

ELVANIA MARIA DA SILVA COSTA

**PROTEASE E LEVEDURA EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

TERESINA, 2017

ELVANIA MARIA DA SILVA COSTA  
Engenheira Agrônoma

**PROTEASE E LEVEDURA EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado  
Co-orientador: Prof. Dr. João Batista Lopes

TERESINA, 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco

C837p Costa, Elvania Maria da Silva.  
Protease e levedura em dietas para frangos de corte /  
Elvania Maria da Silva Costa. - 2017.  
66 f.

Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade  
Federal do Piauí, Teresina, 2017.

“Orientadora: Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado”.

“Coorientador: Prof. Dr. João Batista Lopes”.

1. Frango de Corte. 2. Avicultura. 3. Nutrição - Animal.

I. Título.


CDD 636.5

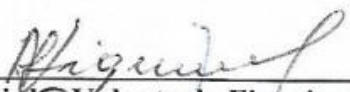
**PROTEASE E LEVEDURA EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

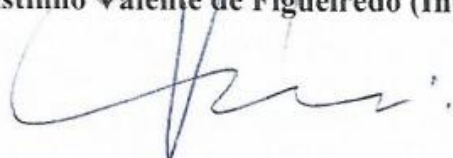
**ELVANIA MARIA DA SILVA COSTA**

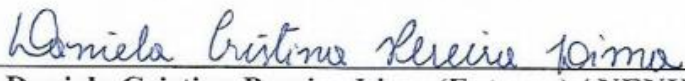
**Tese aprovada em: 29/06/2017**

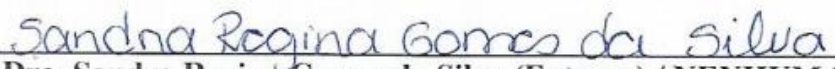
**Banca Examinadora:**

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

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Agostinho Valente de Figueiredo (Interno) / DZO/CCA/UFPI**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Firmino José Vieira Barbosa (Externo) / UESPI**

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Daniela Cristina Pereira Lima (Externa) / NENHUMA**

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Sandra Regina Gomes da Silva (Externa) / NENHUMA**

À **Deus**, por me capacitar em todos os momentos da minha vida;

Aos meus amados pais, **Francisco Edilson da Silva Costa** e **Maria do Rosário Silva Costa**, por não medirem esforços para realização dos meus sonhos;

Aos meus queridos irmãos, **Francisco Evandro da Silva Costa** e **Eduardo Everton da Silva Costa**, pela compreensão e amor incondicional;

Ao meu marido e companheiro, **Miguel Arcanjo Moreira Filho**, por estar sempre ao meu lado transmitindo confiança e esperança.

Ao meu pequeno príncipe, **Gabriel Costa Moreira**, sinal do meu amor maior.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí (UFPI), por contribuir com a minha formação acadêmica;

Ao Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves, pela convivência harmoniosa durante as reuniões da Comissão de Bolsas, Eventos Científicos e Departamento de Zootecnia da UFPI;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), pela concessão da bolsa de estudos e pelo apoio financeiro para execução da pesquisa por meio do edital PRONEX (FAPEPI/ MCT/CNPq Nº. 006/2011) sob coordenação do prof. Dr. João Batista Lopes;

À empresa DSM Produtos Nutricionais, pelo fornecimento da enzima protease;

À professora Dra. Leilane Rocha Barros Dourado, a quem tive a oportunidade de conhecer esta pessoa maravilhosa, compreensiva, atenciosa, inteligente. Obrigada pela orientação, paciência e confiança a mim depositada;

Ao professor Dr. João Batista Lopes pela co-orientação e por ser um grande exemplo no âmbito profissional e pessoal;

Ao professor Dr. Agostinho Valente de Figueiredo, pela amizade e ensinamentos proporcionados desde a graduação;

Aos professores, Dra. Daniela Cristina Pereira Lima, Dra. Sandra Regina Pereira Lima e Dr. Firmino José Vieira Barbosa pela disponibilidade e valiosas contribuições a esta pesquisa;

Ao diretor do Colégio Técnico de Teresina (CTT), Prof. Dr. José Bento de Carvalho Reis por disponibilizar os galpões para execução do experimento e ao Prof. Dr. Ronaldo Moraes Medeiros, pela doação da casca de arroz para as aves;

Ao Chefe do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFPI, Prof. Dr. Daniel Louçana da Costa Araújo; ao Engenheiro Agrônomo, Sávio Braga Castelo Branco; aos Técnicos do Laboratório de Nutrição Animal, Lindomar de Moraes Uchoa e Manoel José de Carvalho; aos terceirizados, Isaias Soares e Francisco Fernandes pelo apoio e presteza em todas as atividades exercidas neste setor;

Aos professores do Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos (NUEPPA), Dra. Maria Christina Sanches Muratori e Dr. Manoel Henrique Klein Júnior por disponibilizar os equipamentos necessários para a análise de composição química da carcaça dos frangos;

Aos professores, Felipe Barbosa Ribeiro e Marcos Antônio Delmondes Bomfim, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA/Campus Chapadinha) pela ajuda concedida para liofilizar os materiais do experimento;

Ao meu marido, Miguel Arcanjo Moreira Filho, por se fazer presente em todos os momentos da minha vida desde o mestrado;

À todos os amigos, Tiago Silva, Andressa Kelly e Ravena Carvalho (Graduandos em Medicina Veterinária), Hidaliana Aguiar, Sandra Regina, Mabell Nery, Jefferson Douglas, Vânia Lima, Francinete Alves, Leidiana Moreira, Daniela Lima, Snaylla Almendra, Jackelline Lopes, Daniel Albuquerque, Pedro Bittencourt e Ramon Merval (Pós-graduandos em Ciência Animal) pela colaboração, pois foram fundamentais para a execução deste trabalho;

À todos os monitores da Escola Família Agrícola Baixão do Carlos, pela compreensão da minha ausência em determinados momentos para conclusão desta tese. Obrigada pela oportunidade de conhecê-los, pessoas simples que cooperam para o bem do próximo;

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito deste trabalho.

Muito obrigada!

*“Em Deus se encontra a sabedoria, o conhecimento e a ciência da lei”.*

(Eclesiástico 11, 15)



## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	IX
RESUMO .....	X
ABSTRACT .....	XI
1 INTRODUÇÃO GERAL .....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	14
2.1 Características gerais da levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) .....	14
2.1.1 Levedura e seus derivados como alimento funcional .....	16
2.1.2 Levedura como fonte protéica .....	18
2.2 Enzimas na alimentação de frangos de corte .....	20
2.2.1 Proteases .....	22
3 CAPÍTULO I - Inclusão de protease e levedura da cana-de-açúcar em dietas para pintos de corte .....	24
4 CAPÍTULO II - Enzima exógena e levedura da cana-de-açúcar em dietas para frangos de corte .....	43
6 CONCLUSÕES GERAIS .....	61
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS ITENS 1 E 2 .....	62

## LISTA DE TABELAS

<b>Referencial teórico</b>	<b>Página</b>
Tabela 1 – Principais enzimas utilizadas na avicultura .....	20
 <b>Capítulo I</b>	
Tabela 1 – Composição centesimal e calculada das rações experimentais para pintos de corte na fase pré-inicial (1-7 dias de idade) .....	39
Tabela 2 – Desempenho de pintos de corte, na fase de 1 a 7 dias de idade, alimentados com rações contendo protease e levedura da cana-de-açúcar .....	40
Tabela 3 – Peso de órgãos e biometria intestinal de pintos de corte, aos 7 dias de idade, alimentados com rações contendo protease e levedura da cana-de-açúcar .....	41
Tabela 4 – Composição química e deposição de nutrientes corporais de pintos de corte, na fase de 1 a 7 dias de idade, alimentados com rações contendo protease e levedura da cana-de-açúcar, expressos na matéria natural.....	42
 <b>Capítulo II</b>	
Tabela 1 – Composição centesimal e calculada das rações experimentais para frangos de corte na fase de crescimento (22-33dias de idade) .....	48
Tabela 2 – Composição centesimal e calculada das rações experimentais para frangos de corte na fase final (34-42 dias de idade) .....	49
Tabela 3. Desempenho de frangos de corte, nas fases de 22 a 33 e de 22 a 42 dias de idade alimentados com rações contendo protease e levedura da cana-de-açúcar .....	52
Tabela 4. Rendimentos de carcaça, cortes nobres e gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com rações contendo protease e levedura da cana-de-açúcar .....	57
Tabela 5. Índices econômicos das rações contendo protease e levedura da cana-de-açúcar para frangos de corte, na fase de 22 a 42 dias de idade .....	58

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a inclusão de protease e levedura da cana-de-açúcar em dietas para aves quanto ao desempenho, peso de órgãos, biometria intestinal, composição química e deposição de nutrientes corporais na fase de 1 a 7 dias de idade (experimento I); quanto ao desempenho produtivo, rendimentos de carcaça e dos cortes nobres e, viabilidade econômica das rações no período de 22 a 42 dias de idade (experimento II). Em cada um dos experimentos, foram utilizados 700 frangos de corte machos da linhagem Ross. O delineamento adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 (sem e com enzima protease) x 3 (níveis de levedura: 0, 6 e 12%) + 1 (dieta controle positivo), totalizando sete tratamentos com cinco repetições, sendo 20 aves por unidade experimental. Isoladamente, os tratamentos com ou sem inclusão da enzima protease influenciaram a composição química das aves. Os níveis de levedura da cana-de-açúcar apresentaram efeitos para ganho de peso, conversão alimentar, umidade e proteína bruta corporal na deposição de nutrientes. A inclusão de protease em dietas para pintos de corte não consegue recuperar o baixo desempenho proporcionado pela utilização de levedura da cana-de-açúcar, além de apresentar menores teores de deposição de nutrientes corporais (experimento I). De forma isolada, para o desempenho, na fase de 22 a 33 dias de idade das aves, os tratamentos com ou sem inclusão da enzima protease e os níveis de levedura da cana-de-açúcar foram influenciados, no entanto, no período de 22 a 42 dias de idade, os níveis de levedura da cana-de-açúcar apresentaram efeitos para o consumo de ração e ganho de peso. Na fase de 22 a 42 dias de idade, aves alimentadas com dietas contendo enzima protease associada com 12% de levedura da cana-de-açúcar, diminuem o desempenho produtivo, não afetam o rendimento de carcaça e cortes e mostra-se menos viável economicamente (experimento II).

**Palavras-chave:** avicultura, enzima, nutrição, subproduto

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the inclusion of sugarcane protease and yeast in poultry diets for performance, organ weight, intestinal biometry, chemical composition and deposition of body nutrients in the 1 to 7 days old phase (experiment I); Yields, carcass yields and noble cuttings, and economic viability of rations during the period from 22 to 42 days of age (experiment II). In each of the experiments, 700 Ross broilers were used. The experimental design was a randomized complete block design, in a factorial scheme 2 (without and with enzyme protease) x 3 (yeast levels: 0, 6 and 12%) + 1 (positive control diet), totaling seven treatments with five replicates, 20 birds per experimental unit. In isolation, treatments with or without inclusion of the protease enzyme influenced the chemical composition of the birds. The levels of yeast from sugarcane presented effects for weight gain, feed conversion, moisture and crude protein in the nutrient deposition. The inclusion of protease in diets for broiler chicks can not recover the low performance provided by the use of sugarcane yeast, in addition to lower levels of body nutrient deposition (experiment I). In isolation, for performance in the 22 to 33 day-old stage of the birds, treatments with or without protease enzyme inclusion and sugarcane yeast levels were influenced, however, in the period of 22 At 42 days of age, sugarcane yeast levels had effects for feed intake and weight gain. In the 22 to 42 days old phase, birds fed diets containing protease enzyme associated with 12% of sugarcane yeast, decrease the productive performance, do not affect the carcass yield and cuts and it is less economically viable (experiment II).

**Key words:** poultry, enzyme, nutrition, byproduct

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de frangos de corte em escala industrial é uma das atividades mais importantes para a economia brasileira e, nas últimas duas décadas, tem se desenvolvido de forma acelerada em decorrência, principalmente, dos avanços nas áreas de nutrição animal, melhoramento genético, sanidade e ambiência. Além disso, o setor tem sido impulsionado pelo crescimento da demanda, associado à mudança no padrão de consumo populacional, devido ao processo de substituição de carne vermelha pela carne branca, principalmente pelo preço de mercado (CARVALHO; FIÚZA; LOPES, 2008).

Por outro lado, apesar do alto potencial para produtividade, a criação de frango de corte segue enfrentando desafios à medida que atinge novos e eficientes índices produtivos, mostrando-se susceptível a um grande número de variáveis, destacando-se, os gastos com alimentação, que equivalem a aproximadamente 80% dos custos totais de produção (RAMOS et al., 2006).

No Brasil, a alimentação de frangos de corte é realizada com base em dietas contendo milho e farelo de soja, ingredientes que mais contribuem para a elevação dos custos de produção de aves, com isso, tem havido crescente busca por alimentos alternativos, principalmente os subprodutos agroindustriais, que são ingredientes obtidos facilmente em regiões de ocorrência destes e em determinadas épocas do ano (FREITAS et al., 2013).

Dentre as diversas alternativas alimentares, a levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) possui boas características para uso na alimentação animal, principalmente quanto à disponibilidade. Além disso, apresenta composição química contendo 37,2% de proteína bruta, possui entre 0,9 a 1,6% de extrato etéreo, compreendendo aproximadamente proporções iguais de triglicerídeos e fosfolipídeos. Quanto aos minerais, apresenta variação entre 9,8 e 14,4%, sendo o fósforo e o potássio os principais componentes desta fração. Os teores de fibra bruta são normalmente inferiores a 1%. Os carboidratos representam de 45 a 55% da composição da levedura (ROSTAGNO et al., 2011).

Entre as substâncias que compõem a levedura da cana-de-açúcar, destacam-se os mananoligossacarídeos (21%) que são conhecidos por proteger a mucosa intestinal contra microorganismos invasores, contribuem com a maturação do sistema imunológico do animal hospedeiro, agindo como probióticos e prebióticos, e assim, leva a um acréscimo das bactérias benéficas como lactobacilos e bifidobactérias (REISINGER et al., 2012). No entanto, os componentes da parede celular, como glicana, manana e quitina, são resistentes à digestão

enzimática e possuem baixa digestibilidade, o que conseqüentemente, reduz a disponibilidade de nutrientes e seu valor energético (LOPES et al., 2011). Desta forma, a utilização de enzimas exógenas que possibilitem aumento da digestibilidade (TOLEDO et al., 2007) podem melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelas aves com reflexos positivos sobre o desempenho, biometria dos órgãos, morfologia intestinal, saúde e imunidade.

A suplementação de proteases na alimentação de aves tem como objetivo complementar as enzimas endógenas secretadas pelo animal, melhorar o valor nutricional por meio da hidrólise de determinados tipos de proteínas que resistem ao processo digestivo pelas aves (LIMA et al., 2007). Pode ainda, ocorrer o melhor aproveitamento das proteínas, com a liberação de peptídios e aminoácidos, o que possibilita redução nos níveis de inclusão dos ingredientes, fontes desses nutrientes, além de diminuir os impactos ambientais (NUNES et al., 2013), devido a menor excreção de alguns nutrientes, reduz a quantidade de amônia produzida nas instalações das aves, diminuindo o odor proveniente da mesma.

Objetivou-se com essa pesquisa, avaliar a inclusão de protease e levedura da cana-de-açúcar em dietas para aves quanto ao desempenho, peso de órgãos, biometria intestinal, composição química, deposição de nutrientes corporais, rendimentos de carcaça e dos cortes nobres e viabilidade econômica no período de 1 a 7 e de 22 a 42 dias de idade.

Esta tese apresenta-se estruturada em duas partes, Parte I, consistindo da Introdução, do Referencial Teórico, das Conclusões Gerais e das Referências Bibliográficas dos itens 1 e 2, redigidos segundo as normas editoriais do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí; e Parte II, referente ao Capítulo 1- Inclusão de protease e levedura da cana-de-açúcar em dietas para pintos de corte e Capítulo 2 - Enzima exógena e levedura da cana-de-açúcar em dietas para frangos de corte apresentados em formato de artigos científicos, redigidos de acordo com as normas editoriais dos periódicos Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal respectivamente, os quais serão submetidos para publicação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Características gerais da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*)

A produção de cana-de-açúcar no Brasil busca atender às metas diretamente ligadas ao açúcar (mercado interno e externo) e ao álcool combustível (mercado interno). Assim, a indústria começou a descartar, conseqüentemente, maiores quantidades de resíduos agroindustriais, os quais passaram a ser conhecidos como subprodutos, sendo um dos principais problemas enfrentados pelas indústrias sucroalcooleiras, devido ao grande volume gerado. Dentre os principais subprodutos da cana-de-açúcar, destacam-se o bagaço, a vinhaça, a torta de filtro e a levedura (TORRES et al., 2012).

