

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**SUPLEMENTAÇÃO DE ALFA-AMILASE EM RAÇÕES DE  
FRANGOS DE CORTE**

**Débora Charline da Silva**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2018**

# **SUPLEMENTAÇÃO DE ALFA-AMILASE EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE**

**Débora Charline da Silva**

Zootecnista

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2015

Dissertação apresentado ao colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Nutrição e Alimentação de Não Ruminantes).

**Orientador:** Dr. Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito

**Coorientador:** Prof. Dr. Ricardo Duarte Abreu

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

|       |   |
|-------|---|
| S586s | <p>Silva, Debora Charline da.<br/>Suplementação de alfa-amilase em rações de frangos de corte / Debora Charline da Silva._ Cruz das Almas, BA, 2018.<br/>40f.; il.</p> <p>Orientador: Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito.<br/>Coorientador: Ricardo Duarte Abre.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Frango de corte – Nutrição animal. 2.Frango de corte – Alimentação e rações. 3.Suplementação – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 636.513</p> |
|-------|---|

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas – UFRB.  
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).  
Os dados para catalogação foram enviados pela usuária via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**SUPLEMENTAÇÃO DE ALFA-AMILASE EM RAÇÕES DE FRANGOS  
DE CORTE**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de  
Débora Charline da Silva

Aprovada em: 31 de agosto de 2018.

Prof. Dr. Ricardo Duarte Abreu,  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Presidente

Profa. Dra. Tatiana Cristina da Rocha  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Membro Memoria

Dr. Eric Marcio Balbino  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Membro externo

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia e meu socorro na hora da angústia, ao meu pai Luis José da Silva, minha mãe Rosilda Maria da Silva e a minha irmã Danielle Louise da Silva sem o apoio carinho e incentivo de vocês eu não conseguiria chegar até aqui, vocês são os meus maiores tesouros .

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por ter me permitido chegar até aqui e acalmar meu coração nos momentos de aflição.

Aos meus pais Luiz José e Rosilda Maria da Silva pelo amor e confiança, por terem sido meus maiores incentivadores por nunca me deixarem desistir.

Ao meu professor e orientador Dr. Ricardo Duarte Abreu, pela oportunidade, dedicação e competência na orientação desse trabalho e pelos ensinamentos, paciência e confiança em mim depositada.

A minha amiga irmã Deise Souza, pelo amor, apoio, carinho, ajuda nas angústias e dificuldades, e alegria nas conquistas.

A todas as amizades verdadeiras que tive a oportunidade de fazer nesses longos anos de graduação e mestrado, Deise Peixoto, Julia Fernandes, Lennon Oliveira, Eric Balbino, o meu muito obrigada pelo companheirismo, e por toda ajuda nos momentos de dificuldade da pesquisa, e acima de tudo, pela amizade construída.

Aos meus amigos Diogo e Amauri pelo apoio prestado na última etapa desse trabalho muito obrigada pela hospitalidade e pela generosidade, serei eternamente grata.

Aos colegas da zootecnia Daniele Pereira, Jessica Xavier, Robson, Mary Nunes, Valdir e demais colegas Katia, Vinícios e Kaik, os meus sinceros agradecimentos pela ajuda concedida.

Não poderia deixar de agradecer ao pessoal do laboratório (bloco Q) em especial aos técnicos Silvanne e Clovis pela atenção e apoio que me foi concedido.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para realização desse trabalho meus sinceros agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFRB pela oportunidade, aos professores pelos ensinamentos e aos técnicos pelo apoio.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado e o apoio financeiro à pesquisa.

## EPÍGRAFE

Eu tentei 99 vezes e falhei, mas centésima tentativa, eu conseguir, nunca desista dos seus objetivos mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser vitoriosa. (Albert Einstein).

## SUPLEMENTAÇÃO DE ALFA-AMILASE EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE

**RESUMO:** Foi realizado um experimento com frangos de corte até 39 dias de idade, objetivando avaliar os efeitos da suplementação de uma alfa-amilase sobre o desempenho, rendimento de carcaça e cortes, percentual de gordura abdominal e rentabilidade econômica. O delineamento foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 8 repetições de 24 aves cada. Os tratamentos foram: T1–Dieta basal (DB); T2–Dieta basal com + 80 Kcal EM/kg (DB80); T3–Dieta basal com + 160 Kcal EM/kg (DB160); T4–Dieta basal com + Amilase (133 g/t) (DBA133); T5–Dieta basal com + Amilase (266 g/t) (DBA266). No período de 1 a 21 dias não observada diferença significativa no GP (ganho de peso ( $P>0,05$ ), porém, foi observado diferença significativa ( $P<0,05$ ) para consumo de ração (CR) as aves do tratamento DB160 apresentaram menor consumo de ração, foi verificado o maior CR ( $P<0,05$ ) com o uso de 266g/t da alfa-amilase, e melhor conversão alimentar (CA) ( $P<0,05$ ) com o tratamento DB160. De 22 a 39 dias não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para nenhuma das variáveis de desempenho. Na fase de 1 a 39 dias não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) sobre o CR, porém houve efeito significativo ( $P<0,05$ ) para ganho de peso (GP) e CA para tratamento DB160. Não houve diferença significativa para rendimento de carcaça, coxa e sobrecoxa ( $P>0,05$ ), no entanto foi observado o maior rendimento de peito ( $P>0,05$ ) para DBA266 e maior percentagem de gordura abdominal ( $P<0,05$ ) para tratamento DB160. O rendimento de carcaça, coxa + sobrecoxa e a biometria dos órgãos não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos tratamentos. A suplementação da enzima aumentou ( $P<0,05$ ) o rendimento de peito das aves. A suplementação com alfa-amilase pode ser utilizada em rações para frangos de corte sem causar prejuízos no desempenho nas características de carcaça e gordura abdominal. A alfa-amilase, em rações para frangos de corte melhorou o rendimento de peito das aves. A análise da viabilidade econômica não apontou influências significativa nos resultados de produção.

**Palavras chaves:** Desempenho; Enzima exógenas; Rendimento de carcaça; Rentabilidade econômica



## **SUPPLEMENTATION OF ALPHA-AMYLASE IN DIETS FOR BROILERS**

**ABSTRACT:** An experiment was carried out with broilers up to 39 days old, aiming to evaluate the effects of alpha-amylase supplementation on performance, carcass yield and cuts, percentage of abdominal fat and economic profitability. The design was completely randomized with 5 treatments and 8 replicates of 24 birds each. The treatments were: T1-Basal diet (DB); T2-Basal diet with + 80 Kcal ME / kg (DB80); T3-Basal diet with + 160 Kcal ME / kg (DB160); Basal diet with + Amylase (133 g / t) (DBA133); T5-Basal diet with + Amylase (266 g / t) (DBA266). In the period from 1 to 21 days there was no significant difference in GP (weight gain ( $P > 0.05$ )); however, a significant difference ( $P < 0.05$ ) was observed for feed intake (DB) ( $P < 0.05$ ) with the use of 266g / t of the alpha-amylase, and better feed conversion (CA) ( $P < 0.05$ ) with the DB160 treatment. 22 to 39 days there was no significant difference ( $P > 0.05$ ) for any of the performance variables. In the 1 to 39 days phase, there were no significant differences ( $P > 0.05$ ) on the CR, but there was a significant effect ( $P < 0.05$ ) for weight gain (GP) and CA for DB160 treatment. There was no significant difference in carcass, thigh and overcoat yield ( $P > 0.05$ ); however, the highest breast yield ( $P > 0.05$ ) for DBA266 and higher abdominal fat percentage ( $P < 0.05$ ) for DB160 treatment. Carcass yield, thigh + overcoat and organ biometry were not influenced ( $P > 0.05$ ) by treatments. Enzyme supplementation increased ( $P < 0.05$ ) the breast yield of the birds. Alpha-amylase supplementation can be used in broiler feeds without impairing performance in carcass traits and abdominal fat. Alpha-amylase in broiler feeds improved the breast yield of poultry. The economic viability analysis did not indicate significant influences on the production results.

**Key words:** Performance; Exogenous Enzymes; Carcass yield; Economic profitability

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 Médias semanais de temperatura e umidade relativa máxima e mínima ..   | 13 |
| Tabela 2 Composição centesimal e níveis calculados de nutrientes para fase inicial de 1 a 21 dias. ....   | 14 |
| Tabela 3 Composição centesimal e níveis calculados de nutrientes das dietas para fase de crescimento de 22 a 39. Dias. ....   | 15 |
| Tabela 4 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com ração contendo ou não suplementação de uma alfa-amilase. .... | 19 |
| Tabela 5 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 22 a 39 dias alimentados com ração contendo ou não suplementação de uma alfa-amilase. ....         | 21 |
| Tabela 6 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 1 a 39 dias alimentados com rações contendo ou não suplementação de uma alfa-amilase. ....         | 22 |
| Tabela 7 Rendimento de carcaça (RC), de peito (RP), de coxa e sobrecoxa (RC+S) e gordura abdominal (GA), expressos em percentagem dos frangos aos 39 dias de idade. ....                                | 23 |
| Tabela 8 Peso do fígado (FI), moela (MO), intestino delgado (ID) e comprimento do (ID) dos frangos aos 39 dias de idade em gramas. ....   | 25 |
| Tabela 9 Peso vivo (PV), custo médio de arraçamento (CMA), custo médio do kg de peso vivo (CPV) e rentabilidade econômica (RE) de acordo com os tratamentos aos 39 dias. ....                           | 26 |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....                                      | 1  |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA .....                           | 3  |
| 2.1 Amido .....   | 3  |
| 2.2 Enzimas exógenas em rações de frangos de corte..... | 5  |
| 2.3 Carboidrases .....                                  | 8  |
| 2.3.1 Amilase .....                                     | 8  |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS .....                              | 12 |
| 3.1 Local e época de realização.....                    | 12 |
| 3.2 Aves, instalações e manejo.....                     | 12 |
| 3.3 Delineamento e dietas experimentais .....           | 13 |
| 3.4 Variáveis avaliadas: .....                          | 16 |
| 3.4.1 Desempenho.....                                   | 16 |
| 3.4.2 Rendimento de carcaça .....                       | 16 |
| 3.5 Avaliação Econômica .....                           | 16 |
| 3.6 Análises estatísticas.....                          | 17 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                           | 19 |
| 4.1 Desempenho .....                                    | 19 |
| 4.2 Rendimento de carcaça .....                         | 23 |
| 4.3 Análise econômica .....                             | 25 |
| 5 CONCLUSÃO.....  | 27 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                        | 28 |

## 1 INTRODUÇÃO

Reduzir os custos com a alimentação tem sido uma das metas mais importante para os avicultores, portanto, inúmeras pesquisas vêm dando ênfase à utilização de ingredientes que possam substituir o milho e o farelo de soja, principais fontes de energia e proteína das rações, ou melhorar a digestibilidade dos nutrientes destes, uma vez que são os ingredientes mais onerosos das formulações.

