimático em dietas para frangos de corte.
579 *Revista Brasileira de Zootecnia* 38:879-886.
- 580 Oliveira, M.C., Marques, R.H., Gravena, R.A., Moraes, V.M.B. 2008. Morfometria do
581 intestino delgado de frangos tratados com dietas adicionadas de
582 mananoligossacarídeo e complexo enzimático *Revista Biotemas*, 21:135-142.
- 583 Padihari,V.P., Tiwari, S.P., Sahu,T., Gendley, M.K., Surendra, K.N. 2014. Effects of
584 Mannan Oligosaccharide and *Saccharomyces cerevisiae* on Gut Morphology of
585 Broiler Chickens. *Journal of World's Poultry Research* 4:56-59.
- 586 Paiva, J. G. A., Carvalho, S. M. F., Magalhães, M. P., Ribeiro, D. G; 2006.Verniz vitral
587 incolor 500: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. *Acta*
588 *Botânica Brasileira* 20: 257-264.
- 589 Perdomo, M.C., Vargas, R.E., Campos, J.G. 2004.Valor nutritivo de la levadura de
590 cerveceria (*Saccharomyces cerevisiae*) y de sus derivados, extracto y pared
591 celular, en la alimentacion aviar. *Archivos Latino americano Production Animale*
592 12:85-89.
- 593 Ribeiro,T., Lordelo, M.M.S., Ponte, P.I.P., Maçãs, B., Prates, J.A.M., Aguiar Fontes,M.,
594 Falcão, L., Freire, J.P.B., Ferreira, L.M.A., Fontes, C.M.G.A. 2011. Levels of endogenous

595 α -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to
596 supplement barley-based diets for poultry. *Poultry Science* 90:1245-1256.

597 Rodríguez-Peña, J. M., Díez-Muñoz, S., Bermejo, C., Nombela, C., Arroyo, J. 2013.
598 Activation of the yeast cell wall integrity MAPK pathway by zymolyase depends on
599 protease and glucanase activities and requires the mucin-like protein Hkr1 but not
600 Msb2. *Febs Letters* 587:3675–3680.

601 Ross 308. Broiler: Nutrition Specification, 2007.

602 Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C.,
603 Ferreira, A. S., Barreto, S. L. T., Euclides, R. F. 2011. *Tabelas brasileiras para aves e*
604 *suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. UFV, Viçosa, Brasil, 252
605 p.

606 Silva, J. D. B., Guim, A., Silva, L. P. G. 2003. Utilização de diferentes níveis de levedura
607 (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas e seus efeitos no desempenho, rendimento
608 da carcaça e gordura abdominal em frangos de cortes. *Acta Scientiarum Animal*
609 *Science* 25:285-291.

610 Sousa D.C., Oliveira N.L.A., Santos E.T., Guzzi A., Dourado L.R.B., Ferreira G.J. 2015.
611 Caracterização morfológica do trato gastrointestinal de frangos de corte da li-
612 nhagem Cobb 500®. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35 (Supl.1): 61-68.

613 Sousa, J.P.L., Rodrigues, K.F., Albino, L.F.T., Vaz, R.G.M.V., Da Silva, G.F., Siqueira, J.C.,
614 Santos Neta, E.R., Parente, I.P., Amorim, A.F., Da Silva, M.C. 2014. Bagaço de
615 mandioca com ou sem complexo enzimático em dietas de frangos de corte.
616 *Arquivo de Zootecnia*, 63: 657-664.

617 Tachibana, L., Pinto, L.G.Q., Gonçalves, G.S., Pezzato, L.E. 2010. Xilanase e α -
618 glucanase na digestibilidade aparente de nutrientes do triticales pela Tilápia-do-
619 nilo. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia* 62:445-452.

620 Wang, Z.R., Qiao, S.Y., Lu, W.Q., Li, D.F. 2005. Effects of enzyme supplementation on
621 performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty
622 acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. *Poultry Science* 84:875-
623 881.

624 Zanella, I., Sakomura, N.K., Silversides, F.G. 1999. Effect of supplementation of broiler
625 diets based on corn and soybeans. *Poultry Science* 78:561-568.

626

CAPITULO 3. “Complexo enzimático e levedura íntegra em dietas para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade”

Elaborado de acordo com as normas da Revista pesquisa veterinária Brasileira
(www.pvb.com.br/)

Complexo enzimático e levedura íntegra em dietas para frangos de corte de 22 a 42 dias

ABSTRACT.- With this research we evaluated growth performance, carcass yield, histomorphometry of the small intestine and economic viability of the diets of broilers fed yeast sugarcane supplemented with enzyme complex from 22 to 42 days age. A total of 700 male broiler chicks (Ross®) were distributed in a completely randomized design in a factorial design (2x3 + 1), two levels of the enzyme complex (0 and 200 g / ton), three protein levels (0% 6% and 12%) and a control diet. They evaluated the performance variables (feed intake, weight gain and feed conversion), carcass yield, histomorphometry of the small intestine (height, girth and width of villi, height and width of the crypt, thick intestinal muscle wall and relation villi / crypt) and economic viability of diets. At 22-33 days of age, using 6% yeast provided higher feed consumption and weight gain, whereas in the total phase (22 to 42 days) had no significant effect on animal performance, considering the increased levels of yeast. Phases 22-33 and 22 to 42 days, there was no effect of the enzyme complex on animal performance variables. There was no significant effect ($p > 0.05$) for carcass yield relative values and cuts to 42 days with the use of yeast, supplemented or not with the enzyme complex. At 42 days it was observed that there was interaction between the factors for width and crypt depth in the duodenum and jejunum respectively. It can be concluded that the addition of yeast in diets for broilers from 22 to 42 days the inclusion does not compromise the performance and not the carcass yield. The yeast increases the muscular wall of the jejunum and development of the intestinal mucosa. The use of the enzyme complex does not alter the growth performance of animals, carcass yield and economic viability of diets, but influenced the integrity of the intestinal mucosa.

INDEX TERMS: sugarcane, microscopy, nutrition, non-starch polysaccharides, villi

RESUMO.- Com esta pesquisa avaliou-se desempenho zootécnico, rendimento da carcaça, histomorfometria do intestino delgado e viabilidade econômica das dietas de frangos de corte alimentados com levedura da cana-de-açúcar suplementada com complexo enzimático no período de 22 a 42 dias de idade. Um total de 700 pintos de corte macho (Ross®) foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x3+1), sendo dois níveis do complexo enzimático (0 e 200g/ton), três níveis de levedura (0%, 6% e 12%) e uma dieta controle. Foram avaliados as variáveis de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), rendimento de carcaça, histomorfometria do intestino delgado (altura, perímetro e largura de vilo, altura e largura de cripta, espessura de parede muscular intestinal e relação vilo/cripta) e viabilidade econômica das dietas. Na fase de 22 a 33 dias, o uso de 6% de levedura proporcionou maior consumo de ração e ganho de peso, enquanto na fase total (22 a 42 dias) não houve efeito significativo para o desempenho animal, considerando os níveis crescentes da levedura. Nas fases de 22 a 33 e 22 a 42 dias, não foi observado efeito do complexo enzimático sobre as variáveis de desempenho animal. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para os valores relativo de rendimento de carcaça e cortes aos 42 dias de idade com o uso de levedura, suplementada ou não com o complexo enzimático. Aos 42 dias observou-se que houve interação entre os fatores para largura e profundidade de cripta no duodeno e jejuno respectivamente. Pode-se concluir que, a inclusão de levedura em dietas para frangos de corte de 22 a 42 dias não compromete o desempenho zootécnico e nem o rendimento de carcaça. A levedura aumenta a parede muscular do jejuno e desenvolvimento da mucosa intestinal. O uso do complexo enzimático não altera o desempenho zootécnico dos animais, rendimento de carcaça e viabilidade econômica das dietas, mas influencia na integridade da mucosa intestinal.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: cana-de-açúcar, microscopia, nutrição, polissacarídeos não amiláceos, vilos

INTRODUÇÃO

O frango de corte atual possui alta demanda nutricional, especialmente de proteína para deposição de músculos a um curto período de produção. O farelo de soja é o ingrediente mais utilizado como fonte deste nutriente na dieta, com estimativa do uso de quase oito milhões de toneladas na ração de frangos de corte em 2015 (Sindirações 2015). No entanto, esse ingrediente está sujeito a grandes oscilações de preços, sob forte influência do mercado externo e, portanto, alterações nos custos de produção de rações avícolas, externando a necessidade da exploração de outras fontes de proteína para esses animais.