A biomassa da levedura é produzida a partir da fermentação alcoólica de três segmentos industriais: o sucroalcooleiro, como subproduto da produção de etanol, o cervejeiro e o da panificação, contudo, apenas o primeiro produz atualmente, levedura em grande escala no Brasil (BAKER; GONÇALVES, 2012).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e a produção de álcool na safra 2011/2012 chegou a 22,6 milhões de m<sup>3</sup> de álcool/etanol (FERNANDES; SHIKIDA; CUNHA, 2013). Nas usinas, durante o processo de secagem da levedura, retiram-se valores entre 20 e 30 kg/m<sup>3</sup> de álcool produzido. O volume da produção de levedura no Brasil e a sua composição química, confirmam a potencialidade de uso deste ingrediente na alimentação de frangos de corte (LOPES et al., 2011).

O termo levedura usada anteriormente apenas para a ordem Sccharomycetales (ascomycetes), atualmente, é usado para representar as formas unicelulares em fungos. Foram os primeiros microrganismos conhecidos e, atualmente são os mais estudados. Um dos grandes diferenciais das leveduras é que raramente são tóxicas ou causadoras de doenças, por isso são largamente utilizadas nas dietas de humanos e de animais (SOUZA et al., 2011).

Existem, pelo menos, 80 gêneros de leveduras com aproximadamente 600 espécies conhecidas. Dentre essas espécies, a *Saccharomyces cerevisiae* é a mais conhecida e tornou-se o organismo escolhido para estudos de metabolismo, genética molecular, desenvolvimento de eucariontes e dos cromossomos, sendo, portanto, o primeiro eucarioto com o genoma completamente sequenciado (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

A levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) constitui-se de microrganismos que se reproduzem assexuadamente por brotamento. É obtida a partir da

fermentação anaeróbica do caldo da cana ou do melaço, no processo de produção do álcool. Esta fermentação ocorre em virtude da levedura ser uma célula heterotrófica, coletada via centrifugação do vinho ou via fundo das dornas de fermentação e, posteriormente, submetida à secagem (LOPES et al., 2011).

Os processos de secagem da levedura produzida na destilaria de álcool podem ser obtidos por rolagem ou pelo método *spray-dry*, sendo este último o mais eficiente, por proporcionar melhor uniformização da umidade, granulometria, cor e preservação dos aminoácidos (MACHADO et al., 2010). Contudo, torna-se necessária a cultura *in vivo* destes microrganismos pelas usinas beneficiadoras. Nas indústrias de álcool, devido à rápida velocidade de crescimento destes microrganismos, ocorre sempre excesso de produção de levedura, que pode ser usada para os mais diversos fins depois de desidratada, podendo ter significativa importância na alimentação animal.

A levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) é um subproduto produzido por diferentes processamentos e em diferentes usinas de álcool, portanto, a sua composição é bastante variável devido a esses fatores. De acordo com alguns autores, a levedura apresenta teores de proteína bruta variando de 37,2 (ROSTAGNO et al., 2011) a 45% (LAZZARI et al., 2006), com excelente balanço de aminoácidos essenciais, sendo rica em lisina total, 3,5% (GONÇALVES; CARVALHO; VIEGAS, 2010). Sua energia metabolizável aparente pode variar de 2.037 (LONGO et al., 2005) a 2.506 kcal kg<sup>-1</sup> (ROSTAGNO et al., 2011). Além disto, sua estrutura é composta por uma parede celular rica em mananoglicosacarídeos, que atuam sobre a mucosa intestinal, impedindo a fixação de microrganismos patogênicos, evitando que estes se liguem aos sítios nos enterócitos, movendo-se com o bolo fecal sem colonizar o trato intestinal (FERNANDES et al., 2013).

Alguns estudos (FRANCO; PEDROSO; GRIGOLETTI, 2005; LOPES et al., 2011; FREITAS et al., 2013) foram realizados com o objetivo de determinar o melhor nível de inclusão da levedura da cana-de-açúcar em dietas para frangos de corte, entretanto, os resultados são variáveis, muito embora esses trabalhos demonstrem que a eficiência produtiva das aves aumenta com a inclusão de leveduras nas dietas.

A levedura da cana-de-açúcar pode ser usada em níveis de até 7,5%, em dietas de frangos de corte, sem afetar o desempenho zootécnico, as características de carcaça e teor de umidade da cama (GRANJEIRO et al., 2001). Silva et al. (2003) não verificaram efeito da inclusão de 10% da levedura sobre o desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal dos frangos de corte.



As diferenças entre as recomendações do melhor nível de inclusão da levedura nas rações de frangos têm sido atribuídas ao fato desse alimento estar sujeito a variações no seu valor nutricional, devido a alterações de composição química, que depende do método de obtenção, que por sua vez varia quanto ao substrato, microrganismo e método de secagem utilizado.

### 2.1.1 Levedura e seus derivados como alimento funcional

Propriedade funcional refere-se ao papel metabólico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo (MORAES; COLA, 2006). Desta forma, os alimentos funcionais são aqueles em que seus efeitos vão além da função meramente nutricional, a de fornecer energia e nutrientes essenciais em quantidades equilibradas, para a promoção do crescimento normal e evitar desequilíbrios nutricionais.

As leveduras podem ser abordadas como alimento funcional, pois apresentam várias vitaminas do complexo B, enzimas, ácidos graxos voláteis, minerais quelatados, estimulantes bacterianos, antibióticos naturais e peptídeos que conferem melhor palatabilidade à ração, bons resultados zootécnicos, maior resistência imunológica e menor estresse ao animal (MACHADO, 1997). Sob o ponto de vista industrial, as leveduras são importantes, pelo fato dessa matéria-prima ser composta por uma variedade de componentes úteis e, por esse motivo, amplamente explorada.

O aproveitamento da biomassa da levedura pode ser feito integralmente (ativa e inativa), ou por apenas alguns dos seus componentes, produtos derivados da parede celular e do conteúdo celular, também denominado de extrato de levedura (COSTA, 2004). Em função disso, há uma grande variação nutricional entre os produtos disponíveis comercialmente, dependendo da espécie da levedura e do método de secagem adotado pela indústria. Essas variações levam os nutricionistas a terem cautela quanto ao nível máximo de inclusão na ração.

As pesquisas já apontam claramente para a utilização da levedura íntegra ativa com ação probiótica (PARDO-GAMBOA et al., 2011), a levedura íntegra inativa pode ser usada como fonte protéica nas rações (COSTA, 2004), a parede celular de levedura como agente prebiótico (TUCCI et al., 2011) e o extrato da levedura como “facilitador” da síntese celular em nível intestinal (GENTILLINI et al., 2009).

O uso da levedura na forma ativa, ou seja, o fornecimento de leveduras vivas favorece a saúde do trato gastrintestinal dos animais. Por não ser um hospedeiro natural do trato

gastrintestinal, as células das leveduras não aderem ao epitélio, multiplicando-se pouco e transitando juntamente com o bolo alimentar, atuando como probióticos, vindo a diminuir a pressão exercida pelos microrganismos patogênicos (COSTA, 2004).

Na forma inativa, as leveduras se caracterizam pelo seu valor nutricional, com o teor de proteína bruta variando de 30,8 a 56,0%, elevada concentração de vitaminas do complexo B e bom perfil aminoacídico, sendo ricas em lisina e treonina, o que permite a combinação com os cereais e são capazes de atuar positivamente no sistema imunológico e na absorção de nutrientes. Caracterizam-se ainda por serem ingrediente altamente palatável e com ação profilática, contribuindo para a redução de condições de estresse nos animais (COSTA, 2004).

A utilização de leveduras ativas e inativas de *Saccharomyces cerevisiae* em substituição aos antibióticos (Olaquinox e Bacitracina de Zinco), utilizados como promotores de crescimento para frangos de corte, proporciona melhor desempenho às aves independente do nível de inclusão de levedura nas dietas (FRANCO; PEDROSO; GRIGOLETTI, 2005).

A parede celular das leveduras possui carboidratos (20% a 35%) compostos, principalmente, por glucanas e mananas, os quais parecem atuar sobre o sistema imunológico e na prevenção da colonização de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal do animal (HISANO et al., 2004).

Os compostos derivados da parede celular de leveduras foram utilizados inicialmente nas rações como prebiótico natural e hoje são estudados por sua ação sobre o sistema retículo endotelial, sendo considerados importantes no estímulo do sistema imune de aves e principalmente de seres humanos (LEBLANC; ALBINA; REICHNER, 2006).

O uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em substituição aos antibióticos (avilamicina) melhora o desempenho, o rendimento dos cortes e gordura abdominal de frangos de corte (ALBINO et al., 2006). Entretanto, a utilização de níveis crescentes da parede celular de levedura em dietas para frangos de corte sobre o peso dos órgãos linfoides, a resposta imune celular e o perfil hematológico demonstram efeito apenas para o perfil hematológico quanto ao número de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito, com pontos mínimos suplementados com 1,77; 1,68 e 1,65 kg de parede de levedura/ton, respectivamente. Sendo assim, os autores inferiram que a utilização da parede de levedura associada ao sorgo ou não em dietas para frangos de corte ainda necessita de estudos complementares, que incluam, por exemplo, a purificação da parede de levedura quanto aos seus principais componentes (mananoligossacarídeos e  $\beta$ -glucano) (FERREIRA et al., 2009).

As paredes celulares das leveduras podem agir também como substâncias sequestrantes de micotoxinas, que se ligam às toxinas, ocorrendo dessa forma a detoxificação. Entretanto, para que a detoxificação seja mais ou menos completa, é preciso que alguns fatores, entre eles, o tempo de permanência do bolo alimentar e o comprimento do trato digestivo do animal, estejam condizentes para tal ligação (COSTA, 2004).

Após a separação da parede celular, retira-se o conteúdo celular, rico em nucleotídeos que participa da divisão e do crescimento da célula, principalmente nos tecidos com rápida proliferação, como o trato digestivo (LOPES et al., 2011). O extrato de levedura é um aditivo que promove a integridade, o desenvolvimento e o bom funcionamento da mucosa intestinal, e também possui níveis elevados de vitaminas do complexo B (GRAHAM; MCCRACKEN, 2005).

O extrato de leveduras contém em média 92,49% de matéria seca (MS), 48,07% de proteína bruta (PB), 4.883 kcal de energia bruta (EB/kg) e 2.073 kcal de energia metabolizável aparente (EMAn/kg) com coeficientes de digestibilidade da MS, de 65,79%, da PB de 65,47% e dos aminoácidos de 99,42% em frangos de corte. Os aminoácidos em maior proporção no extrato de leveduras são ácido glutâmico, leucina, ácido aspártico, alanina, prolina, lisina, valina, serina, isoleucina, glicina e treonina. O ácido glutâmico, presente em maior quantidade no extrato de levedura, tem função palatilizante, o que estimularia o consumo pelos animais. Assim, quanto mais cedo o estímulo da alimentação, menor a perda de peso inicial pós-eclosão, maior a taxa de crescimento e maior a uniformidade de peso das aves até 21 dias de idade (SILVA et al., 2009).

O fornecimento de extrato de levedura de um a sete dias e de 38 a 42 dias de idade melhora o desempenho produtivo das aves, entretanto o fornecimento somente de um a sete dias de idade, o benefício é observado em menor proporção. Isso demonstra a importância das leveduras no desenvolvimento do trato digestivo, com o fornecimento de substâncias essenciais ao desenvolvimento da capacidade absorptiva do trato digestório, como os nucleotídeos, bastante presente nas leveduras (RUTZ et al., 2006).

Ao ser utilizada inclusão de levedura íntegra, extrato de levedura e parede celular de levedura em dietas para frangos de corte, aos 21 dias de idade, piora a conversão alimentar nas aves alimentadas com a levedura íntegra e melhora, com a utilização de parede celular e extrato de leveduras (ZHANG et al., 2005).

### 2.1.2 Levedura como fonte protéica

As leveduras não são habitantes normais do aparelho digestório das aves. Recentemente algumas cepas passaram a ser incorporadas na alimentação animal como fonte direta de proteína, geralmente a partir de resíduos de fermentados industriais ou então como probióticos a partir da ingestão direta de células viáveis que estimulam a microbiota intestinal (SOUZA et al., 2011).

As leveduras são consideradas de alta qualidade nutricional, derivado de uma cepa selecionada, sendo uma fonte de proteína altamente disponível sob forma de aminoácidos livres e peptídeos. Além de elevados teores proteicos a levedura apresenta como característica, bom balanceamento de aminoácidos, em que os níveis de lisina e metionina sobressaem em relação a outras fontes proteicas (ARAÚJO et al., 2007).

As leveduras contêm mais de 10 vitaminas hidrossolúveis, pertencentes ao complexo B, inclusive inositol (B7), que atua como mensageiro intracelular de crescimento, estimula a síntese da biotina, vitamina essa que participa de uma série de reações de carboxilação, e também em glutamato que tem efeitos sobre a palatabilidade, peptídios e nucleotídeos (SOUZA et al., 2011).

O conteúdo de carboidratos nas leveduras varia de 22 a 34% da matéria seca. O teor de lipídeos atinge níveis de 18% a 40%. Os principais componentes lipídicos são triglicerídeos, lecitina e ergosterol. Nos triglicerídeos predominam os ácidos, portanto, semelhante à composição dos óleos vegetais (ANGELIS, 1986).

Comparando diferentes fontes protéicas (inclusão de 5,35% de isolado protéico de soja, 5,59% de plasma sanguíneo e 13,65% de levedura seca) para frangos de corte na primeira semana, LONGO et al. (2005) observaram que 13,65% de levedura seca apresenta a pior conversão alimentar aos sete dias de idade em relação às demais fontes. A diferença nos níveis de inclusão e a melhor digestibilidade de alimentos como o isolado protéico e o plasma sanguíneo foram os principais fatores que influenciaram nos resultados.

A redução nos custos de suplementação proteica, melhoria nos índices zootécnicos, aumento das vilosidades intestinais e a inibição de crescimento de enterobactérias são fatores que, fazem das leveduras uma ótima matéria-prima de rações para frangos de corte. A utilização de leveduras na dieta de aves melhora o lucro pelas empresas sucroalcooleiras, avícolas e de nutrição animal, além, dos consumidores, pois terão produtos cada vez melhores e de acordo com as normas de redução de impactos ambientais (SOUZA et al., 2011).

Dentre diversas alternativas para substituir parcialmente o farelo de soja nas dietas dos animais, surge a levedura de cana-de-açúcar. Contudo, é preciso ainda elucidar muitas questões a respeito da inclusão da levedura de cana na alimentação de frangos de corte, mas de qualquer forma, alguns aspectos já apontam positivamente para sua utilização: grande disponibilidade,

oferta por no mínimo seis meses do ano, material seco na fábrica de ração e proximidade da oferta com a demanda. Como ponto negativo tem-se as incertezas científicas quanto às recomendações para utilização nas dietas dos animais.

## 2.2 Enzimas na alimentação de frangos de corte

De acordo com a Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004 que aprova o regulamento técnico para produtos destinados a alimentação animal, incluem as enzimas como aditivos digestivos responsáveis por facilitar a digestão dos alimentos ingeridos, atuando sobre determinadas matérias-primas destinadas à fabricação de produtos para a alimentação animal.

As enzimas são proteínas ligadas ou não a cofatores que possuem propriedades catalíticas específicas, responsáveis por acelerar a velocidade das reações químicas no organismo, atuam conforme condições de temperatura, umidade e pH, em um tempo definido. Todas as reações bioquímicas que acontecem nos organismos vivos são catalisadas por alguma enzima (CAIRES et al., 2008).

A tecnologia da fermentação, com a ajuda de bactérias e fungos, tem produzido grande quantidade de enzimas exógenas, que podem degradar várias formas de amido, açúcares, proteína e celulose para se obter absorção mais rápida no trato gastrointestinal (COSTA et al., 2007) dos animais, visando promover melhorias na eficiência de utilização dos ingredientes.

Há várias enzimas comercialmente disponíveis, como as amilases, carboidrases, fitase, lipase e protease, que são empregadas na alimentação animal para complementar as endógenas e/ou para suprir a deficiência daquelas enzimas sintetizadas em pequenas quantidades e/ou não sintetizadas no organismo animal.