A nutrição possui caráter econômico importante na produção de frangos de corte por representar cerca de 60 a 75% dos custos totais da produção (SANTOS *et al.*, 2013; VALADARES *et al.*, 2016).

A base da alimentação de frangos de corte em qualquer idade é o milho e este possui alto teor de amido. Segundo Cardoso *et al.* (2011) o aproveitamento dos nutrientes contidos no milho é considerado alta, no entanto nem todo conteúdo nutricional desse ingrediente é utilizado.

Os animais monogástricos não conseguem aproveitar cerca de 15 a 25% dos valores nutricionais dos alimentos (BEDFORD e PATRIDGE, 2011), seja por não produzirem certas enzimas específicas em quantidade suficiente ou pela presença de fatores antinutricionais nas dietas.

Diante desse contexto, uma das formas de reduzir o custo com alimentação seria a utilização de enzimas exógenas na alimentação animal, um dos requisitos que tornam viável a utilização de enzimas exógenas nas formulações para frangos de corte é sua capacidade de aumentar a digestibilidade e melhorar a disponibilidade dos nutrientes contidos nas dietas, sendo o propósito dessa suplementação equilibrar melhores resultados econômicos sem prejudicar o desempenho produtivos das aves.

A utilização de enzimas exógenas na dieta de frangos de corte tornou-se uma excelente alternativa uma vez que são capazes de potencializar os efeitos benéficos sobre a digestibilidade de produtos considerados de baixa qualidade, atuando nas frações não disponíveis dos alimentos, minimizando os efeitos antinutricionais, tornando a digestão mais eficiente, disponibilizando maior quantidade de energia contida nas dietas e, conseqüentemente, melhorando o

desempenho animal, além de reduzir a excreção de agentes poluentes no meio ambiente.

As carboidrases estão entre as enzimas mais utilizadas na nutrição animal por atuarem de forma eficiente na liberação de maior conteúdo energético das rações através do aumento na extensão da quebra da parede celular (ADEOLA e COWIESON, 2011). Segundo Gracia *et al.* (2003), a carboidrase alfa-amilase, devido à sua atuação sobre as ligações glicosídicas presentes nos grânulos de amido, é a mais usada na alimentação animal.

A maior parte dos produtos enzimáticos atualmente disponíveis no mercado tem mais de uma atividade enzimática, essas misturas de enzimas também conhecidas como complexos, tem sido amplamente utilizada com intuito de melhorar o valor nutritivo dos ingredientes comumente utilizados nas dietas para frango de corte. Notavelmente a maioria das pesquisas tem concentrados seus esforços na utilização de complexos enzimáticos, dificultando mensurar a ação individual de cada enzima.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de uma alfa-amilase exógena em dietas à base de milho e farelo de soja sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e cortes, a deposição de gordura corporal e rendimento econômico em frangos de corte.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Amido

A maior parte dos carboidratos dos grãos, encontra-se na forma de amido, outros carboidratos são encontrados em concentrações variadas nos cereais e farelos proteicos. O amido é maior contribuinte em energia metabolizável, e é o principal polissacarídeo de armazenamento das espécies vegetais e devido as suas características como fonte de reserva, possui disponibilidade energética superior quando comparadas à dos carboidratos estruturais presente nas dietas.

Segundo Wiseman (2006) a utilização do amido como fonte energética nas dietas é fundamental para exploração de animais de alta produção. Devido às características físico-químicas e funcionais este carboidrato é de grande importância nos mais diversos setores industriais (ROCHA *et al.*, 2008).

O amido está localizado no endosperma das sementes, em grandes agrupamentos ou grânulos, sua síntese ocorre no cloroplastos, como um dos produtos instáveis da fotossíntese, e em outras organelas e tecidos (amiloplastos da parte não colorida dos vegetais, como sementes, raízes e tuberosidade) (NELSON e COX, 2014).

Os grânulos de amido possuem formato, tamanho molecular e grau de ramificação que dependem da sua fonte botânica (MIZUKAMI *et al.*, 1999). Sendo constituídos por dois tipos de polímeros de glicose, a amilose e amilopectina.

A amilose consiste em cadeias longas, não ramificadas, de resíduos de D-glicose conectados por ligações alfa 1,4, enquanto a amilopectina é uma molécula muito maior formada por unidades de glicose unidas, com aproximadamente 95% de ligações alfa 1,4 e 5% de ligações alfa 1,6, formando uma estrutura ramificada (NELSON e COX, 2014). As proporções em que essas estruturas aparecem, diferem em relação às fontes botânicas, variedades de uma mesma espécie e, mesmo numa mesma variedade, de acordo com o grau de maturação da planta (TESTER *et al.*, 2004).

Segundo Bertechini *et al.* (2004) o amido de milho comum apresenta 28% de amilose e 72 % de amilopectina e estas duas cadeias são compostas de 24 a 30 moléculas de glicose, sendo a primeira composta por uma cadeia glicosídica reta e a segunda, ramificada.

Devido a sua estrutura mais ramificada, a amilopectina possui um maior espaçamento entre suas moléculas o que facilita a entrada de água, carreando assim com grande facilidade as enzimas digestiva, amilase e amiloglicosidade, no processo de digestão. Desta forma, não somente as extremidades, mas toda a extensão do grânulo sofre ataque enzimático ao mesmo tempo, liberando grandes quantidades de glicose rapidamente (CHESSON, 2001).

A digestibilidade dos cereais é influenciada pela composição do amido, ou seja, pela razão entre amilose e amilopectina. A amilopectina é mais rapidamente digerida do que a amilose, por causa de sua natureza amorfa (OLIVEIRA e MORAES, 2007).

A amilose está presente no amido de cereais de duas formas: como amilose livre de lipídios ou na forma de complexos amilose-lipídio, esses complexos podem afetar as propriedades estruturais e tecnológicas dos grânulos de amidos (COPELAND *et al.*, 2009). Além disso, segundo Dernardini e Silva (2008) mudanças moleculares tornam possível a formação de complexos com moléculas de lipídios nas regiões superficiais do grânulo, o que inibe a degradação do amido por enzimas como fosforilase,  $\alpha$ -amilase e  $\beta$ -amilase.

Segundo Englyst (2005) a relação entre amilose e amilopectina afeta a digestibilidade do amido, uma vez que a amilose tem uma maior susceptibilidade em formar estruturas secundárias que são difíceis de degradar, sendo necessárias enzimas mais eficientes a fim de melhorar o processo de digestão. A formação desses complexos modifica as propriedades funcionais do amido, reduzindo a hidrólise enzimática, produzindo um amido resistente ou um amido lentamente digerível.

Por se tratar da principal fonte de energia em rações para frangos de corte, qualquer melhoria em sua digestibilidade resultaria em maior contribuição em energia metabolizável para as aves.

## 2.2 Enzimas exógenas em rações de frangos de corte

Dentre os aditivos alimentares comumente utilizados nas rações avícolas, destacam-se as enzimas exógenas que têm sido incorporadas às dietas de frango de corte com o intuito de melhorar o desempenho das aves, pois atuam como catalisadores biológicos no metabolismo dos animais (FORTES *et al.*, 2012).

Segundo Nelson e Cox (2014) as enzimas possuem poder catalítico extraordinário, geralmente muito maior do que os catalisadores sintéticos ou inorgânicos, e um alto grau de especificidade para os seus respectivos substratos. conforme condições específicas de pH, umidade e temperatura, respeitando a maturação fisiológica do animal (PESSÔA *et al.*, 2012).

Essa especificidade das enzimas que possibilita que elas possam ser adicionadas individualmente nas rações ou combinadas na forma de complexos.

Segundo Lima *et al.* (2007) as enzimas exógenas adicionadas nas rações dos animais visam quatro objetivos distintos, que são a remoção ou hidrólise de fatores anti-nutricionais; o aumento da digestibilidade dos nutrientes; a quebra dos polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e a suplementação das enzimas endógenas.

As enzimas tornam os nutrientes mais disponíveis para o animal, melhoram o aproveitamento dos alimentos, diminuem a contaminação ambiental com a redução de nutrientes excretados, como o fósforo, nitrogênio, cobre e zinco (PUCCI *et al.*, 2010; KRABBE; PESSÔA *et al.*, 2012).

Conforme Campestrini *et al.* (2005) as enzimas podem se subdividir em dois tipos de acordo com a sua finalidade: como enzimas destinadas a complementar quantitativamente as próprias enzimas digestórias dos animais monogástricos como as (proteases, amilases e lipases) e as enzimas que não são sintetizadas pelos animais (beta-glucases, pentosanas, alfa-galactosidades e fitases).

Existem duas formas de inclusão de enzimas em formulações de dietas para frangos corte, sendo a primeira “*on top*” (por cima) que consiste na suplementação de enzimas em uma dieta padrão, em que os níveis nutricionais



não são alterados, ou seja, sem considerar a valorização da matriz nutricional do produto enzimático, em dietas à base de milho e farelo de soja. Se trata de uma aplicação mais simples e provavelmente mais prática, a suplementação *on top* tem como finalidade melhorar os parâmetros de digestibilidade e desempenho das aves de forma mais econômica (PEREIRA *et al.*, 2010).

A segunda opção seria alterar a formulação da ração diminuindo os nutrientes e adicionando enzimas exógenas para recompor o valor nutricional de uma dieta padrão (DOURADO *et al.*, 2014).

