



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

FACULDADE DE VETERINÁRIA

DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO ANIMAL E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

LICENCIATURA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL

Trabalho de Culminação de Estudos

**Desempenho Produtivo de Frangos de Corte Alimentados Com
Ração Contendo Aditivos e Substituição Parcial do Milho Amarelo
pela Sêmea de Trigo**

Discente:

Lindo Rondinho César

Supervisor:

Prof. Doutor Custódio Gabriel Bila

Co-Supervisor:

Lic. Ernesto Emmanuel Paulo

Maputo, Março de 2026

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Lindo Rondinho César, filho de Rondinho César Jorge e de Judite José Chipire, declaro que este trabalho para obtenção do grau de licenciatura foi exclusivamente feito por mim, e da orientação dos meus supervisores. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente no texto e nas referências bibliográficas. Saliento que este trabalho nunca foi em momento algum, usado para obtenção de qualquer grau académico nesta ou em qualquer outra instituição de ensino para obtenção de grau de licenciatura.

Maputo, maio de 2026

(Lindo Rondinho César)

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiríssimo lugar pelo presente da vida, e por proporcionar saúde, forcas para chegar ate nesta fase acadêmica.

À família, aos meus pais Rondinho César Jorge e Judite José Chipire, pelo continuo encorajando, e dispondo sempre os meios necessários para o sucesso deste grande sonho, a eles devo esta licenciatura. Agradeço a minha irmã Fazila Rondinho César pelo suporte financeiro que concedeu me nesta jornada, ao meu tio Germano Gar, pela iniciativa e suporte que proporcionou nos momentos em que necessitava.

Aos supervisores, dr. Ernesto Emmanuel Paulo e Prof. Doutor Custódio Bila pela paciência que tiveram durante esse tempo todo. A cada um de vocês agradeço imensamente por tornarem este trabalho real.

Aos docentes, que exaustivamente dedicaram-se para transferir os seus conhecimentos para uma formação ainda mais qualificada, em particular ao Prof. Doutor Alberto Pondja, Mestra Irisálda Correia, Mestra Rabia Canda (em memória), Mestre Zeiss Lacerda, Mestra Quintília Nicolau e com mais ênfase, a Dra. Matilde Matola.

À Universidade Eduardo Mondlane, pela oportunidade que me forneceu de fazer o curso de Ciências e Tecnologia Animal, que hoje vem se tornando um sonho realizado.

Aos colegas do curso, pela colaboração de todos ao longo da formação, pela ajuda e, acima de tudo pela presença nos momentos mais necessários. E neles aprendi que não há uma dificuldade que em conjunto não se possa resolver.

Aos amigos, que de certa forma contribuíram para com o êxito de terminar o curso, o destaque vai para os companheiros da residência universitária (Nº 8, no 6 º e 8º piso), que sempre estiveram presentes a ajudar a tornar isso possível, especialmente ao Patson, que sendo um amigo, se portava como um irmão.

Muito Obrigado

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AA's	Aminoácidos
CA	Conversão Alimentar
CRM	Consumo Médio de Ração
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
G	Grama
GMD	Ganho Médio Diário
GPM	Ganho de Peso Médio
Kg	Quilograma
MT	Meticais
m ²	Metro quadrado
NRC	National Research Concl
PNA's	Polissacáridos não-amiláceos
PB	Proteína Bruta
SPSS®	Pacote Estatístico para as Ciências Sociais
Ton	Tonelada
B	Beta
°C	Graus Celcius
=	Igual a
>	Maior que...
<	Menor que...
%	Porcentagem

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição nutricional do milho amarelo e da sêmea de trigo (com base na matéria seca)	21
Tabela 2: Composição das dietas experimentais na fase inicial (1-21 dias).....	24
Tabela 3: Desempenho zootécnico de frangos de corte (1–21 dias) sob diferentes tratamentos dietéticos.	30
Tabela 4: Desempenho zootécnico de frangos de corte (21-35 dias) sob diferentes tratamentos dietéticos.	31
Tabela 5: Viabilidade económica – 1 a 35 dias	32
Tabela 6: Análise comparativa (% diferença vs Dieta Controle — T1).....	32

Índice

AGRADECIMENTOS	i
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	ii
5. RESUMO.....	vi
6. INTRODUÇÃO.....	7
7. Objectivos.....	9
7.1. Objectivo geral.....	9
7.2. Objectivos específicos	9
8. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
8.1. Avicultura em Moçambique	10
8.2. Enzimas.....	11
8.2.2. Complexos enzimáticos.....	16
8.3. Sêmea de Trigo	17
8.4. Sêmea de trigo e Enzimas exógenas	19
8.5. Fisiologia Digestiva do Pinto na Fase de Iniciação	20
8.6. Composição Nutricional Comparativa: Milho Amarelo vs. Sêmea de Trigo.....	21
9. METODOLOGIA.....	22
9.1. Enzimas exógenas e Aminoácidos essenciais.....	25
9.2. Medição de Parâmetros.....	25
9.3. Actividades realizada.....	27
9.3.1. Actividades realizadas antes da chegada dos pintos	27
9.3.2. Atividades rotineiras	27
10. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
10.1. Resultados	29
10.2. Discussão.....	34

Benefícios económicos e ambientais	35
Implicações práticas	36
11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	37
11.1. Conclusões	37
11.2. Recomendações	38
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

5. RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da substituição parcial do milho amarelo por sêmea de trigo, suplementação com enzimas exógenas e aminoácidos essenciais, sobre o desempenho zootécnico e a viabilidade económica de frangos de corte da Linhagem Ross 308. O ensaio foi conduzido em uma unidade de produção de frangos de corte situada na vila sede de Marracuene, o experimento envolveu 300 pintos de um dia, distribuídos em seis tratamentos experimentais (T1–T6) com diferentes formulações dietéticas na fase inicial (1–21 dias), seguindo-se uma dieta comercial de ração Forte Mecer, até aos 35 dias. As dietas (com 22% de PB) incluíram: T1 – dieta controlo; T2 – concentrado + milho amarelo; T3 – concentrado + milho amarelo + enzimas exógenas; T4 e T5 – concentrado + milho amarelo + enzimas com inclusão de 5% e 10% de sêmea de trigo, respectivamente; T6 – dieta com (18% PB) suplementada com aminoácidos essenciais + enzimas exógenas. O manejo incluiu alimentação *ad libitum*, controlo de temperatura e condições ambientais adequadas, manutenção de biossegurança. Os parâmetros avaliados incluíram peso médio inicial (PMI), ganho de peso médio (GPM), consumo médio de ração (CMR), conversão alimentar (CA) e análise económica (custo de ração/kg de peso vivo). A análise estatística foi realizada através de delineamento em blocos casualizado com teste de Tukey ($P < 0,05$). Os resultados indicaram que, até aos 21 dias, o parâmetro sobre o ganho de peso, não houve diferença significativa, sobre o parâmetro conversão alimentar, também não houve diferença significativa do controlo, evidenciando o efeito positivo das enzimas exógenas, igual a do grupo controle. Os tratamentos T4 e T5 mostraram também desempenho semelhante ao controlo, sem diferença significativa, mas apresentaram redução relevante no custo de produção. O T2 destacou-se entre 22 e 35 dias, obtendo o melhor desempenho zootécnico e maior eficiência económica (**redução de 29,06% no custo/kg peso vivo**). O tratamento T6 registou menor desempenho produtivo, apesar do menor custo da ração, indicando limitações da restrição proteica suplementada com aminoácidos e enzimas. A análise económica demonstrou que todas as dietas alternativas reduziram o custo de produção relativamente ao controlo, sendo o T2 a opção mais vantajosa. A inclusão de sêmea de trigo com enzimas (T4 e T5) representou uma alternativa promissora, com desempenho aceitável e ganhos económicos, aproveitando um subproduto abundante e económico em Moçambique. A restrição proteica (redução para 18% de PB (T6) mostrou ser a dieta com menos excreção de nitrogénio para o meio ambiente, mas comprometeu a eficiência produtiva. Conclui-se que estratégias nutricionais baseadas na utilização de ingredientes locais e suplementos enzimáticos podem melhorar a sustentabilidade e rentabilidade da avicultura em Moçambique. Recomenda-se a adopção de dietas como as do T2 e T5, que conciliam desempenho zootécnico e viabilidade económica, evitando restrições proteicas sem formulação otimizada.

Palavras-chave: Aminoácidos Essências; Enzimas Exógenas; Frangos de Corte; Sêmea de Trigo; Viabilidade Económica.

6. INTRODUÇÃO

A carne de frango é responsável por mais de 30% do total de proteína animal consumida no mundo e trata-se do segmento que, nas últimas décadas, apresentou maiores transformações no sector técnico-produtivo, sendo ainda uma das alternativas mais rápidas e de menor custo de produção de proteína animal, fazendo frente às demandas alimentares e nutricionais de diversos países (FAO, 2006).

Moçambique é um país essencialmente agrícola e a prática da actividade pecuária, realizada pelas populações, é considerada uma actividade complementar, embora em regiões onde a prática da agricultura seja menos segura ela passe a ser uma actividade de sobrevivência. Esta actividade produtiva em Moçambique é vital por ser uma das principais fontes de proteína animal para o consumo e à disposição das populações, sendo da agricultura que sai a matéria-prima para a produção da ração de frango, tais como a sêmea de trigo, o milho e outros (Nicolau, 2008).

A sêmea de trigo é um subproduto de cereal obtido da moagem a seco do trigo para a farinha. A inclusão de um nível substancial de sêmea de trigo na ração de frangos de corte pode ajudar a reduzir o custo da ração (Osei *et al.*, 2000), e servir como uma fonte potencial de fósforo para animais (NRC, 1999). Animais monogástricos, como frangos, produzem enzimas endógenas limitadas que hidrolisam os polissacáridos não-amiláceos (PNA's) associados a alimentos ricos em fibras. Porém, a sêmea de trigo também é rica em actividade fitase endógena (Viveros *et al.*, 2000), que poderia contribuir para a utilização eficiente de fósforo em rações para frangos (Salami *et al.*, 2018).

Em experimento realizado por Daymeh *et al.* (2013), estudando os efeitos de diferentes níveis de inclusão de sêmea de trigo na ração de frangos de corte com ou sem enzimas, observou-se que a inclusão da sêmea de trigo teve efeito significativo nas características de desempenho produtivo e mostrou aumento no peso da moela e gordura abdominal. Houve também melhoria no ganho de peso corporal e na taxa de conversão alimentar.

As enzimas exógenas são proteínas catalisadoras que aumentam a velocidade das reacções, sem sofrerem alterações no processo global Queiroz, (2017). Num estudo realizado por Garcia *et al.* (2000), concluiu-se que a adição de complexo multienzimático nas rações para frangos foi

efectiva na melhoria da eficiência de utilização da energia metabolizável, da proteína e dos aminoácidos (metionina, metionina+cistina e lisina) em 9, 7 e 5%, respectivamente.

Aminoácidos (AA's) são definidos como compostos orgânicos que contêm grupos amino e ácido (Wu, 2013). A função principal dos aminoácidos é promover o crescimento animal por meio da síntese de proteína muscular. Todavia, os aminoácidos desempenham muitas outras funções, já que eles são moléculas precursoras de diversas substâncias responsáveis pelo funcionamento do metabolismo e dos sistemas do organismo dos seres vivos (Hou, 2017).