As enzimas produzidas por biotecnologia têm grande potencial para serem utilizadas em dietas avícolas. A produção industrial de enzimas específicas (Tabela 1) para certas áreas de aplicação são utilizadas para degradar ou acelerar a digestão dos compostos dos ingredientes vegetais (CAIRES et al., 2008).

Tabela 1 - Principais enzimas utilizadas na avicultura

<b>Enzima</b>	<b>Substrato</b>	<b>Efeitos</b>
Celulase	Celulose	Degradação da celulose e liberação de nutrientes
Protease	Proteínas	Suplementação das enzimas endógenas. Degradação mais eficiente de proteínas

Amilase	Amido	Suplementação das enzimas endógenas. Degradação mais eficiente do amido.
Fitase	Ácido fítico	Degradação mais eficiente do ácido fítico.
Lipase	Lipídeos e ácidos graxos	Melhora a utilização de gorduras animais e vegetais.

Fonte: Adaptado de Choct (1997).

A utilização de enzimas exógenas nas dietas de aves não possui função nutricional direta, mas auxilia o processo digestivo, melhorando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta (CAMPESTRINI; SILVA; APPELT, 2005), por meio da redução de fatores antinutricionais que promovem a quebra dos componentes da fibra e aumentam a disponibilidade de nutrientes para a digestão. Isto proporciona melhora no desempenho das aves (BARBOSA et al., 2008).

O uso de enzimas exógenas nas dietas de animais não ruminantes apresenta-se como uma alternativa não só para melhorar o desempenho animal, mas também como forma de reduzir a quantidade de excretas produzidas, o que diminui o potencial contaminante do ambiente de produção (CAMPESTRINI; SILVA; APPELT, 2005), além disso, os animais apresentam fezes mais secas e sem resíduo do alimento (MURAKAMI et al., 2007).

Existem duas maneiras para incorporação de enzimas exógenas nas formulações das dietas, podem ser adicionadas à ração calculada (TOLEDO et al., 2007), sem alterar os níveis nutricionais ou alterar a formulação da ração por meio da redução de nutrientes e adicionar enzimas para restaurar o valor nutricional da dieta padrão (BARBOSA et al., 2008).

O uso de enzimas exógenas é uma excelente alternativa para reduzir os custos de produção dos animais, uma vez que, a melhora na digestibilidade dos alimentos, permite alterações nas formulações das rações de forma a minimizar o custo, maximizando o uso de ingredientes energéticos e protéicos nas rações (ARAÚJO et al., 2007).

O uso de enzimas em dietas para frangos de corte contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral, não apresenta melhora para os resultados de desempenho, rendimento de carcaça e de cortes nobres, entretanto, as rações suplementadas com as enzimas, promove melhoria no índice bioeconômico em 1,4% (BONATO et al., 2004).

O fato das enzimas serem específicas em suas reações determina que os aditivos que tenham só uma enzima são insuficientes para produzir o máximo benefício, sugerindo que

misturas de enzimas sejam mais efetivas no aproveitamento dos nutrientes das dietas (MURAKAMI et al., 2007). Os complexos enzimáticos são preparações comerciais que envolvem as enzimas amilase, xilanase, protease,  $\beta$ -galactosidase, fitase,  $\beta$ -glucanase, pectinase, celulase e lipase.

A adição da combinação enzimática melhora o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta. O benefício do aumento da digestibilidade da proteína, promovida pela suplementação enzimática, está mais relacionado à redução da produção de aminoácidos endógenos, do que à melhor digestão dos aminoácidos da dieta. No entanto, tal benefício é maior em poupar o gasto energético, porque a ave gasta menos energia para realizar processos de digestão, o que resulta em mais energia disponível para os processos produtivos (BARBOSA et al., 2008).

A utilização de misturas enzimáticas pode gerar resultados controversos, por não se conhecer exatamente o efeito das interações entre enzimas, somando-se a dificuldade de se determinar a quantidade de polissacarídeos não amiláceos presentes nos alimentos (ALBINO; BUZEN; ROSTAGNO, 2007).

### 2.2.1 Proteases

As proteases podem ser classificadas de acordo com a posição da ligação peptídica a ser clivada na cadeia química, em endopeptidases ou proteinases (clivam as ligações peptídicas distantes do grupo terminal do substrato) e exopeptidases (clivam as ligações peptídicas próximas ao grupo amino ou carboxi terminal do substrato) (CHAUD; VAZ; FELIPE, 2007).

As proteases representam 60% do total do comércio de enzimas no mundo (ERENO, 2005). Muitos microrganismos, como bactérias, fungos e leveduras são capazes de produzir proteases que hidrolisam os componentes da parede celular de leveduras e causam a lise celular. As proteases apresentam variadas aplicações industriais (detergentes, processamento do couro, indústria farmacêutica, tratamento de efluentes, alternativa ao uso de antibióticos, dentre outros) o que amplia o campo de utilização dessas enzimas (CHAUD; VAZ; FELIPE, 2007).

Levando-se em conta que a proteína é o ingrediente de maior custo em dieta para animais não ruminantes e que a soja contribui com mais de 70% da proteína nas dietas para aves, a suplementação de protease pode ser uma excelente alternativa para melhorar o aproveitamento desse ingrediente, pois essas enzimas degradam inibidores de tripsina, quimiotripsina e lecitinas presentes na soja mal processada, além de aumentar os lucros da atividade (ARAÚJO et al.,

2007). Portanto, é fundamental uma correta avaliação nutricional dos ingredientes juntamente com um estudo de viabilidade econômica do uso dessa alternativa (MURAKAMI et al., 2007).

Em condições favoráveis para a atuação enzimática, a suplementação de enzimas exógenas na dieta de aves reduz a viscosidade da digesta, melhora a ação de enzimas endógenas, torna os nutrientes mais disponíveis e conseqüentemente melhora a digestão, o desempenho produtivo das aves e reduz os impactos ambientais (NUNES et al., 2013), devido a menor excreção de alguns nutrientes, além de reduzir a quantidade de amônia produzida nas instalações das aves, diminuindo o odor proveniente da mesma.

A combinação do complexo amilase, protease e xilanase, em dietas de milho e soja, formuladas com redução dos níveis de energia, cálcio e fósforo sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes, em frangos de corte, melhora o aproveitamento de proteína bruta, cálcio e fósforo, e se reflete no desempenho das aves, em razão do melhor aproveitamento dos nutrientes.

A suplementação com protease (PWD-queratinase) no nível de 0,10% em dietas para frangos de corte resulta em melhor desempenho para as aves em comparação àquelas alimentadas com baixo nível (0,05%) (ODETALLAH et al., 2003). Entretanto, os autores sugerem que é necessário estudos de digestibilidade ileal em frangos de corte a fim de complementar os valores benéficos da queratinase.

De acordo com Wang; Garlich; Shin (2006), a adição de proteases na dieta de aves melhora o desempenho produtivo e o rendimento de carcaça, sendo as observações mais evidentes em aves alimentadas com rações que contenham baixos níveis de aminoácidos essenciais ou de proteína total.



### 3 CAPÍTULO 1

#### **Inclusão de protease e levedura da cana-de-açúcar em dietas para pintos de corte**

Elvania Maria da Silva Costa<sup>(1)</sup>, Leilane Rocha Barros Dourado<sup>(2)</sup>, João Batista Lopes<sup>(1)</sup>,  
Agustinho Valente de Figueiredo<sup>(1)</sup>, Hidaliana Paumerik Aguiar Bastos<sup>(1)</sup>, Mabell Nery  
Ribeiro<sup>(1)</sup>, Sandra Regina Gomes da Silva<sup>(1)</sup> e Daniela Cristina Pereira Lima<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Campus Universitário  
Ministro Petrônio Portela, Bairro Ininga, CEP 64049-550, Teresina – Piauí, E-mail:  
[ellvania@hotmail.com](mailto:ellvania@hotmail.com), [lopesjb@uol.com.br](mailto:lopesjb@uol.com.br), [agustinhov@yahoo.com.br](mailto:agustinhov@yahoo.com.br),  
[hidaliana@hotmail.com](mailto:hidaliana@hotmail.com), [mabell\\_nery@hotmail.com](mailto:mabell_nery@hotmail.com), [sandravet2006@hotmail.com](mailto:sandravet2006@hotmail.com),  
[danicrisvet@yahoo.com.br](mailto:danicrisvet@yahoo.com.br)

<sup>(2)</sup> Universidade Federal do Piauí, Departamento de Zootecnia, BR 135, km 3, Bairro Planalto  
Horizonte, CEP 64900-000, Bom Jesus – Piauí, E-mail: [leilane@ufpi.edu.br](mailto:leilane@ufpi.edu.br)

Resumo- Objetivou-se avaliar a inclusão de protease e levedura da cana-de-açúcar em dietas para aves quanto ao desempenho, peso de órgãos, biometria intestinal, composição química e deposição de nutrientes corporais na fase de 1 a 7 dias de idade. O delineamento adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 (sem e com enzima protease) x3 (níveis de levedura: 0, 6 e 12%) +1 (dieta controle positivo), totalizando sete tratamentos com cinco repetições, sendo 20 aves por unidade experimental. Os tratamentos utilizados foram constituídos de uma dieta controle positivo e as outras foram o controle negativo, com reduções nos níveis nutricionais de proteína e aminoácidos em 4% da exigência. Nas dietas controle negativo foram incluídos ou não a enzima protease em três níveis de levedura da cana-de-açúcar. Isoladamente, os tratamentos com ou sem inclusão da enzima protease influenciaram a composição química das aves. Os níveis de levedura da cana-de-açúcar apresentaram efeitos para ganho de peso, conversão alimentar, umidade e proteína bruta corporal na deposição de nutrientes. A inclusão de protease em dietas para pintos de corte não

27 consegue recuperar o baixo desempenho proporcionado pela utilização de levedura da cana-  
28 de-açúcar, além de apresentar menores teores de deposição de nutrientes corporais.

29 Termos para indexação: avicultura, enzima, nutrição, subproduto.

### 30 **Protease inclusion and sugar cane yeast in diets for broilers chicks**

31 **Abstract-** The objective of this study was to evaluate the inclusion of sugarcane protease and  
32 yeast in poultry diets on performance, organ weight, intestinal biometry, chemical  
33 composition and deposition of body nutrients in the 1 to 7 day old phase. The experimental  
34 design consisted of a randomized complete block design, in a factorial scheme 2 (without and  
35 with enzyme protease) x3 (yeast levels: 0, 6 and 12%) +1 (positive control diet), totaling  
36 seven treatments with five replicates, Birds per experimental unit. The treatments used  
37 consisted of a positive control diet and the others were the negative control, with reductions in  
38 nutritional levels of protein and amino acids in 4% of the requirement. In the negative control  
39 diets, protease enzyme was included in three levels of sugarcane yeast. In isolation, treatments  
40 with or without inclusion of the protease enzyme influenced the chemical composition of the  
41 birds. The levels of yeast from sugarcane presented effects for weight gain, feed conversion,  
42 moisture and crude protein in the nutrient deposition. The inclusion of protease in diets for  
43 broiler chicks can not recover the low performance provided by the use of sugarcane yeast, in  
44 addition to presenting lower levels of deposition of body nutrients.

45 Index terms: poultry farm, enzyme, nutrition, by-product.

### 46 **Introdução**

47 O milho e o farelo de soja são ingredientes que mais contribuem para a elevação dos  
48 custos de produção das aves, em função da sazonalidade dos preços (Costa et al., 2013).  
49 Neste contexto, tem-se como consequência o aumento da procura por alimentos alternativos,  
50 principalmente os subprodutos agroindustriais, que são ingredientes obtidos facilmente em  
51 determinadas épocas do ano (Freitas et al., 2013).

52           Dentre as diversas alternativas alimentares, a levedura de cana-de-açúcar  
53 (*Saccharomyces cerevisiae*) apresenta-se com boas características para uso na alimentação  
54 animal principalmente quanto à disponibilidade, pois é produzida em grande escala  
55 principalmente na região Centro Sul do Brasil (Araújo et al., 2009). Apresenta em sua  
56 composição química 37,2% de proteína bruta (Rostagno et al., 2011), que a potencializa como  
57 ingrediente para ser utilizada em dietas para frangos de corte, podendo substituir parte da  
58 proteína do farelo de soja (Freitas et al., 2013). Além disso, possui diversidade de  
59 aminoácidos, principalmente lisina e vitaminas do complexo B, enzimas, nucleotídeos e  
60 minerais (Machado et al., 2010).

61           Entre as substâncias que compõem a levedura da cana-de-açúcar, destacam-se os  
62 componentes da parede celular: proteínas e polissacarídeos (80 a 85%), principalmente,  
63 glicanos, manana e quitina, os quais são resistentes à digestão enzimática e possuem baixa  
64 digestibilidade, o que conseqüentemente, reduz a disponibilidade de nutrientes e seu valor  
65 energético (Lopes et al., 2011). Desta forma, a utilização de enzimas exógenas que  
66 possibilitem aumento da digestibilidade (Toledo et al., 2007) podem melhorar o  
67 aproveitamento dos nutrientes pelas aves com reflexos positivos sobre o desempenho,  
68 biometria dos órgãos, morfologia intestinal, saúde e imunidade (Law et al., 2015).

69           A suplementação com proteases monocomponente em dietas para frangos de corte  
70 melhora o valor nutricional por meio da hidrólise de determinados tipos de proteínas que  
71 resistem ao processo digestivo pelas aves (Lima et al., 2007). Pode ainda, promover o melhor  
72 aproveitamento das proteínas, com a liberação de peptídios e aminoácidos, o que possibilita  
73 redução nos níveis de inclusão dos ingredientes, fontes desses nutrientes e diminuição da  
74 excreção de nitrogênio (Leinonen et al., 2015).



99 Para o controle da entrada de raios solares e correntes de ar, foram utilizadas cortinas  
100 nas laterais do galpão. No período do dia em que a temperatura ultrapassou a zona de  
101 termoneutralidade das aves, foram ligados ventiladores, visando amenizar o estresse por calor  
102 aos animais.

103 O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar foi realizado por meio de  
104 termohigrômetro digital, bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro, situado no centro do  
105 galpão à altura do dorso das aves, realizando-se as leituras diariamente. As temperaturas  
106 foram, posteriormente, convertidas em Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU),  
107 conforme proposto por Buffington et al. (1981), sendo o  $ITGU = 0,72 (T_{bu} + T_{gn}) + 40,6$  (em  
108 que:  $T_{bu}$  = temperatura de bulbo úmido, em °C;  $T_{gn}$  = temperatura de globo negro, em °C).  
109 O programa de luz adotado foi o contínuo, 24 horas de luz natural+artificial, sendo, esta  
110 última, utilizando lâmpadas incandescentes de 60 watts.

111 Os tratamentos (Tabela 1) consistiram em uma dieta controle positivo para atender às  
112 exigências nutricionais na fase de criação das aves segundo Rostagno et al. (2011) formuladas  
113 a base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas e, as outras dietas  
114 foram o controle negativo, com reduções nos níveis nutricionais de proteína e aminoácidos  
115 em 4% da exigência, conforme a matriz nutricional indicada para a enzima protease avaliada.  
116 Nas dietas controle negativo foram incluídos ou não a enzima protease com três níveis de  
117 levedura da cana-de-açúcar, compondo os seguintes tratamentos: controle positivo (CP);  
118 controle negativo (CN) com 0% de levedura da cana-de-açúcar sem enzima (SE) protease; CN  
119 com 6% de levedura da cana-de-açúcar sem enzima (SE) protease; CN + 12% de levedura da  
120 cana-de-açúcar sem enzima (SE) protease; CN com 0% de levedura da cana-de-açúcar e com  
121 enzima (CE) protease; CN com 6% de levedura da cana-de-açúcar e com enzima (CE)  
122 protease; CN com 12% de levedura da cana-de-açúcar e com enzima (CE) protease.

123 A enzima protease monocomponente comercialmente disponível como Ronozyme  
124 ProAct (DSM, Brasil) foi adicionada as dietas de acordo com as recomendações do  
125 fabricante (200g/tonelada de ração). A levedura da cana-de-açúcar utilizada foi à íntegra  
126 inativa obtida comercialmente e de acordo com as análises realizadas no LANA, este  
127 subproduto apresenta em média 85,37% de matéria seca e 34,35% de proteína bruta na  
128 matéria natural. Para o cálculo das rações, foram considerados estes dados e os demais valores  
129 de composição química e de energia metabolizável, foram os propostos por Rostagno et al.  
130 (2011), assim como para os outros ingredientes da dieta.