A levedura da cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) é um microrganismo oriundo da fermentação alcoólica na indústria canavieira para produção de álcool (Franco & Langdraff 2008), com grande potencial para ser utilizado na nutrição animais em substituição ao farelo de soja, por ser um alimento altamente proteico. Segundo Rostagno et al.(2011) a levedura da cana-de-açúcar possui 37,20% de proteína, além de consideráveis quantidades de minerais e lipídeos. Apesar do alto valor nutricional, este alimento possui uma complexa parede

57 celular, composta por polissacarídeos não amiláceos(PNAs) como mananos, glucanos, xilanas e quitina, que
58 envolvem os nutrientes tornando-os indisponíveis aos animais (Fleuri & Sato 2007).

59 Além de envolver os nutrientes, outros efeitos são atribuídos aos PNAs como, interferir na digestão de
60 proteínas e gorduras devido ao aumento na viscosidade do bolo alimentar e por conseguinte dificultar o acesso
61 das enzimas digestivas ao substrato (Knudsen 2014) provoca perdas no desempenho zootécnico (Mourão &
62 Pinheiro 2009), alteração na mucosa intestinal (Montagne et al. 2003) e aumento no número e atividade
63 fermentativa de microrganismos no intestino de frangos de corte (Wenk 2001).

64 Esses efeitos podem ser atenuados com a utilização de enzimas exógenas como xilanases, glucanases,
65 mananases dentre outras . As enzimas são proteínas globulares, de estrutura terciária ou quaternária que atuam
66 como catalizadores biológicos, ou seja, aceleram a velocidade das reações químicas no organismo, e agem sobre
67 substratos específicos em condições ótimas de temperatura e pH (Champe et al. 2003). Enzimas que atuam em
68 ingredientes com altos teores de PNAs, as chamadas polissacaridases, agem hidrolisando as ligações químicas
69 desses polissacarídeos, aumentando a digestibilidade, diminuindo a viscosidade do bolo alimentar e melhorando
70 a disponibilidade de todos os componentes nutritivos do alimento (Giacometti et al. 2003).

71 As enzimas são bastante explorados em alimentos de origem vegetal, com trigo, centeio, cevada, no
72 entanto, são escassas informações referentes ao uso deste advento tecnológico para auxiliar na digestibilidade da
73 levedura-da-cana de açúcar íntegra para frangos de corte, de modo a aumentar os níveis de inclusão da mesma
74 sem trazer prejuízos para a produção.

75 Desta forma, objetivou-se com este estudo, avaliar o efeito da inclusão de enzimas exógenas em dietas
76 contendo levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre o desempenho zootécnico, rendimento de
77 carcaça histomorfometria do intestino delgado e viabilidade econômica das dietas de frangos de corte no período
78 de 22 a 42 dias de idade.

80 MATERIAL E MÉTODOS

81 **Local do experimento.** O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em experimentação com animais -
82 CEEA/UFPI com parecer número 087/2012. O experimento foi conduzido no setor de avicultura em galpão não
83 climatizado do Colégio Técnico de Bom Jesus - PI, sob temperaturas média de 29,37°C e umidade relativa do ar de
84 69,38%. Realizou-se as avaliações morfométricas no laboratório de Anatomia Animal do Campus "Prof.ª
85 Cinobelina Elvas" da Universidade Federal do Piauí.

86 **Animais e tratamentos.** Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3+1,
87 sendo: dois níveis de complexo enzimático (0 e 200g/ton), três níveis de inclusão de levedura (0, 6 e 12%) e uma
88 dieta controle, perfazendo sete tratamentos com cinco repetições e 20 aves por unidade experimental.

89 Os tratamentos utilizados foram: T1-ração referência à base de milho e soja (CP); T2-ração referência à
90 base de milho e soja com redução de 70 kcal de energia metabolizável da dieta (CN) com 0% de levedura sem
91 complexo enzimático; T3-CN + 6% levedura sem complexo enzimático; T4-CN +12% levedura sem complexo
92 enzimático; T5-CN +0% de levedura com complexo enzimático; T6-CN +6% de levedura com complexo enzimático;
93 T7-CN+ 12%de levedura com complexo enzimático.

94 As dietas (Quadro 1) foram formuladas por meio de adequações entre as recomendações da linhagem
95 Ross[®](2007) e de Rostagno et al.(2011).

96 O complexo enzimático possuía as enzimas α -galactosidade, galactomananase, xilanase e β -glucanase, e foi
97 adicionada a ração na quantidade de 200g/ton.

98 No 22º dia, as aves (700 machos da linhagem Ross) foram pesados e distribuídos uniformemente nos
99 boxes, com piso coberto com casca de arroz. Cada unidade experimental possuía bebedouro pendular e comedouro
100 tubular para fornecimento de água e ração. Utilizou-se regime de iluminação de 24 horas de luz (natural+artificial).

101 **Desempenho zootécnico.** Aos 33 e 42 dias foram avaliadas as variáveis de desempenho dos animais
102 (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar).

103 **Histomorfometria do intestino delgado.** Aos 42 dias de idade, um animal de cada parcela foi
104 eutanasiado. Em seguida, foi coletado um fragmento (2,0cm) de cada porção do intestino delgado (duodeno; jejuno
105 e íleo: a partir do divertículo de Meckel) para o estudo morfométrico.

106 Os fragmentos foram abertos longitudinalmente, lavados em água destilada, estendidos pela túnica serosa
107 e fixados em solução de Bouin por 24 horas, seguida de lavagem em água corrente por 12 horas e manutenção
108 deste em álcool 50° Gl (Behmer, 2003). Posteriormente, as amostras foram submetidas ao processamento
109 histológico padrão, foram incluídas em parafina Histopar[®] (Easypath - Erviegas Ltda.) e seccionadas na espessura
110 de 4µm, utilizando micrótomo rotativo semiautomático (Leica[®] - RM2245). Os cortes foram corados com
111 hematoxilina e eosina (Hu et al. 2012, Sousa et al., 2015). Utilizou-se verniz vitral incolor 500 (Acrilex[®]) para
112 montagem das lâminas (Paiva et al., 2006).

113 Utilizou-se microscópio óptico Trinocular (Nova Optical Systems) com câmera digital TOUPCAM™ (5
114 Megapixels) acoplada e o software ToupView® 3.7 para a leitura das lamina histológicas. Em cada lâmina foram
115 identificados se 10 vilos, 10 criptas e 10 paredes nos quais foram mensurados as seguintes variáveis: perímetro,
116 altura e largura de vilos, profundidade e largura de cripta e espessura da camada muscular da parede intestinal.

117 As mensurações dos vilos (V) foram realizadas da base até seu ápice do mesmo; as criptas (C), considerou-
118 se a mais próxima do vilos aferido; espessura da musculatura da parede intestinal (PM), foi da lamina própria até a
119 serosa (Figura 1).

120 **Rendimento de carcaça.** Duas aves foram selecionadas de acordo com o peso médio da unidade
121 experimental. Em seguida foram identificadas e mantidas por 8 horas em jejum. Posteriormente foram pesadas
122 para a obtenção do peso em jejum, abatidas, sangradas, depenadas e evisceradas. Retirou-se os pés, pescoço e
123 cabeça, e então, procedeu-se a pesagem da carcaça limpa e posteriormente dos cortes, separadamente. O
124 rendimento de carcaça foi obtido por meio da relação entre o peso da carcaça eviscerada, sem pés, cabeça e pescoço
125 e o peso vivo das aves em jejum ao abate. Os principais cortes, peitos, coxas e sobrecoxas, asas e dorso foram
126 pesados e seus rendimentos, calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada.