A redução do nível nutricional da dieta tem como objetivo obter uma resposta das aves semelhante ou até mesmo melhor quando comparada a uma dieta com níveis nutricionais adequados. Essa resposta é proporcionada pelo incremento do valor nutricional dos ingredientes devido à atuação da enzima na melhora da disponibilidade de energia dos nutrientes da dieta (BARBOSA *et al.*, 2012).

A produção de enzimas endógenas segundo Caires *et al.* (2008) em aves e suínos jovens é menor que em animais adultos, de modo que a digestibilidade dos alimentos, em geral, é menor nos animais jovens, pois esses animais encontram-se ainda com o trato digestório imaturo, portanto a produção de enzimas endógenas é insuficiente. Sendo assim, a suplementação enzimática é uma ferramenta que pode aportar benefícios sobre as características de desempenho desses animais.

De acordo com Delmaschio (2018) a produção de amilase pancreática pelos animais monogástricos nas primeiras fases de vida é baixa o que acaba dificultando o desenvolvimento satisfatório destes que têm a digestão do amido prejudicada. Segundo Piovesan *et al.* (2011) essa informação deve ser levada em consideração, uma vez que a base das formulações de ração desses animais de produção em qualquer idade é o milho e este possui alto teor de amido.

As enzimas para a suplementação animal, tem como finalidade melhorar o valor nutritivo das diferentes matérias primas, melhorar o valor nutricional do produto final e atender às exigências do consumidor por um produto mais barato, seguro, saudável e mais favorável ao ambiente (GRUNERT, 2006; DELMASCHIO, 2018).

A estabilidade térmica das enzimas é um fator relevante que afeta diretamente sua ação catalítica. Por tanto é válido ressaltar que as enzimas utilizadas nas rações devem ser protegidas, principalmente para pH e temperatura, para que não ocorra limitações ou alterações expressivas da enzima ativa, resultando em perdas de atividade enzimática (DOURADO *et al.*, 2014).

Barbosa *et al.* (2012) ao avaliar o efeito da suplementação enzimática (fitase, amilase, xilanase e protease) em dietas com e sem redução de nutrientes sobre a digestibilidade ileal de frangos de corte ao 22 e 42 dias de idade, verificaram que a adição da combinação enzimática no controle negativo aumentou a energia digestível nas duas idades, e o coeficiente de digestibilidade da proteína aos 22 dias de idade. A adição de enzimas melhorou a digestibilidade ileal de nutrientes em dietas com redução de nutrientes.

Valadares *et al.* (2016) em uma pesquisa com intuito de avaliar o valor nutricional e determinar a energia metabolizável do farelo residual de milho sem e com o uso da enzima alfa-amilase, constataram que a adição da enzima não teve efeito estatístico significativo sobre os valores de EMA e EMAn, a enzima melhorou o aproveitamento da energia do ingrediente, proporcionando efeito positivo sobre o coeficiente de metabolização da energia.

Cardoso *et al.* (2011) ao estudar a adição de amilase isolada ou associada com xilanase,  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -galactosidase e galactomananase em ração para frangos de corte, fêmeas, observaram que o consumo de ração e o ganho das aves não foram afetados pela suplementação enzimática e a pior conversão alimentar foi obtida pelas aves submetidas à ração com enzimas.

A atuação enzimática depende de alguns fatores que devem ser levados em consideração, como a relação de nutriente na dieta, as condições sanitárias dos animais, temperatura do ambiente, manejo, forma física e processamento térmico da ração, esses fatores podem afetar o consumo de ração e consequentemente a quantidade de nutrientes ingeridos que poderá favorecer ou não a ação das enzimas (RAVIDRAN, 2013).

## 2.3 Carboidrases

Segundo Adeola e Cowieson (2011) as carboidrases abrangem todas as enzimas capazes de catalisar uma redução do peso molecular dos carboidratos e estão entre as enzimas mais utilizadas na produção avícola, por promoverem uma maior liberação do conteúdo energético das rações, elemento extremamente importante no desempenho das aves.

Recentemente as carboidrases exógenas estão sendo utilizada de maneira crescente em dietas a base de milho e farelo de soja para frangos de corte com o objetivo de reduzir custos de produção, através de melhorias no aproveitamento da energia metabolizável aparente (OLUKOSI e ADEOLA, 2008; WILLIAMS *et al.*, 2014; STEFANELLO *et al.*, 2015).

Para a quebra do amido, polissacarídeo complexo de extrema importância na nutrição avícola, utiliza-se a enzima alfa-amilase classificada no grupo das carboidrases (VALADARES *et al.*, 2016).

### 2.3.1 Amilase

As enzimas são denominadas de acordo com o substrato sobre o qual atuam, portanto, o termo amilase indica a ação sobre o amido.

As alfa-amilases, beta-amilases e glicoamilase, além das enzimas desramificantes (isoamilase e pululanases), são os principais grupos de enzimas que hidrolisam amidos. (ROBINSON, 1991; FELLOWS, 1994)

As amilases podem ser divididas em três grupos de acordo com o tipo de ligação que hidrolisam: as alfa-amilases rompem as ligações no interior do substrato (endoamilases), as beta-amilases, hidrolisam as unidades das extremidades não redutoras do substrato (exoamilases) e as glucoamilases (amiloglicosidases), as quais liberam unidades de glicose do terminal não redutor das moléculas do substrato (REED, 1975).

A alfa-amilase é a mais utilizada para alimentação animal e atua sobre as ligações glicosídicas presentes nos grânulos de amido (GRACIA *et al.*,

2003), fragmentando polímeros de amido em estruturas menores, possuem maior importância quando são utilizados ingredientes ricos em amido, como o milho (MORAES, 2004).

Segundo Curá (1995) as  $\alpha$ -amilases (alfa-D-1,4 - glucana 4-glucano-hidrolases - E.C 3.2.1.1) hidrolisam a amilose e a amilopectina clivando as ligações glicosídicas alfa-1,4 ao acaso, o ataque é iniciando pelas extremidades não redutoras, deixando as ligações alfa-1,6 intactas, o resultado desta hidrólise da origemem a alfa-maltose, dextrinas-limite

A amilase exógena é produzida a partir de diferentes microrganismos, como fungos, bactérias, leveduras e actinomicetes. As enzimas derivadas de fungos e bactérias principalmente do gênero *Aspergillus* e *Bacillus* respectivamente são as principais produtoras de alfa-amilase (PANDEY *et al.*, 2000).

A suplementação de amilase em dietas para frango de corte complementa as enzimas endógenas reduzindo a síntese desta enzima pelo pâncreas resultando em menor gasto de energia, tornando-a mais disponível para desenvolvimento das aves (GRACIA *et al.*, 2003). Auxilia na exposição do amido mais rapidamente à digestão no intestino delgado, conduzindo ao aumento na sua utilização, com consequente melhoria nas taxas de crescimento (SHEPPY, 2001).

Em pintinhos, por apresentarem o trato digestório imaturo ao nascer, a quantidade de amilase produzida pelo pâncreas é baixa nos primeiros sete dias de vida, dificultando o desenvolvimento satisfatório desses animais (MONTEIRO *et al.*, 2006). Segundo Sakamoto *et al.* (2014) a maior atividade da amilase em aves ocorre aos 14 dias de idade, coincidindo com o maior crescimento do pâncreas. A ação diminui com o avançar da idade e o desenvolvimento máximo do pâncreas ocorre na segunda semana.

Como as aves não secretam amilase salivar, a alfa-amilase pancreática é a maior enzima responsável pela digestão do amido (WISEMAN, 2006). A digestão do amido acontece no intestino delgado. A clivagem do amido pelas amilases libera uma mistura de maltose, maltotrioses e oligossacarídeos, que posteriormente serão digeridos pelas enzimas da borda em escova, liberando glicose para ser absorvida (SILVA *et al.*, 2014). A alfa-amilase pancreática cliva aleatoriamente as ligações glicosídicas alfa 1-4 da amilose para gerar maltose

e maltotriose ou para gerar maltose, glicose e dextrina da amilopectina (VALADARES *et al.*, 2016).

O amido que não foi digerido é classificado como amido resistente, esse tipo de amido que normalmente escapa da digestão no intestino delgado pode potencialmente apresentar uma oportunidade para suplementação de amilase exógena, aumentando o teor de energia da dieta. O milho embora apresente alta digestibilidade em frangos de corte também contém fatores antinutricionais na forma de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) que dificultam a ação enzimática e causam efeitos desfavoráveis à digestão (OLIVEIRA e MORAES, 2007).

Adeola *et al.* (2010) utilizando uma mistura enzimática contendo xilanase e amilase, com objetivo de determinar a energia digestível ileal, energia metabolizável e energia metabolizável corrigida (EM<sub>n</sub>) em frangos de corte alimentados com uma dieta a base de milho e farelo de soja, constataram que as aves que foram suplementadas com as carboidrases apresentaram melhores resultados para energia digestível ileal e metabolizável.

Já Sorbara *et al.* (2009), ao utilizarem um complexo enzimático contendo a enzima amilase, constataram que as aves alimentadas com rações sem adição de enzimas apresentaram menor consumo de ração e de ganho de peso, e não houve diferença na conversão alimentar.

Kaczmarek *et al.* (2014) em um estudo com intuito de avaliar o efeito da suplementação enzimática utilizando amilase isolada ou amilase mais protease em rações a base de milho e farelo de soja, sobre crescimento e desempenho de frangos de corte, constataram que não houve efeito da suplementação enzimática sobre o ganho de peso e sobre a conversão alimentar.

Amerah *et al.* (2017) Em um ensaio com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação enzimática utilizando xilanase, amilase e protease na forma individual ou combinada sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte alimentados com dietas a base de milho e soja, obtiveram resultados positivos da combinação das enzimas sobre o desempenho quando comparadas as aves que receberam tratamento com enzimas individual, sugerindo que as enzimas atuaram de forma sinérgica na melhoria da digestibilidade das frações não disponíveis da dieta.

Em contra partida Yegani e Kover (2013) em um estudo realizado para investigar o efeito de uma mistura comercial xilanase, amilase, protease e xilanase e  $\beta$ -glucanase, sobre o desempenho, energia digestível ileal e digestibilidade ileal aparente, em frangos de corte alimentadas com dietas a base milho e soja formulada usando três diferentes fontes de milho, observaram que a inclusão das enzimas não exerceu efeitos significativo sobre as variáveis de desempenho e não houve nenhum efeito sobre a digestibilidade da matéria seca.