Em virtude da rápida evolução da avicultura, os nutricionistas têm buscado alternativas que tornem a formulação de rações mais eficientes, procurando contribuir para a redução dos custos de produção (Teixeira, 2013).

Sabe-se que, na formulação das rações para aves em Moçambique, utiliza-se basicamente milho e soja. No entanto, a disponibilidade destes grãos é variável em função da região e da época do ano, levando assim a variações nos custos destas matérias-primas e afetando diretamente a lucratividade na avicultura. Desta maneira, torna-se necessário procurar alternativas que sejam economicamente viáveis para aumentar a eficácia na produção animal.

Diante do exposto, realizou-se o presente estudo sobre a utilização da sêmea de trigo, enzimas exógenas e aminoácidos essenciais como fonte alternativa de alimentação para frangos de corte, com o objetivo de reduzir os custos de produção através da utilização de aditivos e da substituição parcial do milho amarelo pela sêmea de trigo em rações de iniciação.

Este trabalho pretende ir além da simples avaliação de desempenho produtivo: busca contribuir para a construção de um novo modelo de formulação de rações em Moçambique, com potencial para revolucionar a produção pecuária nacional. A integração de subprodutos locais (como a sêmea de trigo) e tecnologias nutricionais modernas (enzimas e aminoácidos industriais) poderá tornar a avicultura mais eficiente, competitiva e sustentável, reduzindo a dependência de insumos importados e mitigando impactos ambientais, como a elevada excreção de nitrogénio. Assim, os resultados deste estudo poderão servir como referência para políticas de incentivo à produção nacional de rações alternativas, fortalecendo não apenas o setor avícola, mas também toda a cadeia da produção pecuária no país.

7. Objectivos

7.1.Objectivo geral

- Contribuir para a redução dos custos de produção de frangos de corte através da utilização da sêmea de trigo em substituição parcial do milho amarelo, associada ao uso de enzimas exógenas, e redução da emissão do nitrogénio ao meio ambiente através da restrição proteica ate 18%.

7.2.Objectivos específicos

- Avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte alimentados com ração de iniciação com diferentes níveis de inclusão de sêmea de trigo e complexos enzimáticos;
- Comparar o desempenho produtivo de frangos de corte submetidos a ração de iniciação em restrição proteica, suplementada com enzimas e aminoácidos essenciais (18% PB);
- Analisar o impacto residual das dietas de iniciação sobre o desempenho produtivo das aves durante a fase de acabamento (dos 22 aos 35 dias);
- Comparar a viabilidade económica entre as dietas baseadas em milho amarelo e as dietas alternativas contendo aditivos e sêmea de trigo.

8. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

8.1. Avicultura em Moçambique

Em Moçambique, estima-se que cerca de 80% da população esteja envolvida em atividades agrícolas, sendo a avicultura frequentemente praticada como complemento à produção agrícola de subsistência. Este subsector constitui um dos ramos mais relevantes da agropecuária nacional, desempenhando papel central na mitigação do défice de proteína animal, na promoção da segurança alimentar e nutricional, bem como na geração de emprego, renda e dinamização da economia rural e urbana (Garcês, 2006). Produção de frango nacional

A indústria nacional de produção de frangos de corte em Moçambique registou um crescimento significativo na última década. Em 2005, o setor encontrava-se em um ponto baixo, produzindo menos de 5.000 toneladas e com a maior parte do consumo doméstico a ser satisfeita por importações. No entanto, nos anos seguintes, o setor conseguiu reverter essa situação, e em 2015, a produção superou 60.000 toneladas, satisfazendo aproximadamente 69% da demanda doméstica. Esse progresso foi impulsionado por uma colaboração entre o governo, o setor privado e organizações não-governamentais (Oppewal et al., 2016).

Apesar desse crescimento, o sector enfrenta desafios significativos que comprometem sua competitividade e sustentabilidade. Entre os principais obstáculos estão:

- **Elevado custo da ração:** A alimentação representa uma parte substancial dos custos de produção. Em Moçambique, o custo da ração pode chegar a corresponder até 70% do total dos custos de produção de frango, sendo que os principais ingredientes da ração, como milho e farelo de soja, são em grande parte importados, o que eleva os custos (Nicolau, 2008).
- **Dependência de importações:** Apesar do crescimento da produção nacional, o país ainda importa mais de 50% do consumo total de frango congelado, o que indica uma vulnerabilidade à concorrência externa e à oscilação dos preços internacionais (Oppewal et al., 2016).

- **Infraestrutura deficiente:** A falta de infraestrutura adequada, como estradas e sistemas de transporte eficientes, dificulta a distribuição de insumos e produtos acabados, aumentando os custos logísticos e reduzindo a eficiência da cadeia produtiva (Oppewal et al., 2016).

Esses desafios tornam a produção de frangos de corte em Moçambique economicamente difícil e pouco competitiva. Portanto, é urgente buscar alternativas que permitam reduzir os custos de produção, melhorar a eficiência e aumentar a competitividade do setor.

8.2.Enzimas

As enzimas são proteínas catalisadoras que aceleram reações bioquímicas sem se alterarem no processo global (Queiroz, 2017). Elas representam uma alternativa natural à utilização de antibióticos na alimentação animal, melhorando a integridade do epitélio intestinal e atuando como moduladores da dieta (Teixeira, 2013).

O seu uso em rações para aves constitui uma ferramenta essencial na nutrição animal, pois aumenta a digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, a capacidade digestiva das aves. Devido ao elevado controle na produção e ao vasto volume de estudos, a utilização de enzimas é considerada segura para animais e humanos, sendo bem aceita pelo mercado. (Carvalho, 2012).