127 **Viabilidade econômica.** A determinação da viabilidade econômica das dietas experimentais foram
128 obtidas por meio da determinado do custo da ração por quilograma de peso vivo ganho (CMR), de acordo com a
129 equação 1 proposta por Bellaver et al. (1985):
130

$$131 \quad \text{CMR} = \frac{(\text{Qi} \times \text{Pi})}{\text{Gi}} \quad (1)$$

132 Onde: CMR-custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i-ésimo tratamento; Qi-quantidade de
133 ração consumida no i-ésimo tratamento; Pi-preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento; Gi-
134 ganho de peso do i-ésimo tratamento.

135 O Índice de Eficiência Econômica (IEE) (Equação 2) e o Índice de Custo (IC) (Equação 3), foram calculados
136 de acordo com Barbosa et al. (1992).
137

$$138 \quad \text{IEE} = \frac{(\text{MCEI}) \times 100}{\text{CTei}} \quad (2)$$

$$139 \quad \text{IC} = \frac{(\text{CTei}) \times 100}{\text{MCEi}} \quad (3)$$

140 Considerando: MCEi=Menor custo da ração por quilograma ganho observado entre tratamentos e
141 CTei=Custo do tratamento i considerado.

142 Utilizou-se os seguintes preços de acordo com o mercado nacional no mês de janeiro de 2016: milho =
143 R\$0,50/kg; Farelo de soja = R\$ 1,34/kg; Fosfato bicálcico = R\$ 1,10/kg; Óleo de soja = R\$ 3,40/kg; Calcário = R\$
144 0,45/kg; Sal = 0,80/kg; DL-metionina = R\$ 26,35/kg; L-lisina HCl = R\$ 13,27/kg; L-treonina = R\$ 10,63/kg; Valina
145 = R\$ 77,89/kg; Triptofano= R\$ 109,08/kg; Arginina= R\$ 210,00/kg; Suplemento mineral e vitamínico 13,70/kg;
146 Levedura= R\$ 1,55/kg; Complexo enzimático= R\$ 72,00/kg; frango vivo pago R\$ 3,10/kg.

147 **Estatística** Os dados foram submetidos à análise da variância pelo procedimento GLM do SAS (Statistical
148 Analysis System, 9.0). Foi utilizado o teste Dunnett ($\alpha=0,05$), para verificar diferenças significativas entre o
149 tratamento controle positivo e os fatoriais levedura e complexo enzimático. As estimativas do nível de levedura
150 foram estabelecidos por meio de modelos de regressão linear e polinomial e as médias foram comparadas pelo
151 teste SNK com $\alpha=0,05$.
152

153 RESULTADOS

154 Desempenho zootécnico

155 Houve interação ($p<0,05$) entre os níveis de levedura e a suplementação enzimática para consumo de
156 ração na fase de 22 a 33 dias de idade (Quadro 2) evidenciando que o efeito da levedura sob a busca por alimento
157 pelos animais foi dependente da suplementação enzimática.

158 Os níveis de levedura influenciaram ($p<0,05$) no consumo de ração e ganho de peso na fase de 22 a 33 dias
159 de idade. Observa-se que, no nível de 6% de levedura aumentou ($p<0,05$) significativamente o consumo de ração
160 e ganho de peso.

161 Não houve diferença estatística entre os tratamentos com e sem a adição do complexo enzimático nas
162 variáveis de desempenho na fase de 22 a 33 dias de idade
163

167 Observa-se, quadrático ($p < 0,05$) para consumo de ração para os tratamentos sem a adição do complexo
168 enzimático ($CR = 1578,88 + 16,74NL - 1,173NL^2$, $R^2 = 0,39$) e com adição do complexo enzimático
169 ($CR = 1622,04 + 8,008NL - 0,957NL^2$, $R^2 = 0,50$) na fase de 22 a 33 dias de idade, indicando um maior consumo nos
170 níveis de inclusão de 7,14 e 4,21% de levedura, respectivamente.

171 A conversão alimentar dos animais que não receberam complexo enzimático na dieta apresentou
172 comportamento ($p < 0,05$) linear crescente ($CA = 1,201 + 0,0069NL$, $R^2 = 0,26$), enquanto os que consumiram ração
173 com CE manifestaram efeito quadrático ($CA = 1,845 - 0,037NL + 0,0027NL^2$, $R^2 = 0,36$). Em dietas sem inclusão de
174 complexo enzimático foi possível observar que a cada percentual de levedura incluído na dieta a conversão
175 alimentar das aves (22 a 33 dias de idade) piorou em 0,0069g/g, entretanto a adição do complexo a dietas permite
176 a inclusão de até 9,25% de levedura para obtenção de melhor conversão alimentar nesta fase.

177 Ao confrontar o tratamento controle positivo (CP) com os demais tratamentos, observa-se que o consumo
178 de ração foi maior no nível de 6% de levedura com e sem a suplementação enzimática. Contudo, estes mesmos
179 tratamentos demonstraram ganho de peso conversão alimentar semelhante ao CP. Além disso, observa-se também
180 que, as dietas controle negativo sem levedura com complexo enzimático e 12% de levedura com e sem CE
181 manifestaram menor ganho de peso e maior conversão alimentar.

182 No período total (22 a 42 dias) não houve interação entre os níveis de levedura e a suplementação
183 enzimática. A inclusão da levedura não proporcionou efeito significativo para consumo de ração, ganho de peso e
184 conversão alimentar dos animais, demonstrando que nesse período a inclusão de levedura com redução
185 nutricional não alterou o desempenho dos animais.

186 Pode-se observar também que o ganho de peso dos frangos de 22 a 42 dias de idade ingerindo dieta com
187 6% de levedura com e sem a adição do complexo enzimático foi semelhante àquelas que ingeriram dieta controle
188 positivo, sugerindo que, apesar do complexo não ter manifestado efeito significativo neste nível não houve perdas
189 no desempenho. Porém, para a mesma variável, as aves que consumiram a dieta com 12% de levedura com e sem
190 enzima foram diferentes do controle positivo, isso pode indicar que talvez a dosagem de 200g/ton da enzima não
191 foi suficiente em função do aumento do substrato nas dietas com 12% de levedura. Por outro lado, observa-se que
192 o desempenho de aves consumindo dietas controle positivo foi semelhante ao controle negativo sem o complexo
193 enzimático, porém foi diferente com a adição do complexo enzimático.

194

195 **Rendimento de carcaça**

196 Com relação ao rendimento de carcaça e cortes das aves na fase de 42 dias (Quadro 3), não foi observada
197 interação entre os níveis de levedura e a suplementação com complexo enzimático para todas as variáveis de
198 rendimento de carcaça e cortes, indicando que a levedura pode ser utilizado em até 12% de inclusão para frangos
199 de corte sem adicionar enzimas, pois não acarreta perdas no rendimento de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa, asa e
200 dorso das aves. A suplementação com o complexo enzimático também não exerceu efeito significativo sob o
201 rendimento de carcaça e cortes.

202 Não houve efeito significativo sob o rendimento de carcaça e cortes dos animais com o fornecimento de
203 até 12% de levedura nas dietas na fase de 42 dias.

204

205 **Histomorfometria do intestino delgado**

206 Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores estudados, demonstrando que o efeito da levedura
207 na ração foi dependente do complexo enzimático para a largura de cripta do duodeno aos 42 dias (Quadro 4).

208 Os grupos de animais que receberam 6% e 12% de levedura suplementadas com o complexo enzimático
209 demonstraram maior largura de cripta e menor relação altura de vilos/profundidade de cripta respectivamente,
210 quando comparados ao tratamento controle positivo.