Minafra *et al.* (2010) avaliando o perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dietas com a adição de extratos enzimáticos contendo alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003, nas fases pré-inicial e inicial relataram que o complexo enzimático não causa alterações metabólicas sugestivas de toxicidade pela inclusão das enzimas testadas. Os componentes séricos, como cálcio, proteínas plasmáticas e fosfatase alcalina, podem ser favorecidos pelo aproveitamento fisiológico pela incorporação desse tipo de enzima na primeira semana de vida das aves.

Os resultados da utilização de amilases em rações para frangos de corte são bastante variáveis e dependem de alguns fatores como: metodologias de avaliação, ingredientes presentes nas formulações, concentração dos produtos enzimáticos, idade das aves, tamanho de partícula, condições de crescimento, quantidade de amido resistente e da relação amilose e amilopectina presente nas dietas (BEDFORD e COWIESON, 2012; AMERAH *et al.*, 2017; YUAN *et al.*, 2017).

Conforme Minafra *et al.* (2010) existe uma certa dificuldade para avaliar o efeito da aplicação da  $\alpha$ -amilase sobre a disponibilidade dos nutrientes em dietas para frangos de corte, uma vez que a maioria das pesquisas utilizam complexos enzimáticos, dificultando mensurar a ação de cada enzima.

Apesar dos resultados serem muitas vezes contraditórios, a adição de enzimas exógenas nas rações tem de maneira geral se mostrado positiva.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido seguindo padrões e normas vigentes de acordo com as resoluções do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e devidamente registrado na CEUA (Comissão de Ética no Uso de Animais/UFRB) visando o bem-estar animal processo nº 23007.012164/2017-7.

#### **3.1 Local e época de realização**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB/Cruz das Almas-BA) no período de setembro a outubro de 2017.

#### **3.2 Aves, instalações e manejo**

Foram alojados 960 pintos de corte de um dia de idade, da linhagem Cobb-500<sup>®</sup>, provenientes de um incubatório comercial, vacinados contra a Doença de Marek, Gumboro, Bronquite infecciosa e Newcastle.

As aves foram alojadas em um galpão de alvenaria com 9x22m de dimensões interna, com pé direito de 2,8m, telado nas laterais e coberto com telhas de barro, com 40 boxes de 1,82 x 1,72m, piso de cimento coberto com cama de maravalha, equipados com comedouros tubulares e bebedouros pendulares, cortinas laterais com dispositivos de catraca (subida e descida) para controle parcial da temperatura e ventilação no interior do galpão.

No período inicial, as aves receberam aquecimento por meio de lâmpadas incandescentes. A temperatura e umidade relativa máxima e mínima foram registradas diariamente, utilizando-se um termohigrometro localizado no

interior do galpão. As médias semanais durante o período experimental encontram-se na Tabela 3. As aves mortas eram retiradas e anotadas para correção do consumo de cada parcela.

Tabela 1 Médias semanais de temperatura e umidade relativa máxima e mínima

| Semanas | Temperatura (C°) |        | Umidade (%) |        |
|---------|------------------|--------|-------------|--------|
|         | Máxima           | Mínima | Máxima      | Mínima |
| 1       | 19,60            | 25,00  | 68,00       | 85,71  |
| 2       | 20,70            | 26,74  | 67,43       | 83,57  |
| 3       | 20,61            | 25,51  | 67,43       | 86,14  |
| 4       | 20,59            | 26,89  | 67,57       | 86,00  |
| 5       | 21,63            | 30,03  | 51,71       | 84,43  |
| 6       | 19,95            | 28,58  | 56,75       | 87,00  |

O manejo das instalações, dos equipamentos e sanitário adotado foi o recomendado no manual da linhagem comercial usada. As rações e água foram fornecidas à vontade.

### 3.3 Delineamento e dietas experimentais

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto de 5 tratamentos e 8 repetições, totalizando 40 parcelas experimentais, com 24 aves cada unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos da seguinte forma:

T1 – Dieta basal (DB) dieta formulada para atender as exigências nutricionais;

T2 – Dieta basal com + 80 Kcal EM/kg (DB80);

T3 – Dieta basal com + 160 Kcal EM/kg (DB160);

T4 – Dieta basal com + Amilase 133 g/t (DB+A133);

T5 – Dieta basal com + Amilase 266 g/t (DB+A266).

Utilizou-se uma enzima comercial como fonte de alfa-amilase em duas concentrações (133 e 266 g/t).



Para a formação das unidades experimentais as aves foram pesadas e agrupadas por faixa de peso, de forma que todas as parcelas apresentassem peso médio aproximado. O período de criação foi dividido em duas fases: inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 39 dias). A composição centesimal e os níveis calculados dos nutrientes das dietas para as referidas fases encontram-se na Tabela 2 e 3.

Tabela 2 Composição centesimal e níveis calculados de nutrientes para fase inicial de 1 a 21 dias.

| Ingredientes (%)                      | Dietas  |         |         |                  |                  |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|------------------|------------------|
|                                       | DB      | DB80    | DB160   | DB+A<br>(133g/t) | DB+A<br>(266g/t) |
| Milho                                 | 44,6828 | 42,8392 | 40,9954 | 44,6828          | 44,6 828         |
| Farelo de soja                        | 44,2659 | 44,5721 | 44,8783 | 44,2659          | 44,2 659         |
| Farinha carne e ossos                 | 4,0000  | 4,0000  | 4,0000  | 4,0000           | 4,0000           |
| Óleo de soja                          | 4,2915  | 5,8324  | 7,3733  | 4,2915           | 4,2915           |
| Fosfato bicálcio                      | 0,8534  | 0,8569  | 0,8604  | 0,8534           | 0,8534           |
| Calcário                              | 0,4174  | 0,4134  | 0,4095  | 0,4174           | 0,4174           |
| Sal comum                             | 0,4771  | 0,4774  | 0,4777  | 0,4771           | 0,4771           |
| Suplemento vitamínico <sup>1</sup>    | 0,0500  | 0,0500  | 0,0500  | 0,0500           | 0,0500           |
| Suplemento mineral <sup>2</sup>       | 0,0500  | 0,0500  | 0,0500  | 0,0500           | 0,0500           |
| Cloreto colina 60%                    | 0,0750  | 0,0750  | 0,0750  | 0,0750           | 0,0750           |
| DL-Metionina 99%                      | 0,3557  | 0,3573  | 0,3590  | 0,3557           | 0,3557           |
| L-Lisina HCL 99%                      | 0,1341  | 0,1283  | 0,1225  | 0,1341           | 0,1341           |
| L-Treonina 98%                        | 0,1471  | 0,1480  | 0,1489  | 0,1471           | 0,1471           |
| Melhorador de desempenho <sup>3</sup> | 0,0300  | 0,0300  | 0,0300  | 0,0300           | 0,0300           |
| Anticoccidiano <sup>4</sup>           | 0,0300  | 0,0300  | 0,0300  | 0,0300           | 0,0300           |
| Amilase <sup>5</sup>                  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0133           | 0,0266           |
| Adsorvente <sup>6</sup>               | 0,1000  | 0,1000  | 0,1000  | 0,1000           | 0,1000           |
| Antioxidante <sup>7</sup>             | 0,0100  | 0,0100  | 0,0100  | 0,0100           | 0,0100           |
| Material inerte                       | 0,0300  | 0,0300  | 0,0300  | 0,0167           | 0,0034           |
| <b>Valores calculados</b>             |         |         |         |                  |                  |
| EM (Kcal/kg)                          | 3000    | 3080    | 3160    | 3080             | 3160             |
| Proteína bruta (%)                    | 25,310  | 25,310  | 25,310  | 25,310           | 25,310           |
| Cálcio (%)                            | 1,011   | 1,011   | 1,011   | 1,011            | 1,011            |
| Fósforo disponível (%)                | 0,482   | 0,482   | 0,482   | 0,482            | 0,482            |
| Lisina digestível (%)                 | 1,364   | 1,364   | 1,364   | 1,364            | 1,364            |
| Metionina digestível (%)              | 0,679   | 0,680   | 0,680   | 0,679            | 0,679            |
| Met+Cis digestível (%)                | 0,989   | 0,989   | 0,989   | 0,989            | 0,989            |
| Treonina digestível (%)               | 0,882   | 0,882   | 0,882   | 0,882            | 0,882            |
| Sódio (%)                             | 0,227   | 0,227   | 0,227   | 0,227            | 0,227            |

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico contendo: Vit. A, 27.000.000 UI; Vit. D3, 8.000.000 UI; Vit. E, 100 g; Vit. K3, 7.500 mg; Vit.B1, 6.600 mg; Vit.B2, 19 g; Vit.B6, 11 g; Vit.B12, 55 mg; Niacina, 150 g; Ácido pantotênico, 35 g; Ácido fólico, 5.500 mg; Biotina, 550 mg; Selênio, 900 mg; Excipiente q.s.p.,1000 g. <sup>2</sup>Suplemento mineral com: Ferro, 100 g; Cobre, 12 g; Manganês, 140 g; Zinco, 140 g; Iodo, 2,5 g; Excipiente q.s.p.,1000g. <sup>3</sup>Ácido benzoico (83%), timol (1,9%), eugenol (1%), benzilsalicilato (0,3%) e piperina (0,1%). <sup>4</sup>Monensina 40%. <sup>5</sup>Ronozyme Histarch. <sup>6</sup>Mastersorb FM. <sup>7</sup>BHT.