131 O peso das rações e das aves foram realizados no início e ao final da fase de criação, a  
132 fim de avaliar o desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar). O  
133 consumo de ração e a conversão alimentar foram corrigidos pela mortalidade, segundo  
134 metodologia descrita por Sakomura & Rostagno (2007).

135 Aos 7 dias de idade, uma ave com peso médio próximo da parcela experimental,  
136 totalizando cinco aves por tratamento, foi abatida por deslocamento cervical após seis horas  
137 de jejum alimentar. Retirou-se os órgãos linfoides (baço e bolsa cloacal) e digestivos (fígado,  
138 pâncreas, moela+proventrículo e intestino) para obtenção dos pesos relativos dos mesmos,  
139 que foi obtido considerando o peso vivo das aves em jejum. O intestino delgado foi removido  
140 e seus segmentos (duodeno: a partir do piloro até a porção distal da alça duodenal; jejuno: a  
141 partir da porção distal da alça duodenal até o divertículo de Meckel; íleo: entre o divertículo  
142 de Meckel e a abertura dos cecos) foram medidos com o auxílio de uma fita métrica.

143 Ao final da fase pré-inicial, após jejum de sólidos de 24 horas (para completo  
144 esvaziamento do trato), uma ave de cada repetição foi abatida para análise de composição  
145 química e deposição de nutrientes corporais, das quais foram levadas ao freezer para  
146 congelamento. Posteriormente, as carcaças congeladas inteiras (incluindo penas, sangue e  
147 vísceras) foram cortadas em pedaços na serra elétrica e processadas em moinho de carne para

148 obtenção de um material homogêneo. Em seguida, as carcaças foram pesadas, novamente  
149 congeladas e submetidas à secagem por liofilização a vácuo, à temperatura de  $-50^{\circ}\text{C}$  por 72  
150 horas para obtenção da matéria pré-seca. Após, realizaram-se as pesagens e as amostras foram  
151 novamente moídas e encaminhadas ao laboratório para as análises de umidade, proteína bruta,  
152 lipídio e cinzas conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). O mesmo  
153 procedimento foi realizado com 10 pintos no 1º dia de idade a fim de analisar a deposição de  
154 nutrientes corporais das aves.

155 Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e ITGU foram calculados pela média e  
156 por desvio padrão. Os demais parâmetros foram submetidos à análise de variância, e quando  
157 significativos, a inclusão ou não da enzima foram comparados pelo Teste Student Newman  
158 Keuls (SNK) e para os níveis de levedura usou-se a análise de regressão. Na comparação do  
159 tratamento controle positivo com os demais, aplicou-se o teste de Dunnett segundo os  
160 procedimentos GLM do software SAS versão 9.0 (Sas Institute, 2002). Foi usado o  $\alpha=0,05$ .

### 161 **Resultados e Discussão**

162 Os valores médios de temperatura, da umidade relativa do ar e do ITGU registrados no  
163 interior do galpão, durante a fase de 1 a 7 dias de idade das aves foram de:  $28,0 \pm 0,60^{\circ}\text{C}$ ;  
164  $78 \pm 0,92\%$  e  $79,5 \pm 0,46$ , respectivamente. Estes resultados sugerem que a pesquisa foi  
165 desenvolvida em ambiente confortável para os animais, visto que de acordo com o Manual da  
166 linhagem (Aviagen Ross, 2009), os pintos requerem temperaturas de  $31,54 \pm 2,58^{\circ}\text{C}$  para a  
167 fase pré-inicial. Da mesma forma, Menegali et al. (2009) admitem que valores de ITGU  
168 variando entre 77 a 81,3, para a fase de 1 a 7 dias de idade, correspondentes à fase de  
169 aquecimento para frangos de corte, indicam condições de conforto.

170 No confronto dos tratamentos com a dieta controle positivo, não foram observadas  
171 diferenças ( $P>0,05$ ) para as variáveis: consumo de ração, ganho de peso e conversão  
172 alimentar. De maneira semelhante, também, não foi verificada interação ( $P>0,05$ ) entre os

173 fatores, com ou sem inclusão da enzima protease e níveis de levedura da cana-de-açúcar, para  
174 o desempenho (Tabela 2) na fase pré-inicial das aves.

175 De maneira isolada, verifica-se que a inclusão da enzima protease não influenciou  
176 ( $P>0,05$ ), o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves (Tabela 2). Em  
177 contrapartida, Angel et al. (2011), afirmam que a suplementação de protease em dietas para  
178 frangos de corte, independente da concentração utilizada, promove aumento no ganho de peso  
179 e melhoria na conversão alimentar das aves semelhante aquelas alimentadas com o grupo  
180 controle (sem suplementação de protease).

181 Os níveis de levedura da cana-de-açúcar apresentaram efeitos ( $P<0,05$ ) sobre o ganho  
182 de peso e conversão alimentar dos pintos de corte (Tabela 2). Para a variável ganho de peso,  
183 observou-se decréscimo linear ( $P<0,05$ ), segundo a equação ( $Y = 139,96 - 0,7523X$ ,  $r^2 =$   
184  $0,87$ ), em que houve diminuição no ganho de peso, à medida que se aumentou os níveis de  
185 levedura da cana-de-açúcar nas dietas. Houve efeito linear crescente ( $P<0,05$ ) para a  
186 conversão alimentar, conforme a equação ( $Y = 1,1435 + 0,0055X$ ,  $r^2 = 0,94$ ).

187 De maneira semelhante a esta pesquisa, para a variável ganho de peso, Freitas et al.  
188 (2013), substituindo a proteína do farelo de soja pela levedura da cana-de-açúcar em rações  
189 para frangos de corte, constataram que 12,08% de levedura da cana-de-açúcar para aves na  
190 fase inicial, houve aumento no consumo de ração e decréscimos no ganho de peso, porém a  
191 conversão alimentar não foi afetada.

192 Pode-se constatar que a utilização da enzima protease nas dietas, não foi  
193 suficientemente capaz de acessar a proteína contida na levedura da cana-de-açúcar,  
194 provavelmente em função da parede da levedura que é composta principalmente por fibra  
195 dietética representada por carboidratos como, mananas e glucanas (Chaud et al., 2007)  
196 encapsularam os nutrientes necessários para o aproveitamento animal. A protease não atua  
197 sobre carboidrato e para a levedura da cana-de-açúcar ser degradada pelas aves, seria necessário



198 um aparato enzimático mais completo com atividades específicas não só para proteína como  
199 também para carboidratos (Cowieson, 2010).

200 Alguns estudos (Abdelrahman, 2013; Barroso et al., 2013) foram realizados com o  
201 objetivo de determinar o melhor nível de inclusão da levedura da cana-de-açúcar em dietas  
202 para frangos de corte, entretanto, os resultados são variáveis. Estas diferenças têm sido  
203 atribuídas ao fato deste subproduto estar sujeito a variações no seu valor nutricional, devido a  
204 alterações de composição química, as quais dependem do método de obtenção, que por sua  
205 vez varia quanto ao substrato, microrganismo e método de secagem utilizado (Freitas et al.,  
206 2013). Segundo as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011), o nível  
207 máximo de inclusão da levedura da cana-de-açúcar em dietas para frangos de corte na fase  
208 inicial é de 3%.

209 A utilização do maior nível deste subproduto nas dietas para os pintos de corte,  
210 possivelmente reduziu a digestibilidade dos nutrientes e da energia (Lopes et al., 2011), pelo  
211 fato da parede celular da levedura da cana-de-açúcar ser espessa e resistente à digestão  
212 enzimática, tornando indisponível o conteúdo intracelular. Para que os nutrientes da ração  
213 possam ser degradados e absorvidos eficientemente, é necessário tornar-se disponível nos  
214 processos metabólicos.

215 No confronto dos tratamentos com a dieta controle positivo, não foram observadas  
216 diferenças ( $P>0,05$ ) para o peso do baço, da bolsa cloacal, do fígado, do pâncreas, da moela  
217 com o proventrículo, do intestino e comprimento do duodeno, jejuno e íleo das aves. Não  
218 houve interação entre os fatores, com ou sem inclusão da enzima protease e níveis de levedura  
219 da cana-de-açúcar ( $P>0,05$ ) sobre as variáveis estudadas, na fase pré-inicial das aves (Tabela  
220 3).

221 De maneira isolada, a inclusão da enzima protease e os níveis de levedura da cana-de-  
222 açúcar não apresentaram efeitos ( $P>0,05$ ) sobre as variáveis analisadas (Tabela 3).

223 O estudo do crescimento dos órgãos pode levar a maior compreensão das doenças  
224 metabólicas decorrentes da alta taxa de crescimento dos frangos e diferenças no crescimento  
225 dos órgãos podem alterar a fisiologia dos frangos de corte (Marcato et al., 2010). Em  
226 consonância com os resultados desta pesquisa, Ferreira et al. (2009) não obtiveram efeitos  
227 ( $P>0,05$ ) sobre o peso dos órgãos linfóides ao utilizar níveis crescentes da parede celular de  
228 levedura da cana-de-açúcar em dietas para frangos de corte. Sendo assim, os autores inferiram  
229 que a utilização da parede de levedura em dietas para frangos de corte ainda necessita de  
230 estudos complementares, que incluam, por exemplo, a purificação da parede de levedura  
231 quanto aos seus principais componentes (mananoglicosacarídeos e  $\beta$ -glucano).

232 Do ponto de vista nutricional, o tamanho do intestino pode afetar a taxa de passagem do  
233 alimento pelo trato digestivo e com isso, influenciar na eficiência da digestão e absorção dos  
234 nutrientes da dieta (Flauzina et al., 2007). Resultados semelhantes a este estudo foram obtidos  
235 por Nunes et al. (2011), pois não encontraram efeitos ( $P>0,05$ ) sobre as variáveis alométricas  
236 dos órgãos e biométricas do intestino ao utilizar farinha de batata doce, com ou sem  
237 suplementação de complexo enzimático para frangos de corte na fase inicial.

238 Quanto à composição química e deposição de nutrientes corporais, ao se confrontar os  
239 tratamentos com a dieta controle positivo, não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) para as  
240 variáveis analisadas. Da mesma forma, não houve interação entre os fatores, com ou sem  
241 inclusão da enzima protease e níveis de levedura da cana-de-açúcar ( $P>0,05$ ) (Tabela 4).

242 De modo isolado, observa-se que a inclusão da enzima protease nas dietas, ocasionou  
243 diminuição ( $P<0,05$ ) para as variáveis proteína bruta e cinzas quanto a composição química  
244 corporal dos frangos de corte, porém os níveis de levedura da cana-de-açúcar não foram  
245 influenciados ( $P>0,05$ ) (Tabela 4). Em consonância com os resultados desta pesquisa, Parizio  
246 (2014) observaram diminuição da proteína bruta na composição química da carne de codornas  
247 de corte alimentadas com 20% de proteína sendo incluída a protease.

248 Os níveis de levedura da cana-de-açúcar influenciaram linearmente ( $P < 0,05$ ) a  
249 deposição de nutrientes corporais das aves para as variáveis, umidade e proteína bruta,  
250 representado pelas equações ( $Y = 28,6 - 0,1383X$ ;  $r^2 = 0,87$ ) e ( $Y = 18,3 - 0,1092X$ ;  $r^2 = 0,71$ ),  
251 respectivamente (Tabela 4).

252 Os valores para deposição de umidade e proteína foram próximos, isto demonstra que a  
253 deposição de água está intimamente ligada à proteína corporal de aves, ou seja, pintos de corte  
254 retém menos água à medida que se aumenta os níveis de levedura da cana-de-açúcar, pela  
255 menor síntese de proteína (Mansano et al., 2013). Entretanto, Barbosa et al. (2007)  
256 verificaram que o nível de inclusão de 18% de levedura seca melhorou a composição da carne  
257 de coelho, principalmente por aumentar o conteúdo da proteína.

258 Furlan et al. (2004) reportaram que a deposição de proteína na carcaça é pré-  
259 estabelecida pela ave, de acordo com sua informação genética, ou seja, existe um limite para  
260 a deposição diária de proteína, que não pode ser compensado pela dieta. O excesso de  
261 proteína pode ocasionar problemas renais e hepáticos, pois aumenta a quantidade de  
262 nitrogênio eliminado pelos rins, o que o sobrecarrega e pode comprometer o seu  
263 funcionamento (Seixas Filho et al., 2008).

## 264 **Conclusões**

265 A inclusão de protease em dietas para pintos de corte na fase de 1 a sete dias de idade,  
266 não consegue recuperar o baixo desempenho proporcionado pela utilização de levedura da  
267 cana-de-açúcar, além de apresentar menores teores de deposição de nutrientes corporais.

## 268 **Agradecimentos**

269 *À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí - FAPEPI pelo financiamento*  
270 *desta pesquisa e a empresa DSM pela concessão da enzima protease.*

## 271 **Referências**

- 272 ABDELRAHMAN, M.M. Effect of feeding dry fat and yeast culture on broiler chicken  
273 performance. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v.37, p.31-37, 2013.
- 274 ANGEL, C.R.; SAYLOR, W.; VIEIRA, S.L., WARD, N. Effects of a monocomponent  
275 protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day-old broiler chickens. **Poultry**  
276 **Science**, v.90, p. 2281–2286, 2011.
- 277 ARAÚJO, L.F.; DIAS, M.V.C.; BRITO, E.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, S. Enriquecimento  
278 protéico de alimentos por levedura em fermentação semissólida: alternativa na alimentação  
279 animal. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, p.47-53, 2009.
- 280 AVIAGEN ROSS. **Ross Broiler Management Manual**. UK: Scotland; USA: Huntsville,  
281 2009. 114p. Disponível em:  
282 <[http://pt.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Broiler/Ross\\_Broiler\\_Manual\\_09.pdf](http://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross_Broiler_Manual_09.pdf)>  
283 Acesso em: 20 set. 2016.
- 284 BARBOSA, J.G.; SILVA, L.P.G.; OLIVEIRA, E.M. PEREIRA, W.E.; CAVALCANTE  
285 NETO, A.; OLIVEIRA, M.R.T.; MEDEIROS, A.N.; MOTA, K.M. Efeitos da inclusão de  
286 levedura seca (*Saccharomyces Cerevisiae*) sobre a carcaça e na composição da carne de  
287 coelhos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p. 51-58, 2007.
- 288 BARROSO, D.C.; VIEIRA, A.A.; LIMA, C.A.R.; TRINDADE, P.S.; GOMES, A.V.C.;  
289 SOUZA, M.M.S.; CORRÊA, G.S.S. Adição da parede celular de levedura (*Saccharomyces*  
290 *cerevisiae*) na dieta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**  
291 **Zootecnia**, v.65, p.1139-1148, 2013.
- 292 BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black globe  
293 humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the**  
294 **ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.
- 295 CHAUD, S.G.; SGARBIER, V.C.; VICENTE, E.; SILVA, N.; ALVES, A.B.; MATTOS,  
296 J.A.R. Influência de frações da parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre

297 os índices séricos de glicose e lipídios, microbiota intestinal e produção de ácidos graxos  
298 voláteis (AGV) de cadeias curtas de ratos em crescimento. **Ciência e Tecnologia de**  
299 **Alimentos**, v.27, p.338-348, 2007.

300 COSTA, E.M.S.; FIGUEIREDO, A.V.; LOPES, J.B.; RIBEIRO, F.B.; SILVA, S.R.G.;  
301 ALMENDRA, S.N.O.; CARVALHO FILHO, D.U.; LIMA, D.C.P. Desempenho de frangos  
302 de corte alimentados com dietas contendo grão integral e coprodutos da soja em ambiente  
303 com calor cíclico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, p.710-720, 2013.

304 COWIESON, A.J. Strategic selection of exogenous enzymes for corn/soy-based poultry  
305 diets. **Japan Poultry Science Association**, v.47, p.1-7, 2010.

306 FERREIRA, S.R.; MURAKAMI, A.E.; SIQUEIRA, T.G.V.; SANTOS, J.M.G.; POTENÇA,  
307 A.; SANTOS, T.C. Níveis crescentes de parede de levedura sobre a resposta imune celular e  
308 perfil hematológico de frangos de corte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.29, p.725-730,  
309 2009.

310 FLAUZINA, L.P. **Desempenho produtivo e biometria de vísceras de codornas japonesas**  
311 **alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta**. 2007. 36f.  
312 Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de  
313 Brasília, Brasília.