Existem diversas enzimas utilizadas na nutrição animal, incluindo proteases, amilases, celulasas, xilanasas, galactosidasas, glucanases, pectinases, lipases e fitases. Cada enzima possui um sítio activo específico que actua sobre determinadas ligações químicas, permitindo que sejam adicionadas individualmente ou combinadas em complexos enzimáticos (Teixeira, 2013).

A utilização de uma enzima isolada é recomendada quando se pretende degradar um factor antinutricional específico ou corrigir uma deficiência particular do animal. Já os complexos enzimáticos são indicados quando a dieta apresenta variações químicas significativas ou quando os animais estão sob *stress* ou desafio sanitário, pois oferecem um conjunto de enzimas que actuam sobre diferentes substractos, aumentando a eficiência digestiva (Carvalho, 2009).

8.2.1. Principais Complexos Enzimáticos

i) Fitase

As enzimas denominadas por fitases são um grupo de enzimas que possuem a capacidade de disponibilizar o fósforo, tal como vários outros nutrientes complexados nas moléculas de ácido fítico, que é um factor antinutricional, encontrado nos alimentos de origem vegetal (Junior et al., 2015). São encontradas em algumas sementes e alguns microrganismos. São produzidas comercialmente, por espécies de bactérias e fungos. O *Aspergillus* é o principal gênero de fungos para a produção da fitase em escala comercial (Campestrini, et al., 2005). Uma vez que os monogástricos são incapazes de produzir a enzima fitase para a degradação do fitato, a suplementação exógena permite libertar os minerais ligados ao fitato, permitindo a sua digestão e absorção pelos animais (Barletta, 2010).

A fitase ou mio-inositol hexaquisfosfato fosfohidrolase é uma enzima que desencadeia a libertação do fósforo da molécula através de reacções de defosforilação criando séries menores de esteres de fosfato de mioinositol, por meio da quebra de ligações (Bohn et al., 2007).

A adição de fitase na ração diminui a variabilidade nutricional dos ingredientes e neutraliza os efeitos antinutricionais do fitato, melhorando a qualidade das rações (Sousa et al., 2015). O aumento da digestibilidade de nutrientes usando a fitase, dá-se pela hidrolisação do ácido fítico, disponibilizando nutrientes ligados a esta molécula, como catiões, proteínas, AA's, amido e enzimas (Dourado, 2008; Oliveira et al, 2009; Barros, 2016), reduzindo deste modo os custos de produção, o impacto ambiental e melhorando o desempenho zootécnico dos animais (Plácido, 2019).

Em estudos com a inclusão de fitase, Teixeira (2013) verificou melhor taxa de conversão alimentar e ganho de peso médio nos frangos alimentados com dietas contendo 0,30% de fósforo disponível. Num outro estudo desenvolvido por Brunelli et al. (2012) utilizando uma dieta balanceada segundo as exigências dos frangos de corte, verificou que o desempenho produtivo e o rendimento da carcaça, ganho de peso médio, consumo de ração e a taxa de conversão alimentar, não foi afetada com a suplementação da fitase, em relação a uma dieta isenta de enzimas.

Para Lelis et al. (2010), houve melhorias no coeficiente de digestibilidade e retenção de fósforo, reduzindo a sua excreta e aumentando a composição do fósforo na tibia, quando suplementado a dieta de frangos de corte com fitase. Para Conte et al. (2003), o ganho de peso médio e consumo de ração aumentaram de maneira significativa com a adição de fitase, enquanto a taxa de

conversão alimentar não foi afetada. Os níveis de fitase promoveram aumento linear nos teores de cinzas e fósforo da tibia e não afetaram a deposição de Zinco, Ferro, Molibdênio e Cobre.

ii) Carboidrases

As carboidrases são enzimas responsáveis pela degradação dos carboidratos em partículas mais simples. As enzimas carboidrases são produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, sendo utilizadas para hidrolisar os PNA's, aumentando a digestibilidade dos alimentos como a cevada, o trigo, o centeio, a aveia e o triticale (Conte et al., 2003). Através do rompimento da parede celular dos ingredientes de origem vegetal (Choct et al., 2004), realizam a quebra dos carboidratos em açúcares simples sendo classificadas em enzimas que degradam o amido e os PNA's (Fireman, 1998).

As carboidrases actuam decompondo os PNA's em partículas, perdendo a capacidade de retenção de água. Com a diminuição da sua viscosidade, a acção enzimática sobre o conteúdo que se encontra no intestino, se torna mais eficiente, melhorando deste modo a capacidade de digestão dos nutrientes, aumentando a velocidade de passagem do alimento a nível do intestino, reduzindo a quantidade de água nas fezes (Opalinski et al., 2006).

Em um experimento, Carvalho et al. (2009) observou melhores resultados em taxa de conversão alimentar em dietas com adição de α -amilase e B-glucanase, com redução da energia na dieta, comparativamente a dieta isenta de enzimas em frangos de corte de 1-21 dias de idade.

iii) Amilase

A amilase é uma enzima que decompõe o amido em açúcar (Divakaran et al., 2011), sendo utilizada nas rações com o objetivo de aumentar a eficiência da degradação do amido (Pessôa et al., 2012), decompondo-o em amilose e amilopectina no intestino delgado, levando a aumento na utilização dos nutrientes (Meneghetti, 2013).

As amilases têm a capacidade de hidrolisar o amido sendo classificados em alfa-amilases (endoamilases), beta-amilases (exoamilases) e gluco-amilases (amiloglucosidases). A alfa-amilase é a mais utilizada para alimentação animal, sendo muito eficiente e fragmenta polímeros

de amido em estruturas menores. Outra característica fundamental desta enzima é a termoestabilidade, sobrevivendo a processos térmicos, como os de peletização (Krabbe & Lorandi, 2014).