Tabela 3 Composição centesimal e níveis calculados de nutrientes das dietas para fase de crescimento de 22 a 39. Dias.

| Ingredientes (%)                      | Dietas  |         |         |                  |                  |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|------------------|------------------|
|                                       | DB      | DB80    | DB160   | DB+A<br>(133g/t) | DB+A<br>(266g/t) |
| Milho                                 | 50,4870 | 48,6433 | 46,7997 | 50,4870          | 50,4870          |
| Farelo de soja                        | 37,2561 | 37,5623 | 37,8685 | 37,2561          | 37,2561          |
| Farinha carne e ossos                 | 4,0000  | 4,0000  | 4,0000  | 4,0000           | 4,0000           |
| Óleo de soja                          | 6,1187  | 7,6596  | 9,2005  | 6,1187           | 6,1187           |
| Fosfato bicálcio                      | 0,3761  | 0,3796  | 0,3831  | 0,3761           | 0,3761           |
| Calcário                              | 0,2654  | 0,2614  | 0,2574  | 0,2654           | 0,2654           |
| Sal comum                             | 0,4392  | 0,4396  | 0,4399  | 0,4392           | 0,4392           |
| Suplemento vitamínico <sup>1</sup>    | 0,0500  | 0,0500  | 0,0500  | 0,0500           | 0,0500           |
| Suplemento mineral <sup>2</sup>       | 0,0500  | 0,0500  | 0,0500  | 0,0500           | 0,0500           |
| Cloreto colina 60%                    | 0,0750  | 0,0750  | 0,0750  | 0,0750           | 0,0750           |
| DL-Metionina 99%                      | 0,3432  | 0,3448  | 0,3464  | 0,3432           | 0,3432           |
| L-Lisina HCL 99%                      | 0,1821  | 0,1763  | 0,1705  | 0,1821           | 0,1821           |
| L-Treonina 98%                        | 0,1572  | 0,1581  | 0,1590  | 0,1572           | 0,1572           |
| Melhorador de desempenho <sup>3</sup> | 0,0300  | 0,0300  | 0,0300  | 0,0300           | 0,0300           |
| Anticoccidiano <sup>4</sup>           | 0,0300  | 0,0300  | 0,0300  | 0,0300           | 0,0300           |
| Amilase <sup>5</sup>                  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0133           | 0,0266           |
| Adsorvente <sup>6</sup>               | 0,1000  | 0,1000  | 0,1000  | 0,1000           | 0,1000           |
| Antioxidante <sup>7</sup>             | 0,0100  | 0,0100  | 0,0100  | 0,0100           | 0,0100           |
| Material inerte                       | 0,0300  | 0,0300  | 0,0300  | 0,0167           | 0,0034           |
| Valores calculados                    |         |         |         |                  |                  |
| EM (Kcal/kg)                          | 3200    | 3280    | 3360    | 3280             | 3360             |
| Proteína bruta (%)                    | 22,620  | 22,620  | 22,620  | 22,620           | 22,620           |
| Cálcio (%)                            | 0,822   | 0,822   | 0,822   | 0,822            | 0,822            |
| Fósforo disponível (%)                | 0,384   | 0,384   | 0,384   | 0,384            | 0,384            |
| Lisina digestível (%)                 | 1,235   | 1,235   | 1,235   | 1,235            | 1,235            |
| Metionina digestível (%)              | 0,637   | 0,638   | 0,638   | 0,637            | 0,637            |
| Met+Cis digestível (%)                | 0,914   | 0,914   | 0,914   | 0,914            | 0,914            |
| Treonina digestível (%)               | 0,815   | 0,815   | 0,815   | 0,815            | 0,815            |
| Sódio (%)                             | 0,211   | 0,211   | 0,211   | 0,211            | 0,211            |

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico contendo: Vit. A, 27.000.000 UI; Vit. D3, 8.000.000 UI; Vit. E, 100 g; Vit. K3, 7.500 mg; Vit. B1, 6.600 mg; Vit. B2, 19 g; Vit. B6, 11 g; Vit. B12, 55 mg; Niacina, 150 g; Ácido pantotênico, 35 g; Ácido fólico, 5.500 mg; Biotina, 550 mg; Selênio, 900 mg; Excipiente q.s.p., 1000 g. <sup>2</sup>Suplemento mineral com: Ferro, 100 g; Cobre, 12 g; Manganês, 140 g; Zinco, 140 g; Iodo, 2,5 g; Excipiente q.s.p., 1000g. <sup>3</sup>Ácido benzoico (83%), timol (1,9%), eugenol (1%), benzilsalicilato (0,3%) e piperina (0,1%). <sup>4</sup>Monensina 40%. <sup>5</sup>Ronozyme Histarch. <sup>6</sup>Mastersorb FM. <sup>7</sup>BHT.

### **3.4 Variáveis avaliadas:**

#### **3.4.1 Desempenho**

Aos 21 e aos 39 dias de idade, as aves e as sobras de rações foram pesadas para mensuração dos parâmetros de desempenho: ganho de peso, consumo médio de ração e conversão alimentar.

#### **3.4.2 Rendimento de carcaça**

Aos 39 dias de idade, foram amostradas duas aves de cada unidade experimental, totalizando 80 aves, selecionadas por peso corporal médio da parcela, eutanasiadas e submetidas a escaldagem, depenagem e evisceração para avaliação do rendimento de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa e percentagem de gordura abdominal. Foram realizadas ao mesmo tempo a pesagem dos órgãos fígado, proventrículo, moela, intestino delgado e comprimento do intestino delgado. Os órgãos foram pesados em balança semi analítica e a mensuração do intestino realizado com auxílio de uma fita métrica.

O rendimento de carcaça (%) foi obtido pela relação entre o peso da carcaça limpa e eviscerada (sem pés, cabeça e pescoço) e o peso da ave viva. Os cortes de peito, pernas (coxa + sobrecoxa) tiveram seus respectivos rendimentos determinados em relação ao peso da carcaça eviscerada. A gordura abdominal foi composta pelo tecido adiposo localizado ao redor da cloaca e dos músculos abdominais adjacentes.

### **3.5 Avaliação Econômica**

Para determinação da viabilidade econômica dos tratamentos foram contabilizados os custos produtivos, segundo observado na planilha da

Embrapa Suínos e Aves (2009). Foi avaliado o custo de produção do kg de frango ao final do experimento.

Para cálculo da viabilidade econômica, considerou-se os custos médios das rações em todas as fases, de acordo com os preços regionais dos ingredientes, obtidos em cotações realizadas em setembro de 2017. Os preços dos ingredientes usados foram: milho, R\$ 0,53; farelo de soja, R\$ 1,07; farinha de carne e ossos, R\$ 1,18; óleo de soja, R\$ 2,90; fosfato bicálcico, R\$ 2,20; calcário calcítico, R\$ 0,26; sal comum, R\$ 0,25; suplemento vitamínico, R\$ 27,20; suplemento mineral, R\$ 4,65; cloreto de colina 60%, R\$ 3,80; DL-metionina 99%, R\$ 10,30; L-lisina HCl 99%, R\$ 5,25; L-treonina 98%, R\$ 7,15; Crina Poultry Plus, R\$ 36,35; monensina 40%, R\$ 31,16; Ronozyme HiStarch, R\$ 62,35; mastersorb FM, R\$ 4,50; BHT, R\$ 15,25; material inerte, R\$ 0,02.

Considerou-se o custo por ave viva como sendo a soma do custo das rações consumidas por fase, mais o custo do pinto de um dia de idade (R\$ 1,18), mais outros custos (mão-de-obra, transporte, limpeza e desinfecção, vacinas, energia elétrica, aquecimento, cama, depreciação, financeiro, diversos – R\$ 0,41).

O peso vivo (PV) foi obtido pelo peso médio dos frangos após o jejum, aos 39 dias de idade.

Custo Médio de Arraçoamento (CMA): custo total relativo ao consumo de ração (CR) em todas as fases de criação em função do custo da ração em cada fase de criação.

Para o custo médio de peso vivo (CPV), dividiu-se o custo obtido pelo peso médio dos frangos vivos de cada tratamento para obtenção do custo por quilo deste.

A rentabilidade econômica média foi determinada pela diferença entre a cotação média do mercado regional em novembro de 2017 (frango vivo, R\$ 3,30) e o custo de produção do quilo deste.

### **3.6 Análises estatísticas**

Todos os dados obtidos foram tabulados e submetidos a análise de variância utilizando-se o Software sistema de análise de variância para dados balanceados (SISVAR, 5.3) descrito por Ferreira (2010). A comparação entre os tratamentos foi feita pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Desempenho

Os resultados de desempenho das aves nas fases de 1 a 21, 22 a 39 e 1 a 39 dias de idade encontra-se nas tabelas 3, 4, e 5 respectivamente.

Tabela 4 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com ração contendo ou não suplementação de uma alfa-amilase.

| Variáveis <sup>1</sup> | Tratamentos |        |       |        |        |      | P valor |
|------------------------|-------------|--------|-------|--------|--------|------|---------|
|                        | DB          | DB80   | DB160 | DBA133 | DBA266 | CV%  |         |
| CR (g)                 | 1414b       | 1423b  | 1349a | 1391ab | 1439b  | 3,02 | 0,0016  |
| GP (g)                 | 985         | 1025   | 1026  | 1014   | 1024   | 4,49 | 0,3541  |
| CA                     | 1,44b       | 1,38ab | 1,31a | 1,37ab | 1,40ab | 4,79 | 0,0082  |

DB: Dieta Basal; DB80: Dieta basal + 80Kcal/Kg; DB160: Dieta basal + 160Kcal/Kg; DB+A(133g/t): Dieta basal +amilase (133g/t); DB+A(266g/t).

\*médias com letras distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CV: coeficiente de variação

O consumo de ração (CR) das aves de 1 a 21 dias foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos tratamentos avaliados, de modo que os frangos do tratamento DB160 apresentaram menor consumo de ração em comparação aos demais tratamentos. A adição de 266g/t de alfa amilase do tratamento DBA266 resultou em um maior ( $P < 0,05$ ) consumo de ração pelas aves, embora os valores obtidos não diferem estatisticamente daqueles observados para os tratamentos DB, CP1 e DB+A (133g/t).

Os resultados de consumo assemelham-se aos encontrados por Fernandes *et al.* (2017) que ao avaliar a adição de um complexo enzimático comercial constituído de amilase, protease e xilanase no período de 1 a 21 dias constataram que o consumo de ração foi maior ( $P < 0,05$ ) para as aves que receberam dieta controle suplementada com enzimas quando comparado ao consumo das aves que receberam dieta controle sem adição de enzimas.

Os resultados encontrados neste trabalho concordam com os reportados por Kaczmarek *et al.* (2014) que em um experimento avaliando a suplementação da enzima amilase em rações a base de milho e soja com diferentes granulometrias, observaram que a suplementação de amilase resultou em maior consumo ( $P < 0,05$ ), independente da granulometria da ração.