211 No entanto não foi observado aumento significativo na altura dos vilos, o que demonstra que a hipertrofia
212 da cripta está associada a maior necessidade de renovação do epitélio e que, portanto, houve um desequilíbrio na
213 integridade da mucosa dessa porção intestinal.

214 Na Quadro 5 estão os valores de desdobramentos referente a interação entre a levedura e enzima sobre a
215 largura de criptas no duodeno aos 42 dias.

216 O uso do complexo enzimático no nível de 6% de levedura proporcionou criptas mais largas em
217 comparação aos animais que receberam dietas sem enzimas ($p < 0,05$) bem como, em comparação aos animais que
218 receberam 0 e 12% de levedura na dieta com suplementação enzimática.

219 Na Quadro 6, observa-se que houve interação ($p < 0,05$) entre os níveis de levedura e complexo enzimático
220 sobre o profundidade de cripta do jejuno aos 42 dias. Observa-se ainda criptas mais profundas nas dietas com 12%
221 de levedura sem adição do complexo enzimático em comparação com a criptas de aves que receberam dietas
222 controle positivo. Porém não houve comprometimento no perímetro do vilos ($p < 0,05$), indicando uma maior
223 atividade da cripta para manter a as dimensões do vilos. Observou-se também que o perímetro de vilos reduziu no

224 tratamento com 12% de levedura e complexo enzimático quando comparados ao tratamento controle positivo, o
225 que remete a uma menor superfície de absorção.

226 O desdobramento dos valores de profundidade de cripta (Quadro 7), possibilitou constatar que no nível
227 de 12 % de levedura sem a adição do complexo enzimático a profundidade de cripta foi estatisticamente maior do
228 que o nível 0%. Já o nível de 6% de levedura foi estatisticamente semelhante ($p < 0,05$) ao nível 0% e 12%.

229 Para os dados de morfometria do íleo aos 42 dias de idade (Quadro 8), não foi observado interação
230 significativa ($p > 0,05$) para as variáveis mensuradas. Além disso, não observou efeito expressivo com a adição do
231 complexo enzimático sobre as estruturas da mucosa ileal bem como dos níveis de inclusão da levedura,
232 demonstrando que sua integridade não foi comprometida pelos tratamentos dietéticos nesta fase.

233 Na Quadro 9 observa-se o custo médio das rações por quilograma de peso vivo (CMR/Kg) por quilograma
234 de peso vivo, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC).

235 Os indicadores econômicos das rações foram alterados com a inclusão da levedura. A análise da
236 viabilidade econômica apontou que as variáveis, custo médio e índice de custo das dietas aumentaram segundo as
237 equações $CMR = 0,0886NL + 1,985$, $R^2 = 0,99$ e $IC = 4,8151NL + 107,88$, $R^2 = 0,99$ respectivamente. Já a eficiência
238 econômica reduziu segundo a equação $(IEE = -2,6921NL + 91,685)$, $R^2 = 0,99$.

239 Todos os tratamentos que receberam levedura com ou sem o complexo enzimático diferiram do
240 tratamento controle positivo. A adição do complexo enzimático não alterou as variáveis econômica.

241

242

DISCUSSÃO

Desempenho

244 A levedura é um alimento com elevadas quantidades de polissacarídeos não amiláceos solúveis com os
245 mananos (35-40%) e glucanos (55- 60%) (Aquino et al. 2012). Existem muitos relatos de prejuízo no desempenho
246 causado por estes compostos em frangos de corte, porém, os efeitos causados pelos PNAs solúveis são mais
247 pronunciados em animais jovens do que em aves mais velhas, presumindo estar associado com a maturidade do
248 trato gastrointestinal dos animais e a capacidade de lidar com estes compostos (Yasar & Forbes 2000, Cowieson
249 et al. 2006).

250 Além disso, o aproveitamento dos PNAs também parece estar associado à quantidade destes presente na
251 dieta, pois observa-se, que os animais que receberam o tratamento com 12% de levedura se assemelhou ao
252 tratamento controle negativo na fase de 22 a 33 dias, com redução no consumo e no ganho de peso, enquanto o
253 tratamento com 6% de levedura teve comportamento contrário, denotando que grandes quantidades de PNAs na
254 ração pode trazer prejuízos no desempenho.

255 Ao avaliar o uso do complexo enzimático não observou-se efeito significativo sobre o desempenho
256 zootécnico. Segundo Yamada et al. (2003), a resistência à degradação da parede celular e portanto, maior
257 aproveitamento da levedura, está relacionado com a origem da mesma, pois a *Saccharomyces cerevisiae* oriunda da
258 destilaria de álcool possui maior resistência a degradação em comparação a proveniente da indústria de
259 cervejarias. Além disso, a linhagem de *Saccharomyces cerevisiae* exerce grande importância sobre a degradação da
260 célula deste microrganismo (Fleuri & Sato 2010), explicada pela diferença da composição e da organização da
261 parede celular desses microrganismos.

262 Os tratamento com levedura sem o complexo enzimático manifestaram efeito linear crescente para
263 conversão alimentar. Esse evento pode estar relacionado ao fato dos animais em questão não terem enzimas
264 digestivas capazes de quebrar a parede celular da levedura. Esse efeito ficou mais evidente à medida que aumentou
265 o nível de inclusão da levedura na ração, acredita-se ainda que e a redução no aproveitamento da dieta foi
266 possivelmente devido ao aumento da viscosidade da digesta e restringir o acesso das enzimas endógenas ao quimo
267 intestinal. Segundo Wang et al. (2005) e a redução da digestibilidade causada pelos PNAs solúveis é devido à alta
268 capacidade de alguns polissacarídeos em absorver água e formar gel e assim diminuir o contato entre as enzimas
269 digestivas e os substratos, comprometendo o desempenho de frangos de corte.

270 O comportamento do complexo enzimático pode indicar que nas circunstâncias desta pesquisa ele pode
271 ter atuado em função da quantidade do substrato na ração e dosagem do complexo enzimático utilizada. A dieta
272 controle negativo possui pouca quantidade de substrato para o complexo enzimático, uma vez que, o milho e farelo
273 de soja tem pouca quantidade de polissacarídeos não amiláceos, em comparação a levedura da cana de açúcar,
274 sendo assim, é possível que o aditivo tenha atuado no tratamento controle negativo aumentando as perdas
275 endógenas dos animais, pois acredita-se que o aditivo agiu em função da quantidade do substrato, pois de acordo
276 com Cowieson et al. (2006) quando há baixa quantidade de substrato específico na dieta há aumento das perdas
277 endógenas e por conseguinte perdas no desempenho.

278 A dieta controle negativo possui pouca quantidade de substrato para o complexo enzimático, uma vez que,
279 o milho e farelo de soja tem pouca quantidade de polissacarídeos não amiláceos Knudsen (2014) em comparação
280 a levedura da cana de açúcar. Segundo Cowieson et al. (2006) quando há pouco substrato, algumas enzimas

281 exógenas têm a capacidade de aumentar a secreção endógena de material a partir do intestino de frangos de corte,
282 devido a interação direta com o trato gastrointestinal.

283 Altas quantidades de substrato também afeta a atividade das enzimas. De acordo com Gonal et al. (2004)
284 e Mourão & Pinheiro, (2009) em seus estudos não encontraram efeitos significativos no desempenho ao utilizarem
285 enzimas exógenas nas dietas para frango de corte, segundo os autores, esse fato decorre da baixa dosagem do
286 aditivo na ração, segundo os quais, a utilização de uma dose maior de enzimas provavelmente permitiria obter
287 resultados mais evidentes sobre o desempenho ao utilizar alimentos com grande quantidade de PNAs. De acordo
288 com Henn (2002), para que as enzimas exógenas atuem de maneira satisfatória é necessário não só a presença do
289 substrato específico na ração como também a dosagem correta de enzimas.