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

317 FURLAN, R. L.; FARIA FILHO, D.E.R.; ROSA, P.S.; MACARI, M. Does low-protein diet  
318 improve broiler performance under heat stress conditions? **Revista Brasileira de Ciência**  
319 **Avícola**, v.6, p.71-79, 2004.

- 320 LAW, L.F.; ZULKIFLI, I.; SOLEIMANI, A.F.; HOSSAIN, M.A.; LIANG, J.B. Nutrient  
321 digestibility of broiler chickens fed on a low-protein diet supplemented with monocomponent  
322 proteases. **European Poultry Science**, v.79, p.1-9, 2015.
- 323 LEINONEN, I.; WILLIAMS, A.G. Effects of dietary protease on nitrogen emissions from  
324 broiler production: a holistic comparison using Life Cycle Assessment. **Journal of the  
325 Science of Food and Agriculture**, v.95, p.3041-3046, 2015.
- 326 LIMA, M.R.; SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A.; LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.R.A. Enzimas  
327 exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasilica**, v.1, p.99-110, 2007.
- 328 LOPES, C.C.; RABELLO, C.B.V.; SILVA JÚNIOR, V.A.; HOLANDA, M.C.R.; ARRUDA,  
329 E.M.F.; SILVA, J.C.R. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia  
330 intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar. **Acta  
331 Scientiarum. Animal Science**, v.33, p.33-40, 2011.
- 332 MACHADO, D.A.V.; SARTORI, J.R.; FASCINA, V.B.; MADEIRA, L.A.; CARRIJO, A.S.;  
333 CRUZ, V.C. Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) spray-dry, autolisada e parede celular na  
334 alimentação de frangos de corte. **Veterinária e Zootecnia**, v.4, p.541-551, 2010.
- 335 MANSANO, C. F. M.; STÉFANI, M.V.; PEREIRA, M.M.; MACENTE, B.I. Deposição de  
336 nutrientes na carcaça de girinos de rã-touro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p.885-  
337 891, 2013.
- 338 MARCATO, S.M.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K.; SIQUEIRA, J.C.;  
339 DOURADO, L.R.B.; FREITAS, E.R. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de  
340 frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39,  
341 p.1082-1091, 2010.
- 342 MENEGALI, I.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.R.; GUIMARÃES, M.C.C.;  
343 CORDEIRO, M.B. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de

- 344 corte no período de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,  
345 v.13, p. 415-436, 2009.
- 346 NUNES, J.K.; GONÇALVES, F.N.; DALLMANN, H.M.; GENTINILI, F.P.; ANCUITI,  
347 M.A.; RUTZ, F.; MAIER, J.C.; SILVA, J.G.C. Desenvolvimento do sistema digestório de  
348 frangos de corte alimentados com farinha de batata doce. **Archivos de Zootecnia**, v.60,  
349 p.1105-1114, 2011.
- 350 PARIZIO, F. A. S. **Utilização de protease em dietas de codornas de corte**. 2014. 55f.  
351 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas.
- 352 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.;  
353 OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de**  
354 **alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252p.
- 355 SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de**  
356 **monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283p.
- 357 SAS. **Statistical analysis systems user's guide: Version 9.0**. Cary, NC, USA: SAS Institute  
358 Inc., 2002.
- 359 SEIXAS FILHO, J.T.; HIPOLITO, M.; CARVALHO, V.F.; MARTINS, A.M.R.P.F.; SILVA,  
360 L.N.; CASTAGNA, A.A. Alterações histopatológicas em girinos de rã-touro alimentados com  
361 rações comerciais de diferentes níveis protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37,  
362 p.2085-2089, 2008.
- 363 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**.  
364 Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 239p.
- 365 TOLEDO, T.C.F.; CHAVES, P.T.; SILVA, J.H.; CECCANTINI, M.; POLETTO JÚNIOR, C.  
366 Composição, digestibilidade protéica e desaminação em cultivares brasileiras de soja  
367 submetidas à radiação gama. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.812-815, 2007.
- 368

## Tabelas

**Tabela 1.** Composição centesimal e calculada das rações experimentais para pintos de corte na fase pré-inicial (1-7 dias de idade)<sup>(1)</sup>.

Ingrediente	CP	CN(0%	CN+6	CN+12%	CN(0%	CN+6%	CN+12%
		lev)	% lev	Lev	lev)+CE	lev+CE	lev+CE
Milho	63,48	66,11	64,10	62,10	66,11	64,10	62,10
Farelo de soja	30,26	28,02	23,82	19,61	28,02	23,82	19,61
Óleo de soja	0,41	0,00	0,08	0,15	0,00	0,08	0,15
Fosfato bicálcico	1,94	1,96	1,94	1,91	1,96	1,94	1,91
Calcário calcítico	0,88	0,88	0,89	0,90	0,88	0,89	0,90
NaCl	0,51	0,51	0,48	0,45	0,51	0,48	0,45
L-lisina HCl 79%	0,40	0,40	0,41	0,42	0,40	0,41	0,42
DL-metionina 99%	0,35	0,33	0,36	0,40	0,33	0,36	0,40
L- treonina 98,5%	0,13	0,12	0,14	0,16	0,12	0,14	0,16
L- triptofano 98%	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02
L- valina 98,5%	0,11	0,10	0,13	0,16	0,10	0,13	0,16
L- arginina 99 %	0,13	0,14	0,22	0,30	0,14	0,22	0,30
Premix min/vit <sup>(2)</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Caulim	1,00	1,02	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00
Levedura inativa	-	-	6,00	12,00	-	6,00	12,00
Enzima Protease	-	-	-	-	0,02	0,02	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>COMPOSIÇÃO CALCULADA</b>							
Arginina dig.(%) <sup>(3)</sup>	1,41	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Cloro (%)	0,36	0,36	0,34	0,32	0,36	0,34	0,32
EM (Mcal/kg) <sup>(4)</sup>	2925	2925	2925	2925	2925	2925	2925
Fósforo disp.(%) <sup>(5)</sup>	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Lisina dig. (%) <sup>(3)</sup>	1,30	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Met+cist dig.(%) <sup>(3)</sup>	0,94	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Potássio (%)	0,82	0,78	0,76	0,73	0,78	0,76	0,73
Proteína bruta (%)	22,00	21,12	21,12	21,12	21,12	21,12	21,12
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Treonina dig.(%) <sup>(3)</sup>	0,85	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Triptofano disp.(%) <sup>(5)</sup>	0,23	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21
Valina disp. (%) <sup>(5)</sup>	1,00	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

370 <sup>(1)</sup>CP: controle positivo; CN(0%lev): controle negativo com 0% de levedura; CN+6%lev: controle negativo com  
371 6% de levedura; CN+12%lev: controle negativo com 12% de levedura; CN(0%lev)+CE: controle negativo com  
372 0% de levedura com enzima; CN(6%lev)+CE: controle negativo com 6% de levedura com enzima;  
373 CN(12%lev)+CE: controle negativo com 12% de levedura com enzima;

374 <sup>(2)</sup>Premix mineral e vitamínico: Níveis de garantia por kg do produto- ácido fólico: 199,00 mg; ácido  
375 pantotênico: 3.119,00 mg; biotina: 10,00 mg; clorohidroxiquinolina: 7.500,00 mg; cobre: 1.996,00 mg; colina:  
376 80,71 g; ferro: 11,25 g; iodo: 187,00 mg; manganês: 18,74 g; niacina: 8.399,00 mg; nicarbazina: 25,00 g;  
377 selênio: 75,00 mg; vitamina A: 1.680.000,00 UI; vitamina B1: 436,50 mg; vitamina B12: 2.400,00 mcg;  
378 vitamina B2: 1.200,00 mg; vitamina B6: 624,00 mg; vitamina D3: 400.000,00 UI; vitamina E: 3.500,00 UI;  
379 vitamina K3: 360,00 mg; zinco: 17,50 <sup>(3)</sup>digestível <sup>(4)</sup>EM: energia metabolizável <sup>(5)</sup>Disponível

380



381 **Tabela 2.** Desempenho de pintos de corte, na fase de 1 a 7 dias de idade, alimentados com  
 382 rações contendo protease e levedura da cana-de-açúcar.

Variável <sup>1</sup>	Controle positivo	Controle negativo	Níveis de levedura (%)			Média	CV (%)	Valor P <sup>2</sup>	
			0	6	12			L	Q
CR (g/ave)	159,82	Sem Enzima	159,20	158,50	156,10	157,93	3,57	0,5096	0,4495
		Com Enzima	159,70	162,08	159,40	160,39			
		Média	159,45	160,29	157,75				
GP (g/ave)	144,51	Sem Enzima	140,00	135,15	128,84	134,66	3,89	0,0008	0,1620
		Com Enzima	137,95	139,66	131,05	136,22			
		Média	138,98	137,41	129,95				
CA	1,11	Sem Enzima	1,14	1,17	1,21	1,17	2,85	0,0002	0,2988
		Com Enzima	1,16	1,16	1,22	1,18			
		Média	1,15	1,17	1,21				

383 <sup>1</sup>CR = consumo de ração; GP = ganho de peso; CA = conversão alimentar; CV = coeficiente de variação;

384 <sup>2</sup>L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos aos níveis de levedura

385

386

387 **Tabela 3.** Peso de órgãos e biometria intestinal de pintos de corte, aos 7 dias de idade,  
 388 alimentados com rações contendo protease e levedura da cana-de-açúcar.

Variável <sup>1</sup>	Controle Positivo	Controle Negativo	Níveis de Levedura(%)			Média	CV (%)	Valor P <sup>2</sup>	
			0	6	12			L	Q
Peso Relativo (%)									
Baço	0,09	Sem Enzima	0,07	0,08	0,07	0,07	37,68	0,7753	0,1932
		Com Enzima	0,08	0,09	0,08	0,08			
		Média	0,07	0,09	0,07	0,07			
Bolsa	0,25	Sem Enzima	0,18	0,22	0,20	0,20	25,65	0,5165	0,5373
		Com Enzima	0,19	0,19	0,20	0,19			
		Média	0,19	0,21	0,20	0,20			
Fígado	4,46	Sem Enzima	4,14	4,40	4,03	4,19	11,89	0,3810	0,1672
		Com Enzima	4,36	4,45	4,07	4,29			
		Média	4,25	4,43	4,05	4,05			
Pâncreas	0,44	Sem Enzima	0,44	0,40	0,40	0,41	14,89	0,4208	0,7919
		Com Enzima	0,46	0,46	0,45	0,46			
		Média	0,45	0,43	0,42	0,42			
Moela+pro	7,46	Sem Enzima	6,89	7,03	6,94	6,95	12,06	0,4420	0,9009
		Com Enzima	6,79	7,03	7,33	7,05			
		Média	6,84	7,03	7,14	7,14			
Intestino	7,31	Sem Enzima	7,47	7,09	7,32	7,29	18,12	0,6608	0,7783
		Com Enzima	7,24	7,59	7,93	7,59			
		Média	7,35	7,34	7,62	7,62			
Comprimento do intestino (cm)									
Duodeno	15,44	Sem Enzima	15,90	15,60	15,60	15,70	15,26	0,7087	0,4211
		Com Enzima	15,00	16,40	14,50	15,30			
		Média	15,45	16,00	15,05	15,05			
Jejuno	36,10	Sem Enzima	38,20	37,40	36,30	37,30	9,81	0,5369	0,7476
		Com Enzima	35,80	34,70	35,70	35,40			
		Média	37,00	36,05	36,00	36,00			
Íleo	29,20	Sem Enzima	32,70	31,00	31,20	31,63	11,82	0,5827	0,4395
		Com Enzima	28,60	31,60	28,30	29,50			
		Média	30,65	31,30	29,75	29,75			
Com.Tot.	83,80	Sem Enzima	93,30	86,50	85,60	88,47	7,74	0,2589	0,9771
		Com Enzima	82,40	85,90	83,20	83,83			
		Média	87,85	86,20	84,40	84,40			

389 <sup>1</sup> Moela+pro = moela e proventrículo; Com.Tot = comprimento total; CV = coeficiente de variação;

390 <sup>2</sup> L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos aos níveis de levedura

391

392

393

394

395 **Tabela 4.** Composição química e deposição de nutrientes corporais de pintos de corte, na fase  
 396 de 1 a 7 dias de idade, alimentados com rações contendo protease e levedura da cana-de-  
 397 açúcar, expressos na matéria natural.

Variável <sup>1</sup>	Controle positivo	Controle negativo	Níveis de levedura (%)			Média	CV (%)	Valor de P <sup>2</sup>	
			0	6	12			L	Q
<b>Composição química (%)</b>									
Umidade	77,05	Sem enzima	77,46	77,48	77,80	77,58	1,80	0,8549	0,8605
		Com Enzima	77,62	77,68	77,05	77,45			
		Média	77,54	77,58	77,43				
PB	13,69	Sem enzima	13,71	13,87	13,26	13,61A	3,17	0,7869	0,3214
		Com Enzima	13,07	13,19	13,42	13,23B			
		Média	13,39	13,53	13,34				
Lipídio	6,29	Sem enzima	6,57	5,94	6,22	6,24	18,93	0,7179	0,8835
		Com Enzima	6,78	7,06	6,73	6,86			
		Média	6,67	6,50	6,47				
Cinzas	1,82	Sem enzima	2,00	2,20	2,09	2,10A	14,03	0,6574	0,7871
		Com Enzima	1,95	1,74	1,96	1,88B			
		Média	1,97	1,97	2,03				
<b>Deposição de nutrientes (g/kg)</b>									
Umidade	29,3	Sem enzima	28,9	27,7	26,1	27,6	5,45	0,0221	0,3615
		Com Enzima	28,0	28,7	27,5	28,1			
		Média	28,5	28,2	26,8				
PB	19,3	Sem enzima	18,8	18,4	16,4	17,9	5,90	0,0096	0,0871
		Com Enzima	17,3	17,8	17,0	17,4			
		Média	18,0	18,1	16,7				
Lipídio	9,9	Sem enzima	10,1	8,69	8,79	9,19	22,02	0,3459	0,9092
		Com Enzima	10,3	11,0	9,81	10,4			
		Média	10,2	9,86	9,30				
Cinzas	27,5	Sem enzima	29,9	32,6	29,3	30,6	18,57	0,7350	0,9713
		Com Enzima	28,6	25,2	27,5	27,1			
		Média	29,3	28,9	28,4				

398 Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, para uma mesma variável, não difere entre si pelo teste  
 399 SNK (P>0,05).

400 <sup>1</sup> PB = proteína bruta; CV = coeficiente de variação;

401 <sup>2</sup> L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos aos níveis de levedura

## 4 CAPÍTULO 2

### Enzima exógena e levedura da cana-de-açúcar em dietas para frangos de corte

*Enzyme exogenous and sugarcane yeast in diets for broilers*

COSTA, Elvania Maria da Silva<sup>1\*</sup>, DOURADO, Leilane Rocha Barros<sup>2</sup>, LOPES, João

Batista<sup>1</sup>, LIMA, Stélio Bezerra Pinheiro<sup>2</sup>, BASTOS, Hidaliana Paumerik Aguiar<sup>1</sup>, LIMA,

Vânia Batista de Sousa<sup>1</sup>, SILVA, Thiago Sousa da<sup>1</sup>, RUFINO, Andressa Kelly Barbosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Teresina-PI, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Professora Cinobelina Elvas, Departamento de Zootecnia, Bom Jesus-PI, Brasil.

\*Endereço para correspondência: ellvania@hotmail.com

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o desempenho, rendimentos de carcaça e dos cortes nobres e, viabilidade econômica das rações no período de 22 a 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas contendo protease e levedura da cana-de-açúcar. O delineamento adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 (sem e com enzima protease) x3 (níveis de levedura: 0, 6 e 12%) +1 (dieta controle positivo), totalizando sete tratamentos com cinco repetições, sendo 20 aves por unidade experimental. De forma isolada, para o desempenho, na fase de 22 a 33 dias de idade das aves, os tratamentos com ou sem inclusão da enzima protease e os níveis de levedura da cana-de-açúcar foram influenciados, no entanto, no período de 22 a 42 dias de idade, os níveis de levedura da cana-de-açúcar apresentaram efeitos para o consumo de ração e ganho de peso. Na fase de 22 a 42 dias de idade, aves alimentadas com dietas contendo enzima protease associada com 12% de levedura da cana-de-açúcar, diminuem o desempenho produtivo, não afetam o rendimento de carcaça e cortes e mostra-se menos viável economicamente.