Conte et al. (2003) observou em sua pesquisa que a digestibilidade do amido aumenta quando a dieta é suplementada com uma amilase através do aumento energético de alimentos ricos em amido, como o milho, ingrediente muito utilizado na produção de frangos. E num experimento desenvolvido por Carvalho et al. (2009) com frangos de corte, observou os seguintes resultados: a taxa de conversão alimentar foi melhor em dieta com adição de α -amilase e β -glucanase com redução da energia da dieta em comparação a dieta sem a suplementação de enzimas em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. As médias não diferiram estatisticamente do controle positivo e, portanto, a adição dos complexos enzimáticos em dietas com redução de 3% da EM melhora o desempenho produtivo dos frangos de corte de 1 a 21 dias.

iv) **Xilanases**

As xilanases são bio-polímeros compostos por unidades de D-xilopirasil unidas por ligações β -1,4, com graus variados de substituição, encontrados em abundância nas paredes celulares em tecidos vegetais (Adeola et al., 2010).

As xilanases são responsáveis pela hidrólise das ligações β -1,4 da xilana vegetal, que é um componente da hemicelulose (Lopes, 2010). Elas actuam diminuindo os efeitos antinutricionais dos PNA's via redução da viscosidade da dieta. Outros mecanismos de acção desta enzima é o aumento da despolimerização dos arabinoxilanos em componentes de menor peso molecular, assim como a elevação da disponibilidade de nutrientes devido à hidrólise de PNA's insolúveis encontrados na parede celular. Os efeitos são mais destacados em dietas contendo trigo, centeio e cevada (Silva, et al. 2016). Além de aumentar a digestão de xilanos e arabinoxilanos (Barros, 2016), auxilia no acesso da fitase ao fitato armazenado na membrana da parede celular, melhorando o aproveitamento do fósforo e da energia (Dourado, 2008).

A suplementação com amilase e xilanase aumenta a digestibilidade do amido no jejuno e íleo em 3,5% e 2,4%, respectivamente, aumentando o desempenho de crescimento, a utilização da energia e digestibilidade do amido em frangos. Os animais apresentaram maior e menor taxa de

conversão alimentar, quando comparados aos frangos que receberam dietas sem carboidratos de 14 a 25 dias de idade (Stefanello et al., 2016).

Para Conte et al. (2003) adicionar xilanase na dieta de frangos, não afeta significativamente o ganho de peso médio e consumo de ração, mas, melhora de forma significativa a taxa de conversão alimentar, em função de menor consumo de ração aos frangos que foram suplementadas por xilanases.

v) **Proteases**

As proteases são enzimas responsáveis pela catálise das ligações peptídicas entre os AA's das proteínas. O conjunto destas enzimas formam a família das hidrolases. São enzimas endógenas classificadas como endopeptidases ou exopeptidases (Cancelli, 2017), de acordo com a posição da ligação peptídica a ser quebrada na cadeia polipeptídica. A diferença entre elas é que as exopeptidases quebram as ligações peptídicas próximas ao agrupamento amino-terminal (Teixeira, 2013). As endopeptidases, por outro lado, quebram as ligações peptídicas dentro da molécula, ou seja, distantes do grupo terminal do substrato, podendo ainda ser subdivididas em serina proteases, cisteína protease, aspártica protease ou metaloprotease (Moreira et al., 2004). Os monogástricos produzem proteases digestivas como pepsina, tripsina e quimiotripsina e carboxipeptidases (Oliveira, 2014). São responsáveis pela catálise das ligações peptídicas entre os AA's das proteínas e sua utilização inativa fatores antinutricionais dos alimentos (Cowieson et al., 2006), a qual através da suplementação de forma exógena podem aumentar a disponibilidade de AA's, colaborando com a EM das rações e, aprimorando o desempenho zootécnico dos animais e reduzindo o custo de produção (Meneghetti, 2013). Lima et al. (2007) afirmam que a suplementação exógena de protease pode melhorar o valor nutricional dos alimentos, através da quebra de proteínas resistentes ao processo digestivo, possibilitando a redução de alguns AA's e minerais na dieta. As proteases são utilizadas para reduzir os níveis de inibidores de tripsina e lectinas, melhorando a digestibilidade da proteína (Barletta, 2010) e, assim, permitir uma melhor utilização do nitrogênio.

Quando os animais utilizam melhor as fontes de nitrogênio, existe a possibilidade de diminuir o teor de proteína da dieta e, por sua vez, também reduzir o teor de nitrogênio nas excretas (Oxenboll et al., 2011). A proteína é considerada o ingrediente mais oneroso na produção de

ração e diante disso a adição de proteases exógenas melhoram o valor nutricional através da quebra de proteínas resistentes ao processo digestivo (Torres et al., 2003).

A suplementação com enzimas exógenas reduz a síntese das endógenas e, em resposta disso, o organismo tem à disposição maior quantidade de AA's para a síntese proteica (Lima et al., 2007).

Num experimento em que usou-se o milho, farelo de soja e óleo de soja como ingredientes principais da ração, com adição de fitase e inclusão de diferentes níveis de protease, observou-se que a alimentação com maior inclusão de protease resultou em melhor taxa de conversão alimentar, porém, o ganho de peso médio e o consumo de ração diminuíram, além de que foi possível obter uma melhora da digestibilidade do fósforo e cálcio (Cancelli, 2017). Para Oxenboll et al. (2011), a adição de protease exógena em dietas de frangos de corte proporcionou maior digestibilidade dos alimentos, pois aumenta a quebra das frações proteicas, tornando mais eficiente a utilização do nitrogênio, resultando em melhor valor nutricional da dieta, desempenho produtivo e rendimento de carcaça, permitindo inclusive, a redução dos níveis de AA's essenciais ou PB da dieta, tornando as rações mais eficientes e reduzindo a excreção de nitrogênio para o ambiente.