290 **Rendimento de carcaça**

291 O rendimento de carcaça e cortes não sofreu influência dos tratamentos utilizados. Já está bem
292 documentada que alimentos com alto valor de PNAs e complexo enzimático não têm qualquer efeito no
293 rendimento de carcaça (Bedford 2000).

294 Outras pesquisas utilizando levedura íntegra para frangos de corte também não observaram efeito sobre
295 o rendimento de carcaça. Grangeiro et al. (2001) quando 7,5% de levedura de cana-de-açúcar. Silva et al. (2003)
296 também não observaram efeito significativo sobre o rendimento de carcaça com adicionou até 10% de levedura
297 íntegra às dietas experimentais aos 42 dias de idade.

300 **Histomorfometria do intestino delgado**

301 O manutenção da mucosa intestinal é proveniente de dois eventos citológicos primários associados:
302 Síntese celular (produção e diferenciação) que ocorre na cripta e ao longo dos vilos, e a perda de células no ápice
303 dos vilos por descamação, mantendo a capacidade digestiva e de absorção intestinal (Pelicano et al. 2003). Porém,
304 essa equilíbrio entre proliferação e descamação pode ser alterado por fatores como, estresse, patógenos, subs-
305 tâncias químicas e radiação (Artoni et al. 2014).

306 Na avaliação da mucosa do duodeno, observou-se que a levedura e o complexo enzimático aumentaram a
307 largura da cripta em relação a dieta controle positivo, assim como a relação vilos/cripta. Supõe-se que houve um
308 desequilíbrio no processo de produção e extrusão celular do epitélio intestinal dessa região.

309 O aumento nas dimensões da cripta indicam uma maior necessidade de renovação do epitélio (Boleli et
310 al. 2002) para manter as características dos vilos e não afetar a área de absorção dos nutrientes, além de aumentar
311 o gasto energético pelas células (Lopes et al. 2011).

312 Para Nabuurs (1995) é desejável que a relação vilos/cripta seja alta, ou seja, que as vilosidades apresentem-
313 se altas e as criptas rasas, o que indica equilíbrio na proliferação e extrusão das células intestinais, pois, quanto
314 maior a relação altura de vilos e profundidade de cripta melhor a absorção de nutrientes e menores as perdas
315 energéticas com renovação celular (Arruda et al. 2008).

316 A presença de dietas com grande quantidade de polissacarídeos não amiláceos pode exercer efeito
317 negativo sobre a microbiota intestinal com maior fermentação microbiana (Bedford 2000, Santos Jr. & Ferket
318 2007) causando alterações na mucosa intestinal, que conduzem a modificações significativas na estrutura e função
319 de intestino (Wang et al. 2005). Há relatos que quando mais velhos os animais tem a capacidade de adaptar-se as
320 características antinutricionais dos alimentos, como taninos, e fibras dietéticas (Oliveira et al.2000), isso pode
321 explicar a falta de efeito das dietas com levedura sobre a mucosa ileal. Os efeitos da dieta viscosidade são mais
322 pronunciadas em animais jovens do que em aves mais velhas, presumivelmente associados com a maturidade do
323 trato gastrointestinal nos animais mais velhos e da capacidade de lidar com polissacarídeos solúveis (Yasar &
324 Forbes 2000).

325 **Viabilidade econômica**

326 A inclusão da levedura com o preço apresentado nesse estudo não se mostrou viável em níveis acima de
327 6%, no entanto, a viabilidade econômica é variável em função do preço do ingrediente num dado momento.
328 Entretanto, o complexo enzimático não alterou a viabilidade econômica das rações. Em seus estudos Cardoso et al.
329 (2011) não observaram alterações no custo da ração com o uso das enzimas.

330 A análise econômica das dietas se faz necessário, já que, somente o custo do alimento não fornece
331 informações suficiente para a aquisição do mesmo, ele deve ser considerado como integrante de índices capazes
332 de demonstrar o impacto do custo da ração associado aos índices zootécnicos (Souza et al. 2011).

335 **CONCLUSÕES**

336 A levedura de cana-de-açúcar integra pode ser incluída em até 12% em dietas para frangos de corte de 22
337 a 42 dias sem perdas no desempenho.
338 O uso de levedura e complexo enzimático não altera o rendimento de carcaça e cortes aos 42 dias.
339 O uso combinado de levedura e complexo enzimático altera as dimensões de cripta do duodeno e jejuno.
340 O uso em mais de 6% da levedura para frangos de corte não é economicamente viável no período de 22 a
341 42 dias nas condições especificadas nessa pesquisa.
342

343 REFERÊNCIAS

- 344 Arton S.M.B., Nakaghi L.S., Borges L.L. & Macari M. 2014. Sistema digestório das aves. In: Sakomura, N.K.; Silva
345 J.H.V., Costa F.G.P., Fernandes J.B.K. & Hauschild L. nutrição de não ruminantes. São Paulo, Brasil.
346 Barbosa H.P., Fialho, E.T. Ferreira A.S., Lima G.J.M.M. & Gomes M.F.M. 1992. Triguilho para suínos nas fases inicial
347 de crescimento, crescimento e terminação. Rev. Bras. Zoot.21:827-837.
348 Bedford M. R. 2000. Exogenous enzymes in monogastric nutrition— Their current value and future benefits. Anim.
349 Feed Sci.Technol. 86, (13).
350 Behmer O. A., Tolosa E. M. C., Neto A. G. F., Rodrigues C. J. 2003. Manual de Técnicas para histologia normal e
351 patológica. Editora Manole Ltda. 2ª ed. -, São Paulo, Brasil.
352 Bellaver C., Fialho, E.T., Protas J.F. S. & Gomes P.C. 1985. Radícula de malte na alimentação de suínos em
353 crescimento e terminação. Pesq. Agrop. Bras.20:969-974.
354 Boleli I.C., Maiorka A. & Macari M. 2002. Estrutura Funcional do trato digestório. In: Macari, M., Furlan, R.L. &
355 Gonzales, E. Fisiologia Aplicada um aviária frangos de corte. São Paulo, Brasil.
356 Cardoso D.M., Maciel M.P., Passos D.P., Silva F.V., Reis, S.T. & Aiura F.S. 2011.Efeito do uso de complexo enzimático
357 em rações para frangos de corte Arch. Zootec. 60 (232): 1053-1064.
358 Champe P.C., Harvey R.A. & Ferrier D.R. 2006. Bioquímica ilustrada 3. ed. Porto Alegre, Brasil.
359 Cowieson A.J., Acamovic T. & Bedford M.R. 2006. Using the precision-feeding bioassay to determine the efficacy of
360 exogenous enzymes: A new perspective. Anim. Feed Sci. Technol.129:149–158.
361 Fleuri L. F. 2003. Produção de β -1,3 glucanases, proteases líticas e quitinases por microrganismos e aplicação na
362 lise de leveduras. 141 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
363 Fleuri L.F. & Sato H.H. 2010. Produção de protoplastos e lise da parede celular de leveduras utilizando β -1,3
364 glucanase Ciência e Tecnol. Alim.30(2):471-476.
365 Fleuri L.F. & Sato H.H. 2007. β -1,3 glucanase. Biotec. Ciênc. Desenvolv.37:40-43.
366 Franco B.D.G.M. & Langdraff M. Microbiologia dos alimentos. São Paulo, Editora Atheneu, 2008. Giacometti R.A.,
367 Teixeira A.S., Rodrigues P.B., Freitas R.T.F.; Bertechini A.G., Fialho, E.T. & Santos, A.V. 2003. Valores
368 energéticos do farelo de arroz integral Suplementado com complexos enzimáticos pra frangos de corte.
369 Ciência agrotécnica 27(3):703-707.
370 Gonal M. Yasar S. & Forbes J.M. 2004. Performance and some digesta parameters of broiler chickens given low or
371 high viscosity wheat-based diets with or without enzyme supplementation. Tur. J. Vet.Anim. Sci. 28:323-
372 327.
373 Grangeiro M. G. A., Fuentes M.F.F., Freitas E.R., Espíndola G.B. & Souza F.M. 2001. Inclusão da levedura de cana- de
374 açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frangos de corte. Rev. Bras. Zoot. 30(3):766-773.
375 Henn J.D. 2002. Aditivos enzimáticos em dietas de suínos e aves. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica
376 do Tecido Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Rio de Janeiro, Brasil.
377 Hu C. H., Gu L.Y., Luan Z.S., Song J. & Zhu K. 2012. Effects of montmorillonite–zinc oxide hybrid on performance,
378 diarrhea, intestinal permeability and morphology of weanling pigs. Anim. Feed Sci. Technol. 177:108-115.
379 Knudsen K.E.B. 2014. Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler
380 diets. Poult. Sci. 93:2380–2393.
381 Lopes C.C., Rabello C.B.V., Silva Júnior V.A., Holanda M.C.R., Arruda E.M.F. & Silva J.C.R. 2011. Desempenho,
382 digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo
383 levedura de cana-de-açúcar Acta Scient. Anim. Sci. 33(1):33-40.
384 Montagne L., Pluske J.R. & Hampson D.J. 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal
385 mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. Anim. Feed Sci.
386 Technol.108, :95-117.
387 Mourão J.L.T.A.M. & Pinheiro V.M.C. 2009. Efeitos do centeio, do trigo e da suplementação com xilanases sobre o
388 valor nutricional de dietas e o desempenho de frangos corte. Rev. Bras. Zoot, 38(12):2417-2424.
389 Nabuurs M.J.A. 1995. Morphological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning.
390 Pig News Information 16(3):93-97.