26 **Palavras-chave:** alimentação, aves, parede celular, protease

27 **SUMMARY:** The objective of this study was to evaluate the performance, carcass yields and  
28 noble cuts and economic feasibility of rations from 22 to 42 days of age of broilers fed diets  
29 containing protease and yeast from sugarcane. The experimental design consisted of a  
30 randomized complete block design, in a factorial scheme 2 (without and with enzyme  
31 protease) x3 (yeast levels: 0, 6 and 12%) +1 (positive control diet), totaling seven treatments  
32 with five replicates, birds per experimental unit. In isolation, for performance in the 22 to 33  
33 day-old stage of the birds, treatments with or without protease enzyme inclusion and  
34 sugarcane yeast levels were influenced, however, in the period of 22 at 42 days of age,  
35 sugarcane yeast levels had effects for feed intake and weight gain. In the 22 to 42 days old  
36 phase, birds fed diets containing protease enzyme associated with 12% of sugarcane yeast,  
37 decrease the productive performance, do not affect the carcass yield and cuts and it is less  
38 economically viable. **Keywords:** feeding, poultry, cell wall, protease

### 39 INTRODUÇÃO

40 A levedura *Saccharomyces cerevisiae*, fungo unicelular proveniente da fermentação  
41 anaeróbia do caldo da cana-de-açúcar, tem se tornado um subproduto que possui vantagens  
42 em relação a outros microrganismos, principalmente em razão da sua capacidade de assimilar  
43 grande variedade de substratos, da alta velocidade de crescimento e facilidade de separação da  
44 biomassa (Baker & Gonçalves, 2012). Além disso, é um resíduo agroindustrial produzido em  
45 grande escala em várias regiões do Brasil (Araújo et al., 2009).

46 Atualmente, a levedura da cana-de-açúcar vem sendo incorporada na alimentação de  
47 animais monogástricos como uma fonte proteica (37,2% de proteína bruta) (Rostagno et al.,  
48 2011).

49 Na literatura há divergências quanto ao efeito da levedura da cana-de-açúcar sobre o  
50 desempenho produtivo (Lopes et al., 2011; Abdelrahman, 2013), rendimento de carcaça e de

51 cortes (Machado et al., 2010; Freitas et al., 2013;) para frangos de corte. No entanto, é  
52 consenso que esses animais não possuem enzimas digestivas capazes de lisar a rígida parede  
53 celular da levedura, da qual é composta pelos principais polissacarídeos não amiláceos, os  
54 mananos e os glucanos (Souza et al., 2011). Segundo Romero et al. (2013), a baixa  
55 digestibilidade da parede celular da levedura reduz a disponibilidade dos nutrientes da ração  
56 e, conseqüentemente, o seu valor energético.

57 Para melhor aproveitamento da levedura da cana-de-açúcar como alimento alternativo,  
58 uma opção é a utilização de enzimas exógenas na dieta de aves, uma vez que de acordo com  
59 Doskovic et al. (2012) a adição de protease nas dietas de aves melhoram o desempenho  
60 produtivo e o rendimento de carcaça.

61 Objetivou-se avaliar o desempenho, rendimentos de carcaça e dos cortes nobres, e,  
62 viabilidade econômica das rações no período de 22 a 42 dias de idade de frangos de corte  
63 alimentados com dietas contendo protease e levedura da cana-de-açúcar (*Saccharomyces*  
64 *cerevisiae*).

## 65 MATERIAL E MÉTODOS

66 A pesquisa foi realizada no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZO),  
67 do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), no  
68 município de Teresina/PI, no período de junho de 2014. Os procedimentos foram aprovados  
69 pela Comissão de Ética em Experimentação com animais/CEEA/UFPI, sob o protocolo  
70 número 087/12.

71 Utilizou-se 700 frangos de corte macho da linhagem Ross, no período de 22 a 42 dias  
72 de idade com peso médio inicial de  $0,925 \pm 8,28$  kg, alojados em 20 boxes de 2,70 m<sup>2</sup>. O  
73 delineamento adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 (sem e com enzima  
74 protease) x3 (níveis de levedura: 0, 6 e 12%) +1 (dieta controle positivo), totalizando sete

75 tratamentos com cinco repetições, sendo 20 aves por unidade experimental. As aves foram  
76 vacinadas no incubatório contra as doenças de marek e gumboro.

77 Até os 21 dias de idade, as aves foram criadas em galpão convencional de alvenaria.  
78 As aves foram alimentadas com rações à base de milho, farelo de soja, óleo refinado de soja,  
79 fosfato bicálcico, calcário calcítico, sal, aminoácidos (L-lisina HCl e DL-metionina),  
80 suplemento vitamínico e mineral, visando atender às exigências energéticas e nutricionais em  
81 cada fase do ciclo produtivo, pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e inicial (8 a 21 dias de idade),  
82 de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011).

83 Aos 22 dias de idade, os animais foram transferidos para o galpão experimental de  
84 alvenaria, orientado longitudinalmente no sentido Leste-Oeste, coberto por telhas de  
85 cerâmica, contendo lanternin, piso cimentado com divisórias entre os boxes, constituídas de  
86 telas de arame liso. A cama utilizada nos boxes foi de casca de arroz, com aproximadamente 5  
87 cm de espessura. Foram utilizados comedouros tubulares e bebedouros pendulares, onde as  
88 rações e água eram fornecidas à vontade.

89 Para o controle de entrada dos raios solares e correntes de ar, foram utilizadas cortinas  
90 nas laterais do galpão. No período do dia, em que a temperatura ultrapassou a zona de  
91 termoneutralidade para as aves, considerada acima de 21 °C para frangos adultos, de acordo  
92 com a União Brasileira de Avicultura (UBA, 2009), foram ligados ventiladores e  
93 nebulizadores, visando amenizar o estresse por calor.

94 O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar foi realizado por meio de  
95 termohigrômetro digital, bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro, situado no centro do  
96 galpão à altura do dorso das aves, realizando-se as leituras diariamente. As temperaturas  
97 foram, posteriormente, convertidas em Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU),  
98 conforme proposto por Buffington et al. (1981). O programa de luz adotado foi o contínuo, 24

99 horas de luz natural+artificial, sendo, esta última, utilizando lâmpadas incandescentes de 60  
100 watts.

101 Os tratamentos consistiram de uma ração controle positivo formulada para atender às  
102 exigências nutricionais e energéticas em cada fase, de 22 a 33 dias de idade (Tabela 1) e de 34  
103 a 42 dias de idade (Tabela 2) das aves, segundo recomendações de Rostagno et al. (2011).  
104 Estas rações foram formuladas a base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais  
105 e vitaminas e, as outras dietas foram o controle negativo, com reduções nos níveis nutricionais  
106 de proteína e aminoácidos em 4% da exigência, conforme a matriz nutricional indicada para a  
107 enzima protease avaliada. Nas dietas controle negativo foram incluídos ou não a enzima  
108 protease com três níveis de levedura da cana-de-açúcar, compondo os seguintes tratamentos:  
109 controle positivo (CP); controle negativo (CN) com 0% de levedura da cana-de-açúcar sem  
110 enzima (SE) protease; CN com 6% de levedura da cana-de-açúcar sem enzima (SE) protease;  
111 CN + 12% de levedura da cana-de-açúcar sem enzima (SE) protease; CN com 0% de levedura  
112 da cana-de-açúcar e com enzima (CE) protease; CN com 6% de levedura da cana-de-açúcar e  
113 com enzima (CE) protease; CN com 12% de levedura da cana-de-açúcar e com enzima (CE)  
114 protease.

115 Tabela 1. Composição centesimal e calculada das rações experimentais para frangos de corte  
116 na fase de crescimento (22-33dias de idade)

Ingrediente	CP	CN (0%lev)	CN+6% Lev	CN+12% Lev	CN(0% lev)+CE	CN+6% lev+CE	CN+12% lev+CE
Milho	70,29	72,60	70,60	68,60	72,60	70,60	68,60
Farelo de soja	23,96	21,98	17,76	13,54	21,98	17,76	13,54
Óleo de soja	1,10	0,73	0,81	0,88	0,73	0,81	0,88
Fosfato bicálcico	1,27	1,29	1,26	1,24	1,29	1,26	1,24
Calcário calcítico	0,91	0,91	0,92	0,93	0,91	0,92	0,93
NaCl	0,46	0,46	0,43	0,40	0,46	0,43	0,40
L-lisina HCl 79%	0,27	0,28	0,29	0,30	0,28	0,29	0,30
DL- metionina 99%	0,22	0,21	0,24	0,28	0,21	0,24	0,28
L- treonina 98,5%	0,05	0,04	0,06	0,08	0,04	0,06	0,08
L- triptofano 98%	0,00	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03
L- valina 98,5%	0,03	0,02	0,05	0,08	0,02	0,05	0,08
L- arginina	0,04	0,05	0,13	0,21	0,05	0,13	0,21



Premix min/vita*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Caulim	1,00	1,02	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00
Levedura	-	-	6,00	12,00	-	6,00	12,00
Protease	-	-	-	-	0,02	0,02	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**COMPOSIÇÃO CALCULADA**

Arginina dig. (%)	1,13	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Ca (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Cloro (%)	0,33	0,33	0,31	0,29	0,33	0,31	0,29
EM (Mcal/kg)	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050
P disponível (%)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Lisina dig. (%)	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Met + cist dig.(%)	0,76	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Potássio (%)	0,71	0,67	0,65	0,62	0,67	0,65	0,62
Proteína Bruta (%)	19,00	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Treonina dig.	0,68	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Triptofano dis (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Valina disp. (%)	0,82	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78

117 \* Níveis de garantia por kg do produto: ácido fólico – 162,50 mg; clorohidroxiquinolina - 7500,00 mg; vitamina  
 118 128 A – 1400062,50 UI; vitamina B1 – 388,00 mg; vitamina B12 - 2000,00 mcg; vitamina B2 – 1000,00 mg;  
 119 129 vitamina B6 – 520,00 mg; vitamina D3 – 360012,00 UI; vitamina E - 2500,00 mg ; vitamina K 3 – 300,00  
 120 mg; 130 niacina – 7000,00 mg; salinomicina – 16,500 mg; ácido pantotênico – 2600,00 mg; cloreto de colina –  
 121 71,590 131 mg; selênio -75,00 mg; sulfato de ferro 11,250 mg; monóxido de manganês – 18740,00 mg; sulfato  
 122 de cobre - 132 1996,00 mg; iodo – 187,47 mg; zinco – 17500,00 mg  
 123

124 Tabela 2. Composição centesimal e calculada das rações experimentais para frangos de corte  
 125 na fase final (34-42 dias de idade)

Ingrediente	CP	CN	CN+6%	CN+12%	CN(0%	CN+6%	CN+12%
		(0%lev)	Lev	Lev	lev)+CE	lev+CE	lev+CE
Milho	73,91	76,14	74,14	72,00	76,14	74,14	72,00
Farelo de soja	20,91	18,97	14,75	10,25	18,97	14,75	10,25
Óleo de soja	1,09	0,73	0,80	0,98	0,73	0,80	0,98
Fosfato bicálcico	1,05	1,07	1,04	1,03	1,07	1,04	1,03
Calcário calcítico	0,80	0,80	0,81	0,82	0,80	0,81	0,82
NaCl	0,44	0,44	0,41	0,39	0,44	0,41	0,39
L-lisina HCl 79%	0,27	0,28	0,29	0,31	0,28	0,29	0,31
DL- metionina 99%	0,19	0,18	0,22	0,26	0,18	0,22	0,26
L- treonina 98,5%	0,03	0,03	0,05	0,07	0,03	0,05	0,07
L- triptofano 98%	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,01	0,03
L- valina 98,5%	0,01	0,02	0,05	0,09	0,02	0,05	0,09
L- arginina	0,04	0,06	0,14	0,25	0,06	0,14	0,25
Premix min/vita*	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Caulim	1,00	1,02	1,02	1,29	1,00	1,00	1,27
Levedura	-	-	6,00	12,00	-	6,00	12,00

Protease	-	-	-	-	0,02	0,02	0,02
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO CALCULADA							
Arginina dig. (%)	1,04	1,01	1,01	1,02	1,01	1,01	1,02
Ca (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Cloro (%)	0,31	0,31	0,29	0,28	0,31	0,29	0,28
EM (Mcal/kg)	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100
P disponível (%)	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Lisina dig. (%)	0,96	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Met + cist dig.(%)	0,70	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Potássio (%)	0,65	0,62	0,59	0,56	0,62	0,59	0,56
Proteína Bruta (%)	17,80	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09
Sódio (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Treonina dig.	0,63	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Triptofano dis (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Valina disp. (%)	0,75	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73

126 \*Níveis de garantia por kg do produto: ácido pantotênico: 3.535,00 mg; cobre: 3250,00 mg; colina: 117,15 g;  
 127 ferro: 20,00 g; iodo: 400,00 mg; manganês: 30,00 g; niacina: 10,21 g; selênio: 100,00 mg; vitamina A: 982500  
 128 UI; vitamina B12: 2.357,00 mcg; vitamina B2: 1.212,00 mg; vitamina D3: 275.000,00 UI; vitamina E: 2750,00  
 129 UI; vitamina K3: 275,00 mg; zinco: 25,00 g

130

131 A enzima protease monocomponente comercialmente disponível como Ronozyme  
 132 ProAct (DSM, Brasil) foi adicionada as dietas de acordo com as recomendações do fabricante  
 133 (200g/tonelada de ração). A levedura da cana-de-açúcar utilizada foi à íntegra inativa, obtida  
 134 comercialmente e de acordo com as análises realizadas no LANA, esse subproduto apresenta  
 135 em média 85,37% de matéria seca e 34,35% de proteína bruta na matéria natural. Para o  
 136 cálculo das rações, foram considerados estes dados e os demais valores de composição  
 137 química e de energia metabolizável, foram os propostos por Rostagno et al. (2011), assim  
 138 como para os outros ingredientes da dieta.

139 Em cada fase (22 a 33 e de 34 a 42 dias de idade) pesaram-se as quantidades de rações  
 140 fornecidas e as sobras de cada boxe, bem como as aves, para então avaliar o desempenho  
 141 (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar). Entretanto, o experimento foi  
 142 avaliado nas fases de 22 a 33 e de 22 a 42 dias de idade, sem troca de aves; uma vez que os  
 143 animais de cada tratamento permaneceram nos boxes até o final do experimento.

144 Também, foram escolhidas duas aves por boxe com peso vivo mais próximo da média  
145 de peso observado, para realização dos procedimentos normais de abate (atordoamento,  
146 sangria e depenagem), conforme preconizados pelo Regulamento de Inspeção Industrial e  
147 Sanitária dos Produtos de Origem Animal (Brasil, 1980) e determinação do rendimento de  
148 carcaça e cortes. As aves foram evisceradas, as carcaças (excluído cabeça, pescoço e pés) e a  
149 gordura abdominal (tecido adiposo em torno da bursa de Fabricius, do proventrículo, da  
150 moela e da cloaca) foram pesadas, separadamente. O rendimento de carcaça foi determinado  
151 pela relação entre o peso da carcaça eviscerada e o peso vivo das aves ao abate. Também  
152 foram determinados os rendimentos dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) e da gordura  
153 abdominal, sendo pesados e seus rendimentos calculados em relação ao peso da carcaça  
154 eviscerada.

155 Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e ITGU foram calculados pela média e  
156 por desvio padrão. Os demais parâmetros foram submetidos à análise de variância, e quando  
157 significativos, a inclusão ou não da enzima foram comparados pelo Teste Student Newman  
158 Keuls (SNK) e para os níveis de levedura usou-se a análise de regressão. Na comparação do  
159 tratamento controle positivo com os demais, aplicou-se o teste de Dunnett segundo os  
160 procedimentos GLM do software SAS versão 9.0 (Sas Institute, 2002). Foi usado o  $\alpha=0,05$ .

161 A avaliação econômica das rações experimentais foi baseada nos dados de desempenho  
162 das aves. O preço do frango vivo/kg (R\$ 3,70) e dos ingredientes das rações considerado  
163 foram os praticados no comércio local do município de Teresina/PI, em julho de 2016.

164 Para os cálculos da viabilidade econômica das rações, foram considerados os seguintes  
165 indicadores econômicos: custo médio de arraçoamento (CMA) = consumo médio da ração  
166 (kg) x custo da ração (kg); relação CMA/ganho de peso médio; renda bruta média (RBM) =  
167 peso vivo médio (kg) x preço do frango vivo (kg); margem bruta média (MBM) = RBM -  
168 CMA. Estimou-se a margem bruta (MB), considerando-se: MB = (kg frango produzido x

169 preço de venda do frango) - (preço da ração x ração consumida), envolvendo os preços dos  
 170 ingredientes das rações.