8.2.2. Complexos enzimáticos

Para cada enzima existe o seu factor antinutricional específico como alvo presente na dieta. Desta feita, faz-se a combinação de enzimas para que uma maior quantidade de energia e nutrientes sejam libertados, comparativamente a uma enzima isolada (Barletta, 2010). A estes produtos formados por combinação de enzimas, dá-se o nome de complexo enzimático (Barbosa *et al.*, 2014),

Utilizando uma suplementação enzimática de fitase e complexo enzimático de amilase, xilanase e proteases em dieta de frangos de corte, com níveis nutricionais reduzidos, Barbosa *et al.* (2014), obteve aumento de 5,57% na energia digerível aparente, com base na matéria seca (MS), e de 6,30% com base na matéria natural, em frangos com 22 dias de idade. Enquanto para frangos com 42 dias de idade, os aumentos foram de 7,33% no coeficiente de digestibilidade da PB e 8,99% na Energia Digerível Aparente, com base na MS, e de 8,09% com base na matéria

natural. Em outro experimento realizado por Souza *et al.* (2008), analisou-se o efeito do complexo enzimático composto de xilanase, B-glucanase, a-galactosidase e galactomanase sobre o desempenho produtivo e rendimento de carcaça de frangos de corte e observaram que a EM, tanto do milho como da farinha de soja, foi aumentado em 2 e 9%, respectivamente. Adicionalmente, a digestibilidade de AA's aumentou em 4%, para ambos os ingredientes, na presença do complexo enzimático, sem prejuízo do desempenho produtivo dos frangos.

Num experimento com níveis nutricionais reduzidos e adição de complexo enzimático, o consumo de ração e o ganho de peso médio foram 6,1%; 9,8% e 10,2% maiores comparados ao grupo sem adição de enzimas, e a taxa de conversão alimentar foi melhor 3,4% em comparação ao grupo sem suplementação enzimática (Barbosa *et al.*, 2014).

A suplementação com complexo enzimático composto de xilanase, a glucanase, mananase, pectinase e protease, em dietas formuladas com soja integral desativada demonstrou aumento no consumo de ração e no ganho de peso médio em comparação com a dieta sem suplementação (Opalinski *et al* 2006).

Os alimentos utilizados em dietas de frangos de corte apresentam diferentes factores antinutricionais, que podem ser minimizados através da suplementação de enzimas exógenas. A utilização destas enzimas em dietas de frangos de corte podem também promover a redução dos custos da alimentação por meio da redução da utilização de ingredientes onerosos. E para além disso, pode melhorar o aproveitamento dos nutrientes, gerando menor excreção destes nutrientes ao solo (Plácido, 2019).

8.3.Sêmea de Trigo

A sêmea de trigo é um subproduto de cereal obtido da moagem a seco do trigo para a farinha, entretanto os animais monogástricos, como frangos, produzem enzimas endógenas limitadas que hidrolisam os polissacáridos não-amiláceos (PNA's) associados a alimentos ricos em fibras.

Os factores antinutricionais são aqueles que encontrados em alimentos *in natura*, gerados pelo metabolismo normal da espécie da qual o material origina e, por diversos mecanismos, exercem efeitos contrários a nutrição adequada, como a decomposição ou inactivação de alguns nutrientes, diminuição digestiva ou metabólica do alimento (Cousins, 1999). Este termo usa-se

para descrever compostos ou classes encontradas nos alimentos de origem vegetal que, quando consumidos, reduzem o valor nutritivo dos alimentos (Plácido, 2019).

O milho e a farinha de soja carecem de uma atenção mais delicada, devido a sua maior importância na utilização em dietas de frangos de corte. Para cada alimento, existe o seu tipo de factor anti nutricional. No milho por exemplo, podem ser detectados os seguintes factores antinutricionais: fitato, amido resistente e lectinas.

Os PNA's são elementos presentes na parede celular de alimentos de origem vegetal (Pereira *et al.*, 2015) em forma de celulosa, hemicelulose, quitina e pectina, que podem interferir negativamente no desempenho produtivo dos animais – por não poder ser degradadas pelas enzimas endógenas (Campestrini *et al.*, 2005). Os PNA's estão presentes em ingredientes utilizados na formulação de ração para frangos de corte em quantidades significativas, visto que é comum a utilização de milho e soja na formulação destas rações (Rios, 2015).

Os PNA's podem ser classificados como solúveis e insolúveis. As fibras solúveis são compostas por hemiceluloses que, no intestino, promove aumento da viscosidade da digesta através da absorção de grandes quantidades de água, formando uma substância gelatinosa que diminui a digestibilidade e aumenta o tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal, alterando deste modo a absorção dos nutrientes e diminuindo o desempenho zootécnico dos frangos (Conte *et al.*, 2003).

Os PNA's insolúveis são um grupo de fibras formado por três diferentes tipos de polissacáridos: as celulosas, as ligninas e algumas hemiceluloses. Além de possuírem uma baixa digestibilidade aos animais monogástricos, estas fibras são ainda capazes de reduzir a digestibilidade de outros nutrientes (Andriguetto *et al.*, 2002).

No caso específico do trigo e da sêmea de trigo, os principais PNA's presentes são os arabinoxilanos. Estes compostos têm a particularidade de aumentar a viscosidade do quimo (a digesta), criando uma rede gelatinosa no lúmen intestinal. Esta viscosidade atua como uma barreira física que impede que as enzimas digestivas naturais da ave (como a amilase e a protease) entrem em contacto com os nutrientes. Além disso, esta "gelatina" captura nutrientes e água, resultando em fezes mais húmidas e uma menor eficiência de conversão alimentar. É precisamente por esta razão que a inclusão de sêmea de trigo em dietas de monogástricos exige a suplementação com enzimas, que são capazes de hidrolisar estas cadeias complexas e "quebrar"

a viscosidade, libertando a energia e os nutrientes aprisionados (Choct, 2004; Slominski, 2011). O excesso de PNA's insolúveis na dieta pode prejudicar o aproveitamento dos demais nutrientes da ração, devido a redução de acção de enzimas sobre a digesta, diminuindo deste modo a digestibilidade dos nutrientes (Warpechowski, 1996).