Segundo Sorbara *et al.* (2009) o uso de enzimas durante a fase de crescimento pode melhorar a capacidade digestiva das aves resultando em maior absorção e conseqüentemente em um maior consumo de ração e quando as rações são suplementadas com enzimas exógenas que melhoram a capacidade digestiva os frangos são capazes de aumentar o consumo de ração.

O ganho de peso (GP) dos frangos aos 21 dias não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pelos tratamentos avaliados. Estes resultados assemelham-se aos encontrados Zhu *et al.* (2014) que ao trabalharem com níveis de energia metabolizável e dois níveis de suplementação enzimática (xilanase,  $\beta$ -glucanase, e  $\alpha$ -amilase), no período de 1 a 21 dias de idade, relataram que não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) da suplementação sobre os parâmetros de desempenho (CR, GP e CA).

De forma similar, Olukosi *et al.* (2007) também não encontraram melhorias no desempenho de frangos de corte quando se suplementou com uma mistura de xilanase, amilase e protease a dieta à base de milho e farelo de soja, aos 21 dias de idade.

Em relação à conversão alimentar (CA) observou-se no presente estudo que o tratamento DB160 (dieta basal com + 160 Kcal EM/kg) resultou ( $P < 0,05$ ) em melhores resultados quando comparado aos demais tratamentos, neste caso a conversão alimentar foi beneficiada devido ao maior teor de energia da dieta.

Os resultados observados para os parâmetros de desempenho dos frangos sugerem que o maior nível de energia da ração (tratamento DB160) obtido com a maior inclusão de lipídio (óleo de soja), limitou o consumo das aves, porém possibilitou maior aproveitamento dos nutrientes, mantendo o GP e melhorando a CA, assim como sugerido por Firman *et al.* (2008).

Tabela 5 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 22 a 39 dias alimentados com ração contendo ou não suplementação de uma alfa-amilase.

| Variáveis <sup>1</sup> | Tratamentos |      |       |        |        |      | P valor |
|------------------------|-------------|------|-------|--------|--------|------|---------|
|                        | DB          | DB80 | DB160 | DBA133 | DBA266 | CV%  |         |
| CR (g)                 | 3539        | 3373 | 3402  | 3418   | 3345   | 7,81 | 0,6446  |
| GP (g)                 | 1929        | 1959 | 1974  | 1970   | 1957   | 3,88 | 0,7771  |
| CA                     | 1,84        | 1,72 | 1,72  | 1,73   | 1,69   | 9,14 | 0,3630  |

DB: Dieta Basal; DB80: Dieta basal + 80Kcal/Kg; DB160: Dieta basal + 160Kcal/Kg; DB+A(133g/t): Dieta basal +amilase (133g/t); DB+A(266g/t).

\*médias com letras distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CV: coeficiente de variação

No período de 22 a 39 dias de criação, a adição de amilase não afetou ( $P>0,05$ ) o consumo de ração de frangos de corte e não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para ganho de peso e para a conversão alimentar.

É possível observar a suplementação enzimática (*on top*) na referida fase, não proporcionou nenhum efeito sobre as variáveis de desempenho avaliadas (CR, GP e CA). O uso de enzimas exógenas em dietas com níveis nutricionais adequados tem pouca chance de demonstrar resultados sobre o desempenho das aves (BARBOSA *et al.* 2012, SORBARA *et al.* 2009). Além disso de acordo com Brum *et al.* (2006) o maior efeito da enzima ocorre no período de 14 a 23 dias.

Corroborando com os resultados encontrados nesse estudo Amerah *et al.* (2017) também não encontraram nenhum efeito dos tratamentos ( $P>0,05$ ) sobre o desempenho de frangos de corte durante a fase de 22 a 42 dias.

Analisando o ciclo completo de criação das aves (1 a 39 dias de vida), observou-se que o consumo de ração e a conversão alimentar não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelo aumento no nível de energia metabolizável ou pela suplementação da enzima alfa-amilase. No entanto, foi verificado efeito significativo dos tratamentos ( $P<0,05$ ) para o ganho de peso, com o maior valor médio (3050g) observado para as aves que receberam o tratamento DB160, embora não defira significativamente dos tratamentos DB80, DBA133 e DBA266.



Tabela 6 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 1 a 39 dias alimentados com rações contendo ou não suplementação de uma alfa-amilase.

| Variáveis <sup>1</sup> | Tratamentos       |        |       |        |        |      | P valor |
|------------------------|-------------------|--------|-------|--------|--------|------|---------|
|                        | DB                | DB80   | DB160 | DBA133 | DBA266 | CV%  |         |
| CR (g)                 | 4955              | 4796   | 4752  | 4809   | 4784   | 5,96 | 0,6664  |
| GP (g)                 | 2964 <sup>a</sup> | 3038ab | 3050b | 3034ab | 3032ab | 1,99 | 0,0537  |
| CA                     | 1,70              | 1,61   | 1,58  | 1,61   | 1,60   | 5,73 | 0,1221  |

DB: Dieta Basal; DB80: Dieta basal + 80Kcal/Kg; DB160: Dieta basal + 160Kcal/Kg; DB+A(133g/t): Dieta basal +amilase (133g/t); DB+A(266g/t).

\*médias com letras distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CV: coeficiente de variação

O aumento do teor energético do tratamento DB160 proporcionou um ganho de peso nos frangos de corte superior ao tratamento controle, porém não diferindo estatisticamente ao proporcionado pelos demais tratamentos (DB80, DBA133), DBA266, que apresentaram valores intermediários de GP.

Ao analisar o fator ganho de peso, observa-se que a adição de 133 g/t e 266 g/t de alfa amilase nas rações no período total de criação, não resultou em alterações significativas ( $P>0,05$ ), sendo que o GP dos animais nessa fase foi semelhante aos obtidos com o tratamento DB80.

Resultados semelhantes foram encontrados por Amerah *et al.* (2017) que ao trabalharem com as enzimas xilanase, amilase e protease na forma associada ou não, constataram que o GP não foi influenciado pelos tratamentos. Já os resultados obtidos por Stefanello *et al.* (2015) demonstraram que as aves que receberam dietas suplementadas com amilase e xilanase apresentaram menor consumo de ração e um maior ganho de peso do que as aves que receberam dietas sem as carboidrases ( $P<0,05$ ).

Diferente do que foi observado no presente trabalho, Cardoso *et al.* (2011) ao avaliar os efeitos da suplementação de carboidrases na forma individual ( $\alpha$ -amilase) ou associada ao complexo enzimático ( $\alpha$ -galactosidase, galactomananase, xilanase e  $\beta$ -glucanase) no período total de criação, 1 a 42 dias, não observam diferenças ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para alguns parâmetros de desempenho das aves. O consumo de ração, em todos os períodos, não diferiu ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos avaliados. Da mesma forma, o ganho de peso ao final do período de 1 a 42 dias não apresentou

variação significativa. No entanto, os autores relataram pior conversão alimentar e fatores de produção ( $P < 0,05$ ) para os animais submetidos à ração com complexo enzimático.

## 4.2 Rendimento de carcaça

O rendimento de carcaça e dos cortes, peso relativo da gordura abdominal e biometria dos órgãos estão descritos na tabela 7 e 8, respectivamente.

Tabela 7 Rendimento de carcaça (RC), de peito (RP), de coxa e sobrecoxa (RC+S) e gordura abdominal (GA), expressos em percentagem dos frangos aos 39 dias de idade.

| Variáveis | Tratamentos       |         |                     |          |         | CV%   | P valor |
|-----------|-------------------|---------|---------------------|----------|---------|-------|---------|
|           | DB                | DB80    | DB160               | DBA133   | DBA266  |       |         |
| RC (%)    | 78,494            | 78,907  | 77,899              | 79,494   | 79,051  | 4,21  | 0,7142  |
| RP (%)    | 35,412a           | 34,902a | 35,186 <sup>a</sup> | 35,832ab | 37,522b | 5,87  | 0,0062  |
| RC+S (%)  | 26,981            | 26,769  | 26,769              | 25,893   | 26,681  | 5,71  | 0,3090  |
| GA (%)    | 1,17 <sup>a</sup> | 1,47ab  | 1,63b               | 1,22a    | 1,25a   | 29,70 | 0,0077  |

DB: Dieta Basal; DB80: Dieta basal + 80Kcal/Kg; DB160: Dieta basal + 160Kcal/Kg; DB+A(133g/t): Dieta basal + amilase (133g/t); DB+A(266g/t).

\*médias com letras distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CV: coeficiente de variação

O rendimento de carcaça e da coxa + sobrecoxa não foi afetado ( $P > 0,05$ ) pelas rações experimentais (tabela 7).

Resultados semelhantes para rendimento de carcaça foram encontrados por Fortes *et al.* (2012), onde a suplementação enzimática não exerceu efeito significativo sobre nenhuma das características avaliadas.

Os resultados obtidos no presente estudo também concordam com os obtidos por Cardoso *et al.* (2011) que não encontraram diferença significativa no rendimento de carcaça e dos cortes de frangos ao final do período de criação.

O rendimento de peito, foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos tratamentos avaliados, de modo que as aves que consumiram as rações suplementadas com o maior nível de alfa amilase (266 g/t) apresentaram melhor rendimento em comparação aos tratamentos que não foram suplementados com a enzima (tabela 6), nesse caso a suplementação com alfa-amilase exógena pode ter potencializado a atuação da amilase endógena sobre as moléculas de amido.

Segundo Lima et al. (2007) inclusão de enzimas exógenas em dietas para aves reduz a síntese de enzimas endógenas, conseqüentemente, o organismo teria uma maior quantidade de aminoácidos para a síntese tecidual a suplementação de enzimas exógenas teria um efeito poupador de energia e aminoácidos para o organismo, que podem ser utilizados para aumento da produção.

A percentagem de gordura abdominal das aves foi influenciada pelas enzimas e rações experimentais ( $P < 0,05$ ), com o maior percentual de gordura abdominal atribuído ao tratamento CP2.

Segundo Neto et al. (2012), a suplementação enzimática reduz a gordura abdominal, provavelmente, por disponibilizar mais nutrientes para síntese muscular, sem a necessidade de desaminar aminoácidos para fornecer energia.