391 Oliveira P.B., Murakami A.E., Garcia E.R.M., Macari M., Scapinello C. 2000. Influência de fatores antinutricionais da
392 Leucena (*Leucena Leucocephala* e *Leucena Cunnimgan*) e do Feijão Guandu (*Cajanus Cajan*) sobre o
393 epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte. Rev. Bras. Zoot. 29:1759-1769.
394 Paiva J. G. A., Carvalho S. M. F., Magalhães M. P. & Ribeiro D. G. 2006. Verniz vitral incolor 500: uma alternativa de
395 meio de montagem economicamente viável. Acta Bot. Bras. 20: 257-264.
396 Ross 308. 2007. Broiler: Nutrition Specification.
397 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. &
398 Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências
399 nutricionais. 3ª ed. Viçosa, Brasil.
400 Pelicano E.R.L., Souza P.A, Souza H.B.A., Oba A., Norkus E.A., Kodawara L.M.& Lima T.M.A. 2003. Morfometria e
401 ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes
402 probióticos. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias 98 (547):124-134.
403 Silva, J. D. B., Guim, A. & Silva, L. P. G. 2003. Utilização de diferentes níveis de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*)
404 em dietas e seus efeitos no desempenho, rendimento da carcaça e gordura abdominal em frangos de cortes
405 Acta Scie. Anim. Sci. 25 (2): 285-291. rerere
406 Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal –SINDIRAÇÕES. Boletim informativo de nutrição animal,
407 2015. Disponível em<www.sindirações.com.br> Acesso em 05 set.2015.
408 Sousa D.C., Oliveira N.L.A., Santos E.T., Guzzi A., Dourado L.R.B., Ferreira G.J. 2015. Caracterização morfológica do
409 trato gastrointestinal de frangos de corte da linhagem Cobb 500®. Pesq. Vet. Bras.35 (1):61-68.
410 Souza J.H., Fracalossi D.M., Garcia A.S., Ribeiro F.F. & Tsuzuki M.Y. 2011. Desempenho zootécnico e econômico de
411 juvenis de robalo - peva alimentados com dietas contendo diferentes concentrações proteicas. Pesq.
412 Agropec. bras.46 (2):190-195.
413 Wang Z.R., Qiao S.Y., Lu W.Q. & Li D.F. 2005. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient
414 digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed
415 wheat-based diets. Poult. Sci. 84:875-881.
416 Yamada E.A., alvim I.D., Santucci M.C.C. & Sgarbieri V.C. 2003. Composição centesimal e valor protéico de levedura
417 residual da fermentação etanólica e de seus derivados. Rev. Nut. 16 (4):423-432.
418 Yasar S. & Forbe S, J.M. 2000. Enzyme supplementation of dry and wet wheat-based feeds for broiler chickens:
419 performance and gut responses. Brit. J. Nutr.84:297-307.
420

Quadro 1- Composição das dietas experimentais para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade

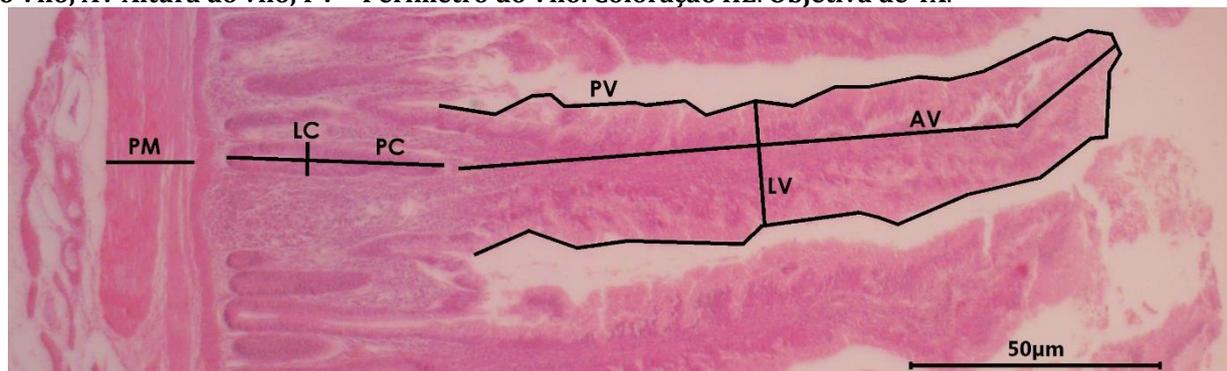
INGREDIENTE	CP	CN	CN + LEVEDURA				
			6%	12%	0%+CE	6%+CE	12%+CE
Milho	67,156	68,653	67,428	66,047	68,653	67,428	66,047
Farelo de soja	25,274	25,110	20,151	15,339	25,110	20,151	15,339
Óleo de soja	2,329	1,002	1,023	1,071	1,002	1,023	1,071
Fosfato bic.	1,662	1,659	1,636	1,611	1,659	1,636	1,611
Calcário	0,921	0,923	0,925	0,926	0,923	0,925	0,926
NaCl	0,457	0,457	0,429	0,402	0,457	0,429	0,402
L-lisina HCl	0,331	0,333	0,339	0,341	0,333	0,339	0,341
DL- metionina	0,277	0,274	0,309	0,343	0,274	0,309	0,343
L- treonina	0,099	0,097	0,117	0,135	0,097	0,117	0,135
L- valina	0,086	0,084	0,112	0,138	0,084	0,112	0,138
L- arginina	0,000	0,000	0,108	0,211	0,000	0,108	0,211
L-triptofano	0,008	0,008	0,023	0,037	0,008	0,023	0,037
Supl. Vit. Min ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Inerte ²	1,000	1,000	1,000	1,000	0,980	0,980	0,980
Levedura	0,000	0,000	6,000	12,000	0,000	6,000	12,000
CE ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,020	0,020
TOTAL	100,000						