171

## 172 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

173 Os valores médios de temperatura, da umidade relativa do ar e do ITGU registrados no  
 174 interior do galpão, durante a fase de 22 a 33 dias de idade das aves foram de:  $27,7 \pm 0,76$  °C;  
 175  $72 \pm 1,88\%$  e  $78,7 \pm 1,34$ , respectivamente e na fase de 34 a 42 dias de idade foram de:  
 176  $27,9 \pm 0,49$  °C;  $56 \pm 3,77\%$  e  $78,9 \pm 1,15$ , respectivamente.

177 Para as aves expressarem melhores as características produtivas, o ambiente térmico  
 178 deve está na zona de termoneutralidade (Nazareno et al., 2009). De acordo com a União  
 179 Brasileira de Avicultura (UBA, 2009), em temperaturas acima de 21 °C e umidade relativa do  
 180 ar com valores superiores a 70%, a eliminação do calor corporal das aves por meio da  
 181 respiração fica prejudicada, assim, a ave não consegue respirar suficientemente rápido para  
 182 remover todo o calor que precisa dissipar de seu corpo. Este fator influencia negativamente  
 183 sobre o desempenho e peso dos órgãos das aves. Menegali et al. (2010) ressaltam que ITGU  
 184 acima de 77 o ambiente é considerado quente, assim, pode ocorrer redução na ingestão de  
 185 alimentos e no ganho de peso dos animais.

186 Na fase de crescimento (22 a 33 dias de idade), ao comparar o tratamento controle  
 187 positivo com os demais, houve diferença ( $P < 0,05$ ) para as variáveis, ganho de peso e  
 188 conversão alimentar, contudo, na fase final (22 a 42 dias de idade), teve efeito ( $P < 0,05$ ) para o  
 189 ganho de peso dos frangos de corte. Em contrapartida, não houve interação entre os fatores,  
 190 com ou sem inclusão da enzima protease e níveis de levedura da cana-de-açúcar ( $P > 0,05$ ),  
 191 para as variáveis de desempenho (Tabela 3).

192 Tabela 3. Desempenho de frangos de corte, nas fases de 22 a 33 e de 22 a 42 dias de idade  
 193 alimentados com rações contendo protease e levedura da cana-de-açúcar

Variável <sup>1</sup>	Controle	Controle	Níveis de levedura	Média	CV (%)	Valor P <sup>2</sup>
-----------------------	----------	----------	--------------------	-------	--------	----------------------

	positivo	negativo	(%)			L	Q
			0	6	12		
22 - 33 dias de idade							
CR (g/ave)	1869	Sem enzima	1902	1906	1839	1882A	
		Com enzima	1865	1886	1805	1852B	2,04 0,0015 0,0073
		Média	1883	1896	1822		
GP (g/ave)	1067*	Sem enzima	1087	1072	1048	1069A	
		Com enzima	1067	1027	949*	1014B	4,83 0,0019 0,5571
		Média	1077	1049	999		
CA	1,76*	Sem enzima	1,75	1,78	1,76	1,76B	
		Com enzima	1,75	1,84	1,91*	1,83A	4,23 0,0211 0,5031
		Média	1,75	1,81	1,83		
22 - 42 dias de idade							
CR (g/ave)	3539	Sem enzima	3625	3592	3479	3565	
		Com enzima	3544	3578	3390	3504	3,53 0,0128 0,1318
		Média	3585	3585	3435		
GP (g/ave)	1888*	Sem enzima	1875	1889	1824	1863	
		Com enzima	1881	1875	1748*	1835	4,36 0,0182 0,1202
		Média	1878	1882	1786		
CA	1,88	Sem enzima	1,93	1,90	1,91	1,91	
		Com enzima	1,88	1,91	1,94	1,91	3,49 0,5955 0,6792
		Média	1,91	1,91	1,93		

194 Médias seguidas de asterisco diferem entre si pelo Teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ).

195 Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, para uma mesma variável, não difere entre si pelo teste  
196 SNK ( $P > 0,05$ ).

197 <sup>1</sup>CR = consumo de ração; GP = ganho de peso; CA = conversão alimentar; CV = coeficiente de variação.

198 <sup>2</sup>L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos aos níveis de levedura.

199

200 Pelo teste de Dunnett, observou-se que, as aves alimentadas com a dieta controle  
201 positivo tiveram ganhos de peso, 10,99% e 7,38% maiores ( $P < 0,05$ ) em relação aquelas que  
202 receberam 12% de levedura da cana-de-açúcar com inclusão de enzima na ração, nas fases de  
203 crescimento e final, respectivamente. Da mesma forma, ao final dos 33 dias de idade, frangos  
204 alimentados com a dieta controle positivo apresentaram melhor conversão alimentar ( $P < 0,05$ )  
205 quando comparados àqueles que receberam 12% de levedura da cana-de-açúcar com inclusão  
206 de enzima na ração (Tabela 3).

207 Para Barbosa et al. (2012), a suplementação enzimática em dietas com níveis  
208 nutricionais reduzidos proporciona resultados de desempenho semelhante a aves alimentadas  
209 com uma dieta controle positivo, evidenciando a atuação das enzimas na liberação de

210 nutrientes, fato que não foi observado nas condições desta pesquisa. Da mesma forma, Fru-  
211 Nji et al. (2011), ao adicionar protease nas rações de frangos de corte, constataram efeitos  
212 benéficos sobre o desempenho dos animais, na qual a protease exógena complementou a  
213 enzima endógena e promoveu aumento na digestibilidade dos nutrientes do controle positivo.

214 Verifica-se que a inclusão de 12% de levedura da cana-de-açúcar em dietas para frangos  
215 de corte é alta, o que prejudica o ganho de peso e a conversão alimentar das aves, visto que de  
216 acordo com as recomendações das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al.,  
217 2011), o nível máximo de inclusão deste subproduto é 4% para aves na fase de 22 a 33 dias de  
218 idade.

219 Para a fase de crescimento, a inclusão da enzima protease e os níveis de levedura da  
220 cana-de-açúcar apresentaram efeitos ( $P<0,05$ ) sobre todas as variáveis analisadas. No entanto,  
221 na fase final das aves, apenas os níveis de levedura mostraram-se diferentes ( $P<0,05$ ) para o  
222 consumo de ração e ganho de peso.

223 Ao final dos 33 dias de idade, frangos alimentados com a enzima protease tiveram  
224 ( $P<0,05$ ) os menores consumos de ração e ganhos de peso, refletindo em piora na conversão  
225 alimentar das aves.

226 As enzimas são substratos dependentes, ou seja, a secreção enzimática é ativada pela  
227 presença do substrato específico em que é responsável pela digestão (Cowieson, 2010). Com  
228 base nesta afirmação, é possível que não se tenha observado efeito benéfico da protease nas  
229 dietas experimentais pelo fato de não ser específica em degradar a fibra da parede celular da  
230 levedura da cana-de-açúcar, da qual é composta principalmente por carboidratos. O  
231 rompimento da célula e a quebra da parede celular da levedura possibilitaria a ação mais  
232 eficaz das enzimas sobre a levedura.

233 O fato das enzimas serem muito específicas na sua reação catalítica determina que os  
234 produtos que contenham só uma enzima sejam insuficientes para produzir máximo benefício

235 como suplemento em dietas avícolas (Cardoso et al., 2011). Isso sugere que as misturas de  
236 enzimas sejam mais efetivas, atuando sobre uma série de polissacarídeos da parede celular  
237 dos grãos, levando a um melhor aproveitamento da dieta.

238 Outros fatores podem estar associados a isto, pois de acordo com Classen et al. (1991),  
239 a estrutura molecular das enzimas é bastante frágil, sendo desnaturada pelo calor como  
240 também por ácidos, vitaminas, minerais, metais pesados e outros agentes oxidantes, sendo a  
241 maioria, usualmente encontrada nos suplementos das rações. Por essa razão, existe a  
242 preocupação de que as enzimas utilizadas na alimentação animal possam manter nível de  
243 atividade suficiente para se obter resposta benéfica sobre o desempenho das aves.

244 Os níveis de levedura da cana-de-açúcar influenciaram o consumo de ração das aves aos  
245 33 dias, houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), de acordo com a equação ( $Y = 1883,8 + 9,3368X -$   
246  $1,2016X^2$ ;  $R^2 = 1,00$ ) em que o maior consumo foi obtido com 4,20% de levedura da cana-de-  
247 açúcar, diminuindo em seguida (Tabela 3) à medida em que se aumentou os níveis desse  
248 subproduto.

249 A redução no consumo de ração para o maior nível de levedura da cana-de-açúcar pode  
250 estar associada às características físicas deste subproduto, pois Maia et al. (2002) afirmam que  
251 a levedura da cana-de-açúcar, é um alimento altamente aglutinante que leva à formação de  
252 aglomerados no fundo dos comedouros e pode causar aderência no bico das aves, favorecendo  
253 a redução no consumo da ração.

254 Houve diminuição no ganho de peso, à medida que se aumentaram os níveis de levedura  
255 da cana-de-açúcar nas dietas das aves, apresentando um decréscimo linear ( $P < 0,05$ ), segundo  
256 a equação ( $Y = 1081,2 - 6,5255X$ ;  $R^2 = 0,97$ ), de modo que para cada 1% de acréscimo,  
257 houve redução média de 6,52 g no ganho de peso, na fase de 22 a 33 dias de idade (Tabela 3).  
258 Este fato está relacionado com a menor ingestão de ração pelos animais em que normalmente  
259 acarreta em menores ganhos de peso e peso vivo (Andrade et al., 2011).

260 A conversão alimentar foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de levedura da cana-de-  
261 açúcar da dieta, na fase de crescimento das aves. Houve efeito linear crescente ( $Y = 1,7558 +$   
262  $0,0069X$ ;  $R^2 = 0,92$ ), em que se observou piora na conversão alimentar à medida que se  
263 aumentaram os níveis de levedura da cana-de-açúcar. Por outro lado, têm sido relatados  
264 benefícios da levedura da cana-de-açúcar na conversão alimentar das aves (Lopes et al., 2011;  
265 Pelícia et al., 2010) sugerindo que diferentes processos de obtenção e secagem podem afetar a  
266 qualidade da levedura e dos seus produtos, seja pela deficiência ou pelo excesso de nutrientes,  
267 pela concentração de minerais e impurezas, além da grande variação na sua composição  
268 química.

269 Ao final dos 42 dias de idade das aves, o consumo de ração e o ganho de peso  
270 apresentaram efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ), segundo as equações ( $Y = 3610,2 - 12,483X$ ,  
271  $R^2 = 0,74$ ) e ( $Y = 1081,2 - 6,5255X$ ,  $R^2 = 0,97$ ), respectivamente para os níveis de levedura da  
272 cana-de-açúcar (Tabela 3).

273 Neste estudo, a inclusão de até 12% de levedura da cana-de-açúcar em dietas para aves,  
274 ocasionou redução no consumo diário de ração, embora, a adição de níveis similares deste  
275 subproduto de 0,2% (Barroso et al., 2013) até 20% (Freitas et al., 2013) não tenha afetado  
276 essa variável. A queda no consumo de ração pode ser explicada pela menor palatabilidade da  
277 dieta com a inclusão de levedura da cana-de-açúcar para animais monogástricos (Andrade et  
278 al., 2011).

279 Menor disponibilidade de nutrientes nas rações contendo níveis elevados de levedura de  
280 cana-de-açúcar seria a responsável pela redução no ganho de peso na fase final dos frangos de  
281 corte. Na fase final de criação das aves, o menor aproveitamento dos nutrientes ocasionado  
282 pela diminuição no consumo de ração e no ganho de peso dos frangos alimentados com o  
283 maior nível de levedura da cana-de-açúcar, não refletiram em diferenças ( $P > 0,05$ ) na  
284 conversão alimentar dos animais (Tabela 3).



285 Pelo teste de Dunnett, não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) para os rendimentos  
 286 de carcaça, cortes nobres e gordura abdominal de frangos de corte. Da mesma forma, não  
 287 houve interação ( $P>0,05$ ) entre os fatores, com ou sem inclusão da enzima protease e níveis  
 288 de levedura da cana-de-açúcar (Tabela 4).

289 Tabela 4. Rendimentos de carcaça, cortes nobres e gordura abdominal de frangos de corte aos  
 290 42 dias de idade alimentados com rações contendo protease e levedura da cana-de-  
 291 açúcar

Variável	Controle positivo	Controle Negativo	Níveis de levedura (%)			Média	CV (%) <sup>1</sup>	Valor de P <sup>2</sup>	
			0	6	12			L	Q
RENDIMENTO (%)									
Carcaça	76,27	Sem enzima	76,57	76,65	76,64	76,62	2,15	0,5771	0,7576
		Com enzima	76,40	76,30	75,49	76,06			
		Média	76,48	76,48	76,07				
Peito	34,48	Sem enzima	34,32	35,95	34,78	35,02	4,18	0,8621	0,0482
		Com enzima	35,29	36,14	35,06	35,50			
		Média	34,80	36,05	34,92				
Coxa	14,22	Sem enzima	13,96	13,81	14,27	14,01	6,67	0,1780	0,7123
		Com enzima	13,03	13,48	13,86	13,46			
		Média	13,49	13,65	14,06				
Sobrecoxa	15,68	Sem enzima	15,78	14,45	15,66	15,30	6,31	0,1650	0,1558
		Com enzima	16,37	15,95	15,22	15,85			
		Média	16,07	15,20	15,44				
Gordura Abdominal	1,96	Sem enzima	2,23	2,08	2,13	2,15	14,7	0,2844	0,6514
		Com enzima	2,02	2,13	1,83	1,99			
		Média	2,12	2,10	1,98				

292 <sup>1</sup>CV = coeficiente de variação.

293 <sup>2</sup>L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos aos níveis de levedura

294  
 295 De modo isolado, a inclusão da enzima protease não influenciou ( $P>0,05$ ) as variáveis  
 296 analisadas (Tabela 4). Em consonância com os resultados deste estudo, Brandão et al. (2007)  
 297 não observaram diferenças de rendimentos de carcaça e cortes nobres ao utilizar fitase em  
 298 dietas para frangos de corte durante as fases de crescimento e final. Esses resultados  
 299 demonstraram que a enzima estudada não teve o efeito esperado, uma vez que são utilizadas  
 300 nas rações com o objetivo de melhorar o rendimento das aves, já que promovem diminuição  
 301 da viscosidade intestinal, melhorando também a digestão e absorção dos nutrientes no trato  
 302 digestivo destes animais.

303 Os níveis de levedura da cana-de-açúcar apresentaram efeitos ( $P < 0,05$ ) sobre o  
 304 rendimento de peito. Houve efeito quadrático, segundo a equação ( $Y = 34,804 + 0,4057X -$   
 305  $0,033X^2$ ,  $R^2 = 1,00$ ), em que o maior peso do peito foi atingido no nível de 6,3% de levedura  
 306 da cana-de-açúcar, havendo decréscimos nos demais níveis (Tabela 4), contrariando os  
 307 resultados obtidos por Freitas et al. (2013) e Machado et al. (2010) ao utilizarem levedura  
 308 *Saccharomyces cerevisiae* em dietas para frangos de corte. Em contrapartida, Albino et al.  
 309 (2006), observaram aumento no rendimento de peito em aves suplementadas com  
 310 mananoligossacarídeos, derivados da parede celular de leveduras.

311 A utilização da enzima protease e da levedura da cana-de-açúcar em dietas para frangos  
 312 de corte depende da disponibilidade de cada produto e do fator econômico envolvido (Tabela  
 313 5).

314 Tabela 5. Índices econômicos das rações contendo protease e levedura da cana-de-açúcar para  
 315 frangos de corte, na fase de 22 a 42 dias de idade

Variável <sup>1</sup>	Controle Positivo	Controle Negativo	Níveis de Levedura (%)		
			0	6	12
CMA (R\$)	4,50	Sem enzima	4,74	6,09	7,38
		Com enzima	4,70	5,99	7,22
Relação CMA/GPM (R\$ kg <sup>-1</sup> )	2,39	Sem enzima	2,52	3,25	4,03
		Com enzima	2,50	3,25	4,13
RBM (R\$)	10,39	Sem enzima	10,36	10,39	10,19
		Com enzima	10,37	10,25	9,88
MBM (R\$)	5,88	Sem enzima	5,61	4,32	2,81
		Com enzima	5,67	4,26	2,66

316 <sup>1</sup>CMA = custo médio do arraçamento; GPM = ganho de peso médio; RBM = renda bruta média; MBM =  
 317 margem bruta média

318  
 319 De acordo com os resultados obtidos, observou-se que o custo médio do arraçamento  
 320 variou de R\$ 4,50 a 7,38, sendo que a inclusão da levedura da cana-de-açúcar nas rações  
 321 elevou o custo da alimentação das aves e ao adicionar enzima sem a suplementação deste  
 322 subproduto, os custos se igualaram as demais rações.