A utilização das enzimas exógenas em dietas de frangos de corte beneficia na libertação de fósforo disponível na hidrólise do fitato, eliminação do grânulo resistente das paredes celulares dos ingredientes, hidrólise de ligações proteína-hidrato de carbono (lectina) que alteram a disponibilidade de AA's e a eliminação de propriedades antinutritivas incluindo os PNA's (Slominski, 2011).

No entanto, a utilização de enzimas exógenas que degradem os PNA's, nas dietas de frangos de corte, pode ser justificada pela interferência desses PNA's no processo digestivo dos frangos (Meneghetti, 2013).

8.4.Sêmea de trigo e Enzimas exógenas

A utilização de subprodutos de cereais em dietas animais pode ser uma opção para alcançar a nutrição animal sustentável Pluske e Lindemann, (1998). A inclusão de um nível substancial de sêmea de trigo nas dietas de frangos de corte pode ajudar a reduzir o custo da ração Osei e Oduro, (2000). Nas últimas décadas, as enzimas de alimentação exógenas provaram ser uma ferramenta útil para aumentar a inclusão de alimentos ricos em fibras em dietas de monogástricos Adeola e Cowieson, (2011).

Num experimento realizado por Daymeh *et al.* (2013), em que se estudava os efeitos de diferentes inclusões de sêmea de trigo nas dietas de frangos de corte com ou sem enzimas, mostrou-se que a inclusão da sêmea de trigo teve efeito significativo nas características de desempenho produtivo e mostrou aumento no peso da moela e gordura abdominal. Houve também melhoria no ganho de peso médio e na taxa de conversão alimentar.

Dietas a base de sêmea de trigo suplementadas com enzimas favorecem, de forma significativa, a produção *in vivo* de polissacarídeo (arabinoxilanos) com benefícios nutricionais em frangos de corte (Salami *et al.*, 2018). Wang *et al.* (2005) verificaram que ao se aumentar as concentrações de enzimas xilanase e glucanase, em dietas à base de trigo, o ganho de peso médio diário, o consumo diário de ração e a taxa de conversão alimentar melhoraram dos 7 aos 21 dias. Dos 22

aos 42 dias, o peso final e o ganho de peso diário aumentaram linearmente; da mesma forma, dos 7 aos 42 dias houve aumento linear no ganho de peso médio e melhoria na taxa conversão alimentar com o aumento da suplementação enzimática. Wang *et al.* (2005) e Courtin *et al.* (2008) verificaram que aumentos da concentração enzimática em dietas à base de trigo melhoraram nos seguintes parâmetros produtivos: o ganho de peso médio diário, o consumo diário de ração e a taxa de conversão alimentar.

Num experimento em que Salami *et al.* (2018) estudaram a inclusão da sêmea de trigo com diferentes classes de enzimas exógenas, observou-se que nem parâmetros de desempenho de consumo de ração, ganho de peso médio, taxa de conversão alimentar e benefício econômico foram afetados pela interação entre dietas e enzimas. A inclusão de carboidrase e enzima hidrolítica em dieta à base de sêmea de trigo de 20% pode ser economicamente útil para melhorar a retenção de fósforo em frangos de corte, com potencial benefício para reduzir as perdas de fósforo para o meio ambiente. Em conclusão, as inclusões de enzimas na dieta à base de sêmea de trigo melhoraram os valores de EM da sêmea de trigo e retenção de nutrientes em frangos de corte, embora o desempenho produtivo dos frangos não tenha sido afetado.

O benefício econômico de dietas suplementadas com enzimas exógenas pode ser aumentado incorporando alimentos alternativos de baixo custo, como a sêmea de trigo. No entanto, os subprodutos de cereais são altamente variáveis em seu conteúdo de EM, portanto, mais estudos são recomendados para esclarecer melhor os resultados obtidos através de estudos já feitos (Salami *et al.*, 2018).

8.5.Fisiologia Digestiva do Pinto na Fase de Iniciação

A fase de iniciação, que compreende especialmente os primeiros 7 a 10 dias de vida, é o período mais crítico para o desenvolvimento do frango de corte. Neste estágio, embora o sistema digestivo esteja anatomicamente completo, a sua funcionalidade fisiológica é ainda imatura. A capacidade do pinto jovem em secretar enzimas endógenas, como a amilase e a protease, é limitada e atinge o seu potencial máximo apenas por volta dos 21 dias de idade (Noy & Sklan, 1995; Uni *et al.*, 1999).

Esta imaturidade enzimática torna as aves jovens particularmente sensíveis à qualidade da dieta. Quando se introduzem ingredientes com maior teor de fibra e factores antinutricionais, a dificuldade em digerir nutrientes aumenta drasticamente. A presença de Polissacáridos Não Amiláceos (PNA's) nesta fase pode causar um "atraso" no crescimento, uma vez que a ave não possui enzimas limitadas necessárias para hidrolisar estas estruturas complexas (Rostagno *et al.*, 2011; Meneghetti, 2013).

Neste contexto, a suplementação com enzimas exógenas torna-se uma ferramenta estratégica indispensável. Ao fornecer enzimas prontas na ração, compensa-se a deficiência temporária da ave, permitindo que o pinto jovem degrade a sêmea de trigo de forma eficiente desde o primeiro dia de vida (Angel *et al.*, 2011). Isso garante que a transição nutricional para dietas alternativas não comprometa o arranque do lote, otimizando a saúde intestinal e garantindo que o potencial genético de crescimento seja alcançado, ao mesmo tempo que se reduz o custo da dieta (Teixeira, 2013; Plácido, 2019).