COMPOSIÇÃO CALCULADA

PB (%)	17,690	17,736	17,700	17,700	17,736	17,700	17,700
EM (kcal/kg)	3100	3030	3030	3030	3030	3030	3030
Ca (%)	0,850	0,850	0,850	0,085	0,850	0,850	0,085
P disp. (%)	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420
Lisina dig. (%)	1,045	1,045	1,045	1,045	1,045	1,045	1,045
Metionina dig. (%)	0,514	0,513	0,539	0,565	0,513	0,539	0,565
Met + cist dig. (%)	0,760	0,760	0,760	0,760	0,760	0,760	0,760
Treonina dig. (%)	0,679	0,679	0,679	0,679	0,679	0,679	0,679
Tript. disp. (%)	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
Arginina dig. (%)	1,047	1,047	1,047	1,047	1,047	1,047	1,047
Valina disp. (%)	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Fenil. dig. (%)	0,794	0,796	0,732	0,672	0,796	0,732	0,672
Isoleucina dig. (%)	0,657	0,657	0,631	0,586	0,657	0,631	0,586
Sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

¹Níveis de garantia por kg do produto: ácido fólico - 162,50 mg; clorohidroxiquinolina - 7500,00 mg; vitamina A - 1400062,50 UI; vitamina B1 - 388,00 mg; vitamina B12 - 2000,00 mcg; vitamina B2 - 1000,00 mg; vitamina B6 - 520,00 mg; vitamina D3 - 360012,00 UI; vitamina E - 2500,00 mg ; vitamina K 3 - 300,00 mg; niacina - 7000,00 mg; salinomicina - 16,500 mg; ácido pantotênico - 2600,00 mg; cloreto de colina - 71,590 mg; selênio -75,00 mg; sulfato de ferro 11,250 mg; monóxido de manganês - 18740,00 mg; sulfato de cobre - 1996,00 mg; iodo - 187,47 mg; zinco - 17500,00 mg; ²inerte-areia lavada; ³CE-complexo enzimático (α -galactosidade, galactomananase, xilanase e β -glucanase).

Figura 1. Fotomicrografia mostrando como as variáveis foram mensuradas, sendo: PM - Espessura da camada muscular da parede Intestinal; LC - Largura da cripta; PC - Profundidade da cripta; LV - Largura do Vilo; AV - Altura do vilo; PV - Perímetro do Vilo. Coloração HE. Objetiva de 4X.



Quadro 2- Efeito dos níveis de levedura da cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) com ou sem adição do complexo enzimático sobre o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte nas fases de 22 a 33 e 22 a 42 dias de idade

Variável	CP	CN	Níveis de levedura (%)			Média	CV (%)	P>F		
			0	6	12			CE	NL	CE*NL
<i>22 A 33 dias</i>										
CR (g/ave)	1573*	Sem ¹	1579	1637*	1611	1609	1,86	0,7354	0,0109	0,0368
		Com ²	1622	1636*	1580	1613				
		Média	1600B	1636A	1596B					
GP (g/ave)	982*	Sem	921	957	897*	925	4,47	0,2498	0,0044	0,5899
		Com	882*	953	887*	907				
		Média	902B	955A	892B					
CA (g/g)	1,60*	Sem ³	1,72	1,71	1,80*	1,74	3,88	0,1353	0,0464	0,0500
		Com ⁴	1,85*	1,72	1,78*	1,78				
		Média	1,78	1,72	1,79					
<i>22 A 42 dias</i>										
CR (g/ave)	3152	Sem	3109	3167	3097	3124	2,51	0,5387	0,0614	0,9161
		Com	3078	3165	3076	3106				
		Média	3093	3166	3087					
GP (g/ave)	1751*	Sem	1624	1662	1602*	1629	4,91	0,5978	0,1547	0,7404
		Com	1576*	1664	1602*	1614				
		Média	1600	1663	1602					
CA (g/g)	1,80	Sem	1,92	1,91	1,93	1,92	5,28	0,7968	0,7202	0,7920
		Com	1,96	1,90	1,92	1,93				
		Média	1,94	1,91	1,93					

*Difere da média do tratamento controle positivo pelo teste Dunnett ($p < 0,05$). Médias com mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p < 0,05$); CP= Controle positivo; CN=controle negativo; CR=Consumo de ração; GP=ganho de peso; CA= conversão alimentar; SEM=sem complexo enzimático; COM=com complexo enzimático; CV=coeficiente de variação; CE=complexo enzimático 6; NL=níveis de levedura; ¹CR $1578,88 + 16,74NL - 1,173NL^2$, $R^2 = 0,39$; ²CR $1622,04 + 8,008NL - 0,957NL^2$, $R^2 = 0,50$; ³CA $= 1,201 + 0,0069NL$, $R^2 = 0,26$; ⁴CA $= 1,845 - 0,037NL + 0,0027NL^2$, $R^2 = 0,36$

Tabela 3. Valores relativo de Rendimento de carcaça e cortes (%) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de levedura com e sem adição do complexo enzimático aos 42 dias de idade

VARIÁVEL (%)	CP	CN	NÍVEIS DE LEVEDURA (%)			MÉDIA	CV (%)	P>F		
			0	6	12			CE	NL	CE*NL
RCARC	70	Sem	68	69	70	69	3,32	0,066	0,301	0,699
		Com	67	69	68	68				
		Média	68	69	69					
RP	37	Sem	35	37	34	35	12,95	0,844	0,943	0,113
		Com	36	33	38	36				
		Média	36	35	36					
RCX	14,78	Sem	15,20	15,29	15,29	15,26	5,49	0,678	0,482	0,637
		Com	14,68	15,47	15,24	15,13				
		Média	14,94	15,38	15,27					
RSCX	15,71	Sem	16,87	15,99	15,94	16,27	6,38	0,942	0,644	0,355
		Com	16,09	16,53	16,09	16,24				
		Média	16,48	16,26	16,02					
RASA	11,08	Sem	11,42	11,08	10,94	11,14	5,35	0,115	0,934	0,129
		Com	11,13	11,13	11,67	11,31				
		Média	11,27	11,10	11,30					
RD	20,80	Sem	20,59	19,84	19,90	20,11	8,13	0,734	0,133	0,565
		Com	21,12	19,72	18,86	19,90				
		Média	20,85	19,78	19,38					

CP- controle positivo; CN- controle negativo; RCARC- rendimento de carcaça; RP- rendimento de peito. RCX- rendimento de coxa; RSCX - rendimento de sobrecoxa; RASA- rendimento de asa; RD- rendimento de dorso; CE- Complexo Enzimático; NL- nível de levedura; CV- coeficiente de variação; FV- fonte de variação; CE=complexo enzimático; NL=níveis de levedura.

Quadro 4. Efeito dos níveis de levedura e adição do complexo enzimático sobre as variáveis morfométricas da mucosa do duodeno aos 42 dias

VARIÁVEL(µm)	CP	CN	NÍVEIS DE LEVEDURA (%)			MÉDIA	CV (%)	P>F		
			0	6	12			NL	CE	CE*NL
PC	175	Sem	188	191	198	192	14,02	0,3698	0,3822	0,5709
		Com	184	179	198	187				
		Média	186	185	198					
AV	1164	Sem	903	925	1154	994	18,64	0,6180	0,5902	0,0691
		Com	1109	977	836	974				
		Média	1006	951	995					
LC	61,67*	Sem	62,34	55,31	60,72	59,46	9,95	0,0905	0,0294	0,0023
		Com	56,77	78,21*	62,58	65,85				
		Média	59,56	66,76	61,65					
LV	234	Sem	257	215	230	234	18,85	0,8741	0,9937	0,4860
		Com	223	257	239	240				
		Média	240	236	234					
PM	217	Sem	159	197	191	182	20,58	0,3665	0,1657	0,9279
		Com	196	232	211	213				
		Média	177	214	201					
PV	2657,22	Sem	1987,87	2162,51	2534,18	2228,19	15,19	0,6361	0,3300	0,1777
		Com	2173,71	2237,87	1973,09	2128,22				
		Média	2080,79	2200,19	2253,64					
AV/PC	6,78*	Sem	4,82	4,98	5,84	5,21	18,90	0,7489	0,8117	0,0554
		Com	6,09	5,47	4,22*	5,26				
		Média	5,46	5,23	5,03					

* Difere da média do tratamento controle positivo pelo teste Dunnett ($p < 0,05$); CP= Controle positivo; CN=controle negativo; CV=coeficiente de variação; CE=complexo enzimático; NL=níveis de levedura; (PC)= Profundidade de cripta; (AV)= altura de vilo; (LC)=largura de cripta; (LV)= largura de vilo (PM)= parede muscular (PV)= perímetro de vilo; (AV/PC)= relação vilo cripta

Quadro 5. Valores de desdobramento da largura de cripta (μm) do duodeno aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com levedura da cana de açúcar e suplementadas com complexo enzimático

CE	LEVEDURA (%)		
	0	6	12
Com	56,70Ba	80,15Aa	62,57Ba
Sem	62,33Aa	55,31Ab	60,71Aa

^{A,B} Letras maiúsculas distintas na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre médias pelo teste de SNK; ^{a,b} Letras minúscula distintas na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre médias pelo teste de SNK.