Diferentemente dos resultados obtidos nesse estudo Cardoso et al. (2011) não constataram efeitos significativos ( $p > 0,05$ ) da suplementação enzimática sobre a percentagem de gordura abdominal dos frangos de corte.

De acordo com Mendes et al. (2004), o nível energético da dieta influencia diretamente o desempenho de frangos de corte. Embora o aumento do nível de energia das rações proporcione maior ganho de peso, esse aumento de energia pode resultar em maior deposição de gordura na carcaça das aves. Toda energia que excede as exigências da ave para manutenção e síntese de tecido muscular é armazenada como gordura (KESSLER et al., 2000).

A biometria dos órgãos (fígado, proventrículo moela e intestino delgado) não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelos tratamentos (tabela 8).

Tabela 8 Peso do fígado (FI), moela (MO), intestino delgado (ID) e comprimento do (ID) dos frangos aos 39 dias de idade em gramas.

| Variáveis | Tratamentos |        |        |        |        | CV%   | P valor |
|-----------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|
|           | DB          | DB80   | DB160  | DBA133 | DBA266 |       |         |
| FI (g)    | 68,03       | 64,00  | 65,53  | 70,00  | 67,62  | 11,36 | 0,2137  |
| PV (g)    | 10,00       | 9,25   | 10,01  | 9,68   | 10,43  | 18,41 | 0,4496  |
| MO (g)    | 36,00       | 37,15  | 34,59  | 34,00  | 36,53  | 11,34 | 0,1556  |
| ID(g)     | 131,12      | 123,68 | 129,3  | 138,46 | 130,18 | 13,87 | 0,2549  |
| ID(cm)    | 199,81      | 195,5  | 192,75 | 198,43 | 196,5  | 6,85  | 0,6240  |

DB: Dieta Basal; DB80: Dieta basal + 80Kcal/Kg; DB160: Dieta basal + 160Kcal/Kg; DB+A(133g/t): Dieta basal + amilase (133g/t); DB+A(266g/t).

\*médias com letras distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CV: coeficiente de variação

Corroborando com os resultados verificados neste trabalho para biometria dos órgãos, Nunes *et al.* (2011) não observaram diferença na biometria intestinal das aves criadas até 28 dias de idade utilizando dietas com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem adição de complexo enzimático (amilase, fitase, protease, xilanase,  $\beta$ -glucanase, celulase e pectinase),

No entanto resultados diferentes foram encontrados por Fernandes *et al.* (2017) que ao avaliar o efeito da adição de um complexo enzimático em dietas iniciais sobre o desempenho produtivo, obtiveram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) das dietas sobre o peso relativo da moela, do pró-ventrículo e do fígado das aves.

### 4.3 Análise econômica

Na tabela 8 são apresentados os valores referentes à viabilidade econômica de cada tratamento. Não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos experimentais, sendo observado que o custo médio de arraçamento não foi influenciado pelas formulações das rações, a utilização das enzimas exógenas não alterou o custo com a alimentação.

Tabela 9 Peso vivo (PV), custo médio de arraçamento (CMA), custo médio do kg de peso vivo (CPV) e rentabilidade econômica (RE) de acordo com os tratamentos aos 39 dias.

| Variáveis   | Tratamento |        |        |        |        | CV(%) | P valor |
|-------------|------------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|
|             | DB         | DB80   | DB160  | DBA133 | DBA266 |       |         |
| PV(g)       | 2964a      | 3038ab | 3050b  | 3034ab | 3032ab | 1,96  | 0.0540  |
| CMA(R\$/kg) | 2,4746     | 2,4909 | 2,6314 | 2,3812 | 2,3793 | 12,02 | 0,4381  |
| CPV(R\$/kg) | 2,3809     | 2,3328 | 2,3701 | 2,2843 | 2,2928 | 4,44  | 0,2443  |
| RE (R\$/kg) | 0,9190     | 0,9671 | 0,9298 | 1,0156 | 1,0071 | 10,69 | 0,2443  |

DB: Dieta Basal; DB80: Dieta basal + 80Kcal/Kg; DB160: Dieta basal + 160Kcal/Kg; DB+A(133g/t): Dieta basal + amilase (133g/t); DB+A(266g/t).

\*médias com letras distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CV: coeficiente de variação

Resultados semelhantes foram reportado por Cardoso *et al.* (2011) avaliando os efeitos da suplementação de carboidrases de forma individual ( $\alpha$ -amilase) ou associada ao complexo enzimático ( $\alpha$ -galactosidase, galactomananase, xilanase e  $\beta$ -glucanase), sobre o desempenho, rendimento de carcaça e viabilidade econômica em rações para frangos de corte observaram que houve igualdade econômica entre os tratamentos experimentais, sendo observado que o custo total dos tratamentos não foi influenciado pelas formulações das rações.

A avaliação da rentabilidade econômica, levando em consideração diferentes perspectivas de preço do peso do kg do frango vivo, demonstrou que as suplementações enzimáticas não proporcionaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) no custo de produção.

Contrastando com os resultados obtidos nesse estudo Pasquali *et al.* (2017) avaliando o efeito da inclusão de complexos enzimáticos em dietas com níveis reduzidos de energia metabolizável, observaram que a dieta controle positivo apresentou o maior custo por ave, superior a todas as dietas contendo complexos enzimáticos, evidenciando o uso de enzimas como ferramenta para reduzir o custo de produção.

## 5 CONCLUSÃO

A suplementação com alfa-amilase pode ser utilizada em rações para frangos de corte sem causar prejuízos no desempenho nas características de carcaça e gordura abdominal e gera mesma resposta econômica na produção de frangos de corte.

Com base nos dados analisados pode-se concluir que a suplementação com uma alfa-amilase exógena foi capaz de promover melhores resultados de rendimento de peito, quando se utilizou 266g/t da enzima.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEOLA, O.; COWIESON, A.J. 2011. BOARD-INVITED REVIEW: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve no ruminant animal production. **Journal of Animal Science** 89:3189–3218.
- ADEOLA, O.; JENDZA, J.A.; SOUTHERN, L.L.; POWELL, S.; OWUSU-ASIEDU, A. 2010. Contribution of exogenous dietary carbohydrases to the metabolizable energy value of corn distillers grains for broiler chickens. **Poultry Science** 89:1947-1954.
- AMERAH, A.M.; ROMERO, L.F.; AWATI, A.; RAVINDRAM, V. 2017. Effect of exogenous xylanase, amylase, and protease as single or combined activities on nutrient digestibility and growth performance of broilers fed corn/soy diets. **Poultry Science** 96:807–816.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; BONATO, M.A.; HAUSCHILD, L.; OVIEDO, R.E. 2012. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural**, 1497- 1502.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K.; DOURADO, L.R.B. 2008. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 43: 755-762.
- BEDFORD, M.R.; COWIESON, A.J. 2012. Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology. **Animal Feed Science and Technology** 173:76–85.
- BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. 2011. Enzymes in farm animal nutrition. **Oxford: CAB PUBLISHING**.
- BERTECHINI, A.G. Nutrição de MonogástricoS. 2004. Editora UFLA/FAEPE, Lavras 450p, broilers. **Poultry Science** 86:77-86.
- BRUM, P.A.R.; AVILA, V.S.; LIMA, G.J.M.M.; COLDEBELA, A.; SCHEUERMANN, G.; USINGLER, F.; TOIGO, G.C. 2006, Efeito da suplementação de  $\alpha$ -amilase em dietas a base de milho e farelo de soja na digestibilidade da energia das rações e no desempenho de frangos de corte. **Comunicado Técnico da Embrapa** 425.
- CAIRES, C.M.; FAGUNDES, N.S.; FENANDES, E.A.; CARVALHO, A.P. 2008. Enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime** 5: 491-497.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M; APPELT, M.D. 2005. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime** 2:254-267.
- CARDOSO, D, M.; MACIEL, M, P.; PASSOS, D. P.; SILVA, F, V.; REIS, S. T.; AIURA, F. S. 2011. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia** 60: 1053-1064.
- CHESSON, A. 2001. Non-starch polysaccharide degrading enzymes in poultry diets: influence of ingredients on the selection of activities. **World's Poultry Science Journal** 57: 251-263.
- COPELAND, L.; BLAZEK, J.; SALMAN, H.; TANG, M. C. 2009. Form and functionality of starch. **Food Hydrocolloids** 23: 1527-1534.
- COWIESON, A. J. 2015. Starch digestibility, energy utilization, and growth performance of broilers fed corn-soybean basal diets supplemented with enzymes. **Poultry Science** 94:2472–2479.
- CURÁ, J. A. 1995. Amylose is not strictly linear, *Starch* 47: 207-209.
- DELMASCHIO, I. B. 2018. Enzimas na alimentação de animais monogástricos – Revisão de literatura. **Revista Científica de Medicina Veterinária** 2: 06-20.
- DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. 2009. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural** 39: 945-954.