323 Quanto à relação custo médio de arraçamento/ganho de peso médio, as rações que  
 324 não foram incluídas a levedura da cana-de-açúcar mostraram-se inferiores. Rações que

325 continham 12% de levedura da cana-de-açúcar com enzima protease, apresentaram as  
326 menores rendas brutas médias.

327 Os resultados da análise econômica, em especial a margem bruta média, apontaram  
328 que, no período de 22 a 42 dias de idade, as rações com 12% de levedura da cana-de-açúcar  
329 sem ou com inclusão de protease (R\$ 2,81 e 2,66) proporcionaram os menores resultados  
330 dentre as rações. Vale ressaltar que a utilização da enzima protease e da levedura da cana-de-  
331 açúcar em rações para aves, dependerá das variações no preço desses produtos em relação aos  
332 demais ingredientes utilizados na formulação da ração.

333 Na fase de 22 a 42 dias de idade, aves alimentadas com dietas contendo enzima  
334 protease associada com 12% de levedura da cana-de-açúcar, diminuem o desempenho  
335 produtivo, não afetam o rendimento de carcaça e cortes e mostra-se menos viável  
336 economicamente.

### 337 **AGRADECIMENTOS**

338 *À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI) pelo financiamento para a*  
339 *execução deste trabalho.*

### 340 **REFERÊNCIAS**

- 341 ABDELRAHMAN, M.M. Effect of feeding dry fat and yeast culture on broiler chicken  
342 performance. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v.37, p.31-37, 2013.
- 343 ALBINO, L.F.T.; FERES, F.A.; DIONIZIO, M.A.; ROSTAGNO, H.S.; VARGAS JÚNIOR,  
344 J.G.; CARVALHO, D.C.O.; GOMES, P.C.; COSTA, C.H.R. Uso de prebióticos à base de  
345 mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**,  
346 v.35, p.742-749, 2006.
- 347 ANDRADE, C.; ALMEIDA, V.V.; COSTA, L.B.; BERENCHTEIN, B.; MOURÃO, G.B.;  
348 MIYADA, V.S. Levedura hidrolisada como fonte de nucleotídeos para leitões recém-  
349 desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.788-796, 2011.
- 350 ARAÚJO, L.F.; DIAS, M.V.C.; BRITO, E.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, S. Enriquecimento  
351 protéico de alimentos por levedura em fermentação semissólida: alternativa na alimentação  
352 animal. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, p.47-53, 2009.
- 353 BAKER, V.; GONÇALVES, D. Aspectos biotecnológicos de um polissacarídeo de  
354 *Saccharomyces cerevisiae* (manana) na medicina veterinária. **Revista Eletrônica da**  
355 **Faculdade Evangélica do Paraná**, v.2, p.51-62, 2012.

- 356 BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; BONATO, M.A.; HAUSCHILD, L.; OVIEDO-  
357 RONDON, E. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural**,  
358 v. 42, p.1497-1502, 2012.
- 359 BARROSO, D.C.; VIEIRA, A.A.; LIMA, C.A.R.; TRINDADE, P.S.; GOMES, A.V.C.;  
360 SOUZA, M.M.S.; CORRÊA, G.S.S. Adição da parede celular de levedura (*Saccharomyces*  
361 *cerevisiae*) na dieta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**  
362 **Zootecnia**, v.65, p.1139-1148, 2013.
- 363 BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, J.S.; SILVA, J.H.V. Efeito da adição de  
364 fitase em rações de frangos de corte, durante as fases de crescimento e final. **Revista Ciência**  
365 **e Agrotecnologia**, v.31, p.492-498, 2007.
- 366 BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos**  
367 **Produtos de Origem Animal**. Brasília, 1980. 166 p.
- 368 BUFFINGTON, D. E.; COLLAZON-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black globe-  
369 humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Trans ASAE**, v. 24, p.711-714,  
370 1981.
- 371 CARDOSO, D.M.; MACIEL, M.P.; PASSOS, D.P.; SILVA, F.V.; REIS, S.T.; AIURA, F.S.  
372 Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Revista Arquivos de**  
373 **Zootecnia**, v.60, p.1053-1064, 2011.
- 374 CLASSEN, H. L.; GRAHAM, H.; INBORR, J.; BDFORD, M.R. Growing interest in feed  
375 enzymes to lead to new products. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.63, p.22-24, 1991.
- 376 COWIESON, A.J. Strategic selection of exogenous enzymes for corn/soy-based poultry  
377 diets. **Japan Poultry Science Association**, v.47, p.1-7, 2010.
- 378 DOSKOVIC, V.; BOGOSAVLJEVIC-BOSKOVIC, S.; PAVLOVSKI, Z.; MILOSEVIC, B.;  
379 SKRBIC, Z.; RADONJAC, S.; PETRICEVIC, V. The effect of pretease on productive and  
380 slaughter traits in broiler chickens. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v.28, p.817-829,  
381 2012.
- 382 FREITAS, E. R.; LIMA, R.C.; SILVA, R.B.; SUCUPIRA, F.S.; BEZERRA, R.M.  
383 Substituição do farelo de soja por levedura de cana-de-açúcar em rações para frangos de corte.  
384 **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, p.174-183, 2013.
- 385 FRU-NJI, F.; KLUENTER, A.M.; FISCHER, M.; PONTOPPIDAN, K. A feed serine  
386 protease improves broiler performance and increases protein and energy digestibility. **Japan**  
387 **Poultry Science Association**, v.48, p.239-246, 2011.
- 388 LOPES, C.C.; RABELLO, C.B.V.; SILVA JÚNIOR, V.A.S.; HOLANDA, M.C.R.;  
389 ARRUDA, M.F.; SILVA, J.C.R. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e  
390 morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-  
391 açúcar. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.33, p.33-40, 2011.
- 392 MACHADO, D.A.V.; SARTORI, J.R.; PEZZATO, A.C.; FASCINA V.B.; MADEIRA, L.A.;  
393 CARRIJO, A.S.; CRUZ, V.C. Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) spray-dry, autolisada e  
394 parede celular na alimentação de frangos de corte. **Veterinária e Zootecnia**, v.4, p.541-551,  
395 2010.
- 396 MAIA, G. A. R.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N.; SILVA, M.A.; SOUZA, C.L.M.  
397 Qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com levedura seca de cana-de-  
398 açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1295-1300, 2002.

- 399 MENEGALI, I.; BAETA, F. C.; TINOCO, I. DE F. F.; CORDEIRO, M. B.; GUIMARÃES,  
400 M. C. C. Desempenho produtivo de frangos de corte em diferentes sistemas de instalações  
401 semiclimatizadas no sul do Brasil. **Engenharia na Agricultura**, v.18, p.461-471, 2010.
- 402 NAZARENO, A.C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.P.; GIONGO, P.R.; PEDROSA,  
403 E.M.R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob  
404 regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,  
405 v.13, p.802–808, 2009.
- 406 PELÍCIA, V. C.; SARTORI, J.R.; ZAVARIZE, K.C.; PEZZATO, A.C.; STRADIOTTI, A.C.;  
407 ARAÚJO, P.C.; MAO, M.; MADEIRA, L.A. Effect of Nucleotides on Broiler Performance  
408 and Carcass Yield. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.12, p.31–34, 2010.
- 409 ROMERO, L.F.; PARSSONS, C.M.; UTTERBACK, P.W. PLUMSTEAD, RAVINDRAN,  
410 V. Comparative effects of dietary carbohydrases without or with protease on the ileal  
411 digestibility of energy and amino acids and AMEn in young broilers. **Animal Feed Science  
412 and Technology**, v.181, p.35-44, 2013.
- 413 ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos  
414 e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252p.
- 415 SAS. **Statistical analysis systems user's guide**: Version 9.0. Cary, NC, USA: SAS Institute  
416 Inc., 2002.
- 417 SOUZA, R.B.; COSTA, F.G.P.; LIMA, M.R.; PINHEIRO, S.G. Utilização de leveduras de  
418 canade-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) nas rações de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.8,  
419 p.1632-1646, 2011.
- 420 UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Norma Técnica de Produção Integrada de  
421 Frango**. São Paulo: UBA, 2009. 64p. Available in: <<http://www.uba.org.br/>>. Acesso em: 14  
422 setembro de 2016.

## 6 CONCLUSÕES GERAIS

Em condições favoráveis, a utilização de protease em dietas para frangos de corte, promove a suplementação das enzimas endógenas e torna a degradação mais eficiente de proteínas. No entanto, sua especificidade tornou-se insuficiente para produzir o máximo benefício para as aves. Sugere-se que a mistura de enzimas que envolvam enzimas tais como, amilase, xilanase, protease,  $\beta$ -galactosidase, fitase,  $\beta$ -glucanase, pectinase, celulase e lipases sejam mais efetivas no aproveitamento dos nutrientes das dietas.

Levedura da cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) na forma inativa torna-se um excelente alimento alternativo usado como fonte protéica em dietas para frangos de corte. Entretanto, deve-se atentar qual o melhor nível de inclusão, visto que altos níveis deste subproduto não apresenta efeito benéfico sobre o desempenho e saúde das aves.

Em síntese, é importante que mais pesquisas sejam desenvolvidas utilizando a combinação de enzimas exógenas e levedura da cana-de-açúcar em dietas para aves, a fim de determinar o que realmente é necessário para o melhor desenvolvimento animal, evitando contaminação excessiva para o meio ambiente, além dos custos adicionais no sistema de produção.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS ITENS 1 E 2

- ALBINO, L. F. T. et al. Uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.742-749, 2006.
- ALBINO, L. F. T.; BUZEN, S.; ROSTAGNO, H. S. Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. IN: SEMINÁRIO DE AVES E SUINOS, 7., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: AVESUI Regiões, 2007. p.73-90.
- ANGELIS, D. F. Emprego de leveduras em culturas puras e mista objetivando o aproveitamento da vinhaça. **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, 1986. p.406.
- ARAÚJO, J. A. et al. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasílica**, v.1, p.69-77, 2007.
- BARBOSA, N. A. A. et al. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.755-762, 2008.
- BAKER, V.; GONÇALVES, D. Aspectos biotecnológicos de um polissacarídeo de *Saccharomyces cerevisiae* (manana) na medicina veterinária. **Revista Eletrônica da Faculdade Evangélica do Paraná**, v.2, p.51-62, 2012.
- BONATO, E. L. et al. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. **Ciência Rural**, v.34, p.511-516, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/legislacao>. Acesso em: 13 de setembro de 2016.
- CARVALHO, F.de M.; FIÚZA, M.A.; LOPES, M.A. Determinação de custos como ação de competitividade: estudo de um caso na avicultura de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.908-913, 2008.
- CAIRES, C. M. et al. Enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, p.491-497, 2008.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, p.259-272, 2005.
- CHAUD, L. C. S.; VAZ, P. V.; FELIPE, M. G. Considerações sobre a produção microbiana e aplicações de proteases. **Nucleus**, v.4, p.1-11, 2007.
- CHOCT, M. Feed Non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. **Feed Milling International**. p.13-26, 1997.
- COSTA, L. F. Leveduras na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, p.01-06, 2004.

COSTA, F. G. P. et al. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.865-870, 2007.

ERENO, D. Fungos e bactérias são a base de detergentes usados em equipamentos hospitalares. **Revista Pesquisa FAPESP- Ciência e Tecnologia no Brasil**. Maio, 2005. Disponível em <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=38&bd=1&pg=1&lg=>>. Acesso em 07 de setembro de 2016.

FERNANDES, J. I. M. et al. Suplementação dietética de levedura de cerveja e de minerais orgânicos sobre o desempenho e resposta imune em frangos de corte desafiados com a vacina de coccidiose. **Ciência Rural**, v.43, p.1496-1502, 2013.

FERNANDES, C. B. S.; SHIKIDA, P. F. A.; CUNHA, M. S. O mercado de trabalho formal no setor sucroalcooleiro no Brasil. **Revista do Desenvolvimento Regional**, v.18, p.177-192, 2013.

FERREIRA, S. R. et al. Níveis crescentes de parede de levedura sobre a resposta imune celular e perfil hematológico de frangos de corte. **Revista Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.29, p.725-730, 2009.

FRANCO, S. G.; PEDROSO, A. C.; GRIGOLETTI, C. Efeitos da inclusão de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) associados ou não a antibióticos na alimentação de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, p.79-85, 2005.

FREITAS, E. R. et al. Substituição do farelo de soja por levedura de cana-de-açúcar em rações para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.174-183, 2013.

GENTILLI, F. P. et al. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras semipesadas com adição de extrato de leveduras na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p.1110-1114, 2009.

GONÇALVES, L. U.; CARVALHO, M.; VIEGAS, E. M. M. Utilização de levedura íntegra e seus derivados em dietas para juvenis de tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, v.40, p.1173-1179, 2010.

GRAHAM, H.; MCCRACKEN, K. J. Yeasts in animal feeds. In: GARNSWORTHY, P.C.; WISEMAN, J. **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: Nottingham University, 2005. p.169-211.

GRANJEIRO, M. G. A. et al. Inclusão da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.3, p.766-773, 2001.

HISANO, H. et al. Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.26, p.171-179, 2004.

LAZZARI, R. et al. Diferentes fontes protéicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v.36, p.240-246, 2006.



- LEBLANC B. W., ALBINA J. E.; REICHNER J. S. The effect of PGG-  $\beta$ -glucan on neutrophil chemotaxis in vitro. **Journal Leukocyte Biology**, v.79, p.667-675, 2006.
- LIMA, M. R. et al. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasilica**, v.1, p.99-110, 2007.
- LONGO, F. A. et al. Diferentes Fontes de Proteína na Dieta Pré-Inicial de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.112-122, 2005.
- LOPES, C. C. et al. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.33, p.33-40, 2011.
- MACHADO, P. F. Uso da levedura desidratada na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DA LEVEDURA DESIDRATADA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1997. p.111-128.
- MACHADO, D. A. V. et al. Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) spray-dry, autolisada e parede celular na alimentação de frangos de corte. **Veterinária e Zootecnia**, v.4, p.541-551, 2010.
- MORAES, F. P.; COLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, p.109-122, 2006.
- MURAKAMI, A. E. et al. Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.29, p.165-172. 2007.
- NUNES, J. K. Suplementação de enzimas na dieta de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.10, p.2781-2524, 2013.
- ODETALLAH, N. H. et al. Keratinase in starter diets improves growth of broiler chicks. **Poultry Science**, v.82, p.664-670, 2003.
- PARDO-GAMBOA, B. S. et al. Nutrientes digestíveis da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) íntegra e autolisada para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Veterinária e Zootecnia**, v.1, p.26-38, 2011.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 856p.
- RAMOS, L.S.N. et al. Polpa de caju para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.804-810, 2006.
- REISINGER, N. A. et al. Efficacy of a yeast derivative on broiler performance, intestinal morphology and blood profile. **Livestock Science**, v. 143, p. 195-200, 2012.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: UFV, 2011, 252p.

RUTZ, F. R. et al. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de leveduras na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, p.349-355, 2006.

SILVA, J. D. B. et al. Utilização de diferentes níveis de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas e seus efeitos no desempenho, rendimento da carcaça e gordura abdominal em frangos de cortes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, p.285-291, 2003.

SILVA, V. K. et al. Digestibilidade do extrato de leveduras em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1969-1973, 2009.

SOUZA, R. B. et al. Utilização de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) nas rações de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.08, p.1632-1646, 2011.

TOLEDO, T. C. F. et al. Composição, digestibilidade protéica e desaminação em cultivares brasileiras de soja submetidas à radiação gama. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.812-815, 2007.

TORRES, N. H. et al. Indústria sucroalcooleira: gestão de subprodutos. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.10, p.225-236, 2012.

TUCCI, F. M. et al. Efeito da adição de agentes tróficos na dieta de leitões desmamados sobre a estrutura e ultraestrutura do intestino delgado e sobre o desempenho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p. 931-940, 2011.

WANG, J. J., GARLICH, J. D.; SHIH, J. C. H. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broilers chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.15, p. 544-550, 2006.

ZHANG, W. et al. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. **Poultry Science**, v.84, p.1015-1021, 2005.