Quadro 6. Efeito dos níveis de levedura e adição do complexo enzimático sobre as variáveis morfológicas da mucosa do jejuno aos 42 dias

VARIÁVEL(μm)	CP	CN	NÍVEIS DE LEVEDURA (%)			MÉDIA	CV (%)	P>F		
			0	6	12			NL	CE	CE*NL
PC	140*	Sem	139	154	214*	169	19,96	0,1271	0,2148	0,0320
		Com	168	142	148	153				
		Média	154	148	181					
AV	963	Sem	862	959	759	860	20,27	0,1257	0,8741	0,6037
		Com	973	866	742	861				
		Média	917	913	751					
LC	61,69	Sem	64,17	63,07	65,72	64,32	13,90	0,4137	0,6375	0,7471
		Com	62,14	58,02	67,57	62,57				
		Média	63,15	60,54	66,64					
LV	184	Sem	180	242	294	239	28,71	0,4226	0,1142	0,0726
		Com	226	172	191	197				
		Média	203	207	243					
PM	197	Sem	189	175	167	177	25,44	0,3039	0,6124	0,4338
		Com	187	220	154	187				
		Média	188	197	161					
PV	2109,36*	Sem	1872,86	2101,12	1843,16	1939,05	16,19	0,0531	0,7809	0,1989
		Com	2148,91	2049,31	1509,59*	1902,60				
		Média	2010,88	2075,22	1676,37					
AV/PC	7,03	Sem	6,22	6,38	3,64	5,41	32,27	0,0727	0,4008	0,6970
		Com	6,04	6,64	5,15	5,94				
		Média	6,13	6,51	4,40					

*Difere da média do tratamento controle positivo pelo teste Dunnett ($p < 0,05$); Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p < 0,05$); CP= Controle positivo; CN=controle negativo; CV=coeficiente de variação; CE=complexo enzimático; NL=níveis de levedura; (PC)= Profundidade de cripta; (AV)= altura de vilo; (LC)=largura de cripta; (LV)= largura de vilo (PM)= parede muscular (PV)= perímetro de vilo; (AV/PC)= relação vilo cripta

Quadro 7. Valores de desdobraimento de profundidade de cripta (μm) do jejuno aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com levedura da cana de açúcar e suplementadas com complexo enzimático

CE	LEVEDURA (%)		
	0	6	12
Com	168 Aa	142Aa	148Aa
Sem	139Ba	154ABa	214Aa

^{A,B} Letras maiúsculas distintas na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre médias pelo teste de SNK. ^{a,b} Letras minúscula distintas na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre médias pelo teste de SNK.

Quadro 8. Valores médios de Profundidade de cripta (PC) Altura de vilo (AV) largura de cripta (LC) largura de vilo (LV) parede muscular (PM) perímetro de vilo (PV) e relação vilo cripta (AV/PC) no íleo de frangos de corte alimentados com dietas com levedura suplementadas complexo enzimático aos 42 dias de idade

VARIÁVEL(μm)	CP	CN	NÍVEIS DE LEVEDURA (%)			MÉDIA	CV (%)	P>F		
			0	6	12			NL	CE	CE*NL
PC	127	Sem	156	147	133	146	30,48	0,7955	0,2539	0,8617
		Com	125	132	123	127				
		Média	141	139	128					
AV	777	Sem	854	675	824	784	30,51	0,5905	0,0714	0,5956
		Com	664	629	583	625				
		Média	759	652	703					
LC	61,43	Sem	55,87	56,59	62,63	58,36	14,64	0,3415	0,2052	0,8289
		Com	59,16	64,07	65,56	62,93				
		Média	57,52	60,33	64,09					
LV	205	Sem	181	229	218	209	24,13	0,2372	0,5993	0,9784
		Com	197	235	228	220				
		Média	189	232	223					
PM	172	Sem	248	226	212	229	33,78	0,6657	0,6944	0,9942
		Com	235	211	204	217				
		Média	241	219	208					
PV	1773	Sem	1840	1562	1866	1756	27,24	0,6027	0,1177	0,7441
		Com	1565	1436	1427	1476				
		Média	1702	1499	1647					
AV/PC	6,32	Sem	5,39	5,05	6,24	5,56	25,94	0,7167	0,2709	0,5400
		Com	5,10	4,96	4,81	4,96				
		Média	5,24	5,01	5,53					

CP= Controle positivo; CN=controle negativo; CV=coeficiente de variação; CE=complexo enzimático; NL=níveis de levedura; (PC)= Profundidade de cripta; (AV)= altura de vilo; (LC)=largura de cripta; (LV)= largura de vilo (PM)= parede muscular (PV)= perímetro de vilo; (AV/PC)= relação vilo cripta

Quadro 9. Viabilidade econômica em dietas com levedura da cana-de-açúcar e complexo enzimático no período de 22 a 42 dias

VARIÁVEL	CP	CN	Níveis de levedura (%)			MÉDIA	CV (%)	P>F		
			0	6	12			CE	NL	CE*NL
CMR/Kg (R\$)	1,88*	Sem	2,01	2,47*	3,06*	2,51	4,59	0,9228	<,0001	0,9312
		Com	1,99	2,50*	3,07*	2,52				
		Média ¹	2,00	2,49	3,06					
IEE (%)	97,72*	Sem	91,98	74,44*	60,18*	75,53	5,60	0,9987	<,0001	0,9171
		Com	92,83	73,74*	60,02*	75,53				
		Média ²	92,41	74,09	60,10					
IC (%)	102,38*	Sem	109,18	134,48*	166,29*	136,65	4,59	0,9197	<,0001	0,9320
		Com	108,28	135,66*	166,73*	136,89				
		Média ³	108,73	135,07	166,51					

*Difere da média do tratamento controle positivo pelo teste Dunnett ($p < 0,05$); Médias com letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($p < 0,05$); CP= Controle positivo; CN=controle negativo; CV=coeficiente de variação; CE=complexo enzimático; NL=níveis de levedura; CMR/Kg= custo médio da ração por kg de peso vivo produzido; IEE- índice de eficiência econômica; ¹CMR= $0,0886x + 1,985$, $R^2 = 0,99$; ² IEE = $-2,6921x + 91,685$, $R^2 = 0,99$; ³IC= $4,8151x + 107,88$, $R^2 = 0,99$

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A levedura da cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) íntegra pode ser utilizada em até 12% em dietas para frangos de corte sem comprometimento do desempenho na fase de 22 a 42 dias.

O complexo enzimático traz benefícios a mucosa intestinal na fase de 1 a 21 dias.

É de fundamental importância que mais pesquisas sejam desenvolvidas para buscar alternativas que viabilizem o uso da levedura em níveis maiores na fase inicial sem causar perdas no desempenho.

Apesar da especificidade das enzimas presente no complexo enzimático pelos compostos da levedura, estudos referentes à dosagem do aditivo seria de grande contribuição para a área da nutrição animal.

É de grande importância também, avaliar o efeito da levedura sobre a viscosidade do quimo intestinal e seus reflexos sobre a integridade da mucosa.