- DOURADO, L. R. B.; BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K. 2014. Enzimas na nutrição de monogástricos. p,360- 371. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. 1º ed. Nutrição de não ruminantes. FUNEP. São Paulo. Embrapa Suínos e Aves. 2009. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/>. Acesso em:16/09/2017.
- ENGLYST, K. N.; ENGLYST, H. N. 2005. Horizons in nutritional science: Carbohydrate bioavailability. **British Journal of Nutrition** 94: 1-11.
- FELLOWS, P. Tecnologia Del procesado de los alimentos: principios y practicas, Zagagoza: Acribia, 1994.
- FERNANDES, J.I.M.; CONTINI, J.P.; PROKOSKI, K.; GOTTARDO, E. T.; CRISTO, A. B.; PERINI, R. 2017. Desempenho produtivo de frangos de corte e utilização de energia e nutrientes de dietas iniciais com milho classificado ou não e suplementadas com complexo enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 69: 181-190.
- FERREIRA, D. F. 2010. Sistema para análise de variância para dados balanceados – SISVAR 5,3 Lavras: UFLA, Software.
- FERREIRA, G. S.; PINTO, M. F.; NETO, M. G.; PONSANO, E. H. G.; CONÇALVES, C. A.; BOSSOLANI, I. L. C.; PEREIRA, A. G. 2015. Ajuste preciso do nível de energia na dieta de frangos de corte para controle do desempenho e da composição lipídica da carne. **Ciência Rural** 45:104-110.
- FIRMAN, J. D.; KAMYAB, A.; LEIGH, H. 2008. Comparison of fat sources in rations of broilers from hatch to market. **International Journal of Poultry Science** 12:1152-1155.
- FORTES, B. D. A.; CAFÉ, M. B.; STRINGHINI J. H.; BRITO J. A. G.; REZENDE, P. L. P.; SILVA, R. D. 2012. Avaliação de programas nutricionais com a utilização de de carboidrases e fitase em rações de frango de corte. **Ciência Animal Brasileira** 13: 24-32.
- GRACIA, M. I.; ARANÍBAR, M. J.; MEDEL, P.; MATEOS, G. G. 2003. Alpha-amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science** 82: 436–442.
- GRUNERT, K. G. 2006. Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. **Meat Science** 74: 149-160.
- HARGER, C.; SPRADA, D.; HIRATSUKA, E. Amilase fúngica, In: **Bioquímica das fermentações**, [S,l,]: [s,n,], 1982, 56.
- KACZMAREK, S. A.; ROGIEWICZ, A.; MOGIELNICKA, M.; RUTKOWSKI, A.; JONES, R. O.; SLOMINSKI, B. A. 2014. The effect of protease, amylase, and nonstarch polysaccharide-degrading enzyme supplementation on nutrient utilization and growth performance of broiler chickens fed corn-soybean meal-based diets, **Poultry Science** 93:1745–1753.
- KESSLER, A. M.; SNIZEK, P.N.; BRUGALLI, I. 2000. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça de frangos, In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Anais Campinas: **FACTA** 107-133.
- KRABBE, E.; MAZZUCO, H. 2011. O uso de enzimas em dietas para poedeiras comerciais. **Revista Avicultura Industrial** 6:16-23.
- LIMA, M, R.; SILVA, J. H. V.; ARAUJO, J. A.; LIMA, C. B.; OLIVEIRA, E. R. A. 2007. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica** 1: 99-110.
- MAHAGNA, M.; NIR, I.; LABIER, M.; NITZAN, S.1995. Effects of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzyme activities and digestibility of nutrientes in Young meat-type chicks. **Reproduction, Nutrition, Development** 35:201-12.
- MENDES, A.A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E.G.; GARCIA, E. A.; ALMEIDA, M. I. M.; GARCIA, R. G. 2004. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia** 33: 2300-2307.
- MINAFRA, C. S.; MARQUES, S. F. F.; STRINGHINI, J. H.; ULHOA, C. J.; REZENDE, C. S. M.; SANTOS, J. S.; MORAES, G. H. K. 2010. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte



- alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger*. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39: 2691-2696.
- MIZUKAMI, H.; TAKEDA, Y.; HIZUKIRI, S. 1999. The structure of the hotwater soluble components in the starch granules of new Japanese rice cultivars. **Carbohydrate Polymers** 38: 329-335.
- MONTEIRO, M. P.; MORAES, G. H. K.; FANCHIOTTI, F. E.; OLIVEIRA, M. G. A.; RODRIGUES, A. C. P.; ALBINO, L. F. T.; GUIMARÃES, V. M.; VIETES, F. M. 2006. Alfa-amilase em frangos de corte: efeitos do balanço eletrolítico e do nível proteico da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia** 35: 1070-1076.
- MORAES, L. M. P. Amilases, In: SAID, S.; PIETRO, R. 2004, Enzimas como agentes biotecnológicos, Ribeirão Preto, Legis Summa.
- NELSON, D. L.; COX, M. 2014. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**, 6 ed: Artmed, Porto Alegre.
- NETO, R. M.; CECCATINI, M.L.; FERNANDES, J. I. 2012. Productive performance, intestinal morphology and carcass yield of broilers fed conventional and alternative diets containing commercial enzymatic complex, int. **Jornal Poultry Science** 11: 505-516.
- NUNES, J. K.; GONÇALVES, F. M.; DALLMANN, H. M.; GENTILINI, F. P.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F.; MAIER, J. C.; SILVA, J. G. C. 2011. Desenvolvimento do sistema digestório de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce. **Archivos de Zootecnia** 60: 1105-1114.
- OLIVEIRA, M. C.; MORAES, V. M. B. 2007. Mananoligossacarídeos e enzimas em dietas a base de milho e farelo de soja para aves. **Ciência Animal Brasileira** 8: 339- 357.
- OLUKOSI, O, A.; ADEOLA, O. 2008. Whole body nutrient accretion, growth performance and total tract nutrient retention responses of broilers to supplementation of xylanase and phytase individually or in combination in wheat-soybean meal based diets. **Journal of Poultry Science** 45: 192–198.
- OLUKOSI, O, A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. 2007. Age-related influence of cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science** 86:77-86.
- OPALINSKI, M.; ROCHA, C.; MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; SILVA, A, V, F.; BORGES, S. A. 2011. Impacto de enzimas e da granulometria sobre a digestibilidade da soja desativada para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science** 16: 84-90.
- PANDEY, A.; NIGAM, P.; SOCCOL, C. R.; SOCCOL, V. T.; SINGH, D.; MOHAN, R. 2000. Advances in Microbial Amylases. **Biotechnol, Appl, Biochem** 31: 135-152.
- PASQUALI, G. A. M.; OLIVEIRA, R. F.; AIELLO, P. A. B.; POLYCARPO, G. V.; CRIVELLARI, R.; POLYCARPO, V. C.C. 2017. Performance and economic viability of broiler chicken fed diets with multienzyme complexes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** 39: 91-96.
- PEREIRA, P. F. Z.; MENTEN, J. F. M.; RACANICCI, A. M. C.; TRALDI, A. B.; SILVA, C. S.; RIZZO, P. V. 2010. Avaliação de complexo enzimático e betaína natural em rações para frangos de corte criados em aviário comercial. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39: 2230-2236.
- PESSÔA, G. B. S.; TAVERNARI, F. C.; VIEIRA, R. A.; ALBINO, L. F. T. 2012. Novos conceitos em nutrição de aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 13: 755-774.
- PIOVESAN, V.; OLIVEIRA, V.; GEWEHR, C. E. 2011. Milhos com diferentes texturas de endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. **Ciência Rural** 41:2014-2019.
- PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; NASCIMENTO, G. A. J.; LIMA, R. R.; SILVA, L. R. 2010. Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:1272-1279.
- RAVIDRAN, V. 2013. Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. **Journal of Applied Poultry Research** 22 :628–636.

- REED, G. 1975. Enzymes **in Food Processing**, 2 eds. New York: Academic Press Inc, p, 62-87.
- ROBINSON, D. S. 1991. Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos, Zaragoza, Acribia.
- ROCHA, T. S.; DEMIATE, I. M.; FRANCO, C. M. L. 2008. Características estruturais e físico-químicas de amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Ciência e Tecnologia de alimentos** 28: 620-628.
- SAKAMOTO, M. I.; FARIAS, D. E.; NAKAGI, V. S.; NEGRÃO, J. A.; ARAÚJO, R. B.; SOUZA, K. M.; PREVIERO, T. C. 2011. Utilização da glutamina, associada ao ácido glutâmico, sobre o desenvolvimento e a atividade enzimática em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 63: 962-972.
- SAKOMURA, N. K., BARBOSA, N. A. A.; DOURADO, L. R. B. 2014. Enzimas na Nutrição de Monogástricos, In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. 1ªEd. Nutrição de Não Ruminantes, 677.
- SANTOS, M. J. B.; LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J. V.; TORRES, T. R.; LOPES, L. S.; BRITO, M. S. 2013. Composição química e valores de energia metabolizável de ingredientes alternativos para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira** 14: 32-40.
- SHEPPY, C. 2001. The current feed enzyme Market and likely trends. p. 1-10. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. Enzymes in farm nutrition. Cab International, Londres.
- SILVA, J. H. V.; PASCAL, L. F.; LIMA, R. B.; LACERDA, P. B.; ARAUJO, G. M. 2014. **Digestão e absorção de carboidratos**, p. 49-60. In: SAKUMORA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. eds, Nutricao de não ruminantes, Funep, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
- SORBARA, J. O. B.; MURAKAMI, A. E.; NAKAGE, E. S.; PIRACÉS, F.; POTENÇA, A.; GUERRA, R. L. H. 2009. Enzymatic programs for broilers. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 52: 233-240.
- STEFANELLO, C.; VIEIRA, S, L.; SANTIAGO, G. O.; KINDLEIN, L.; SORBARA, J. O. B.; COWIESON, A. J. 2015. Starch digestibility, energy utilization, and growth performance of broilers fed corn-soybean basal diets supplemented with enzymes. **Poultry Science** 00: 1–8.
- TESTER, F.; KARKALAS, J. QI, X. 2004, Starch-composition, fine structure and architecture. **Journal Cereal Science** 39: 151-165.
- VALADARES, C. G.; SANTOS, J. S.; LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J. V.; SILVA, J. C. N. S.; PEREIRA, P. S. 2016. Determinação da energia metabolizável do farelo residual do milho com e sem enzima em dietas para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina** 68: 748-754
- WILLIAMS, M. P.; KLEIN, J. T.; WYATT, C. L.; IORQUE, T. W.; LEE, J. T. 2014. Evaluation of xylanase in low-energy broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research** 23: 188–195.
- WISEMAN, J. 2006. Variations in starch digestibility in non-ruminants. **Animal Feed Science and Technology** 130: 66 – 77.
- YEGANI, M.; KORVER, D. R. 2013. Effects of corn source and exogenous enzymes on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. **Poultry Science** 92: 1208-1220.
- YUAN, J.; WANG, X.; YIN, D.; WANG, M.; YIN, X.; LEI, Z.; GUO, Y. 2017. Effect of different amylases on the utilization of cornstarch in broiler chickens. **Poultry Science** 96:1139-1148.
- ZHU, H. L.; HU, L. L.; HOU, Y. Q.; ZHANG, J.; DING, B. Y. 2014. The effects of enzyme supplementation on performance and digestive parameters of broilers fed corn-soybean diets. **Poultry Science** 93 :1704–1712.