8.6. Composição Nutricional Comparativa: Milho Amarelo vs. Sêmea de Trigo

A tabela abaixo ilustra as diferenças fundamentais entre o ingrediente energético convencional (milho) e o subproduto utilizado neste estudo (sêmea de trigo), destacando os pontos onde a suplementação enzimática se torna necessária.

Tabela 1: Composição nutricional do milho amarelo e da sêmea de trigo (com base na matéria seca)

Nutriente	Milho Amarelo	Sêmea de Trigo	Diferença Relativa
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.381	1.300 - 1.850	Menor Energia
Proteína Bruta (%)	7,88	15,3	Maior Proteína
Fibra Bruta (%)	1,73	8,5	Muito Superior
Fósforo Total (%)	0,24	1,15	Maior Fósforo (Fitato)
Extrato Etéreo (%)	3,65	4,1	Semelhante

Fonte: Adaptado de Rostagno *et al.* (2011) e NRC (1994).

- Como se observa na Tabela 1, a sêmea de trigo apresenta um teor de fibra bruta aproximadamente cinco vezes superior ao milho, o que impõe barreiras físicas à digestão, validando a necessidade da inclusão de enzimas como: enzimáticos amilase, xilanase, pectinase, protease, B-glucanase, mananase, celulase, fitase e galactosidase.

para manter o desempenho zootécnico.

9. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido numa quinta experimental situada no distrito de Marracuene durante 35 dias, Província de Maputo, Moçambique. Foram utilizados 300 pintos de um dia, não *sexados*, da linhagem Ross 308, provenientes de uma incubadora comercial certificada. Os pintos foram pesados à chegada e distribuídos em grupos aleatórios em seis (6) tratamentos, sendo cada tratamento composto por 50 aves, com densidade de alojamento fixada em 10 pintos/m², as aves recebiam água e ração sempre que acabava, os bebedouros e comedouros eram retirados e lavados todos os dias.

O alojamento consistiu num pavilhão coberto, com ventilação natural e iluminação artificial suplementar. A cama utilizada foi serradura de madeira limpa e seca, renovada conforme necessidade para manter as condições higiénicas. O aquecimento foi garantido através de lâmpadas infravermelhas de 250W (Power Track, China), instaladas na proporção de uma lâmpada para cada 50 pintos, sendo reforçado durante o período noturno por aquecimento a carvão orgânico, a fim de manter uma temperatura adequada para o conforto e desenvolvimento inicial das aves.

O manejo foi realizado diariamente, incluindo limpeza das áreas, verificação da quantidade de água e ração, e monitorização das condições ambientais. A água e a ração foram fornecidas *ad libitum*, assegurando disponibilidade constante durante todo o período experimental.

Plano Experimental e Dietas

Do 1º ao 21º dia de idade, cada grupo recebeu a sua ração experimental de iniciação. A partir do 22º até ao 35º dia de idade, todas as aves receberam uma ração de crescimento padrão, formulada de acordo com as exigências nutricionais recomendadas para frangos de corte Ross 308.

As rações foram produzidas no próprio terreno geralmente utilizado para os animais de produção unidade experimental, utilizando matérias-primas locais e aditivos enzimáticos específicos, conforme o desenho experimental. As quantidades fornecidas foram controladas e registradas diariamente para posterior análise do consumo de ração.

Foram delineados seis tratamentos experimentais (T1 a T6), cada um com formulações específicas de ingredientes, visando avaliar os efeitos da substituição parcial do milho amarelo pela sêmea de trigo, bem como da suplementação com enzimas exógenas e aminoácidos essenciais.

- Tratamento 1 (T1) consistiu no fornecimento exclusivo de uma ração comercial inicial (75 kg), servindo como controle positivo, pois representa a dieta balanceada convencional já utilizada na produção avícola.
- Tratamento 2 (T2) foi formulado à base de 30 kg de concentrado e 45 kg de milho amarelo, totalizando 75 kg de dieta, sem inclusão de aditivos.
- Tratamento 3 (T3) utilizou a mesma formulação de T2, porém com a adição de enzimas exógenas (Progest® Complex, 38 g). O objetivo foi avaliar o potencial das enzimas na melhoria da digestibilidade dos nutrientes, especialmente da fibra, promovendo melhor aproveitamento energético e proteico.
- Tratamento 4 (T4) incluiu 30 kg de concentrado, 41,3 kg de milho e 3,75 kg de sêmea de trigo, além da adição de 38 g de enzimas exógenas. Este tratamento foi estruturado para estudar o efeito da inclusão de 5% de sêmea de trigo na dieta, associada ao uso de enzimas para reduzir possíveis efeitos antinutricionais e melhorar a biodisponibilidade de nutrientes.
- Tratamento 5 (T5) seguiu o mesmo princípio de T4, mas com 10% de inclusão de sêmea de trigo (7,5 kg), mantendo a adição de enzimas. Esse tratamento permitiu avaliar se níveis mais elevados de inclusão desse subproduto poderiam comprometer ou beneficiar o desempenho zootécnico e a utilização de nutrientes.
- Tratamento 6 (T6) apresentou uma formulação diferenciada, composta por 21,8 kg de concentrado, 53,3 kg de milho amarelo, suplementada com enzimas exógenas (38 g) e aminoácidos essenciais (lisina 0,17%, metionina 0,07% e treonina 0,17%). Esse tratamento foi formulado para testar a hipótese de que a restrição proteica (18% PB)

suplementada com aminoácidos essenciais poderia reduzir a excreção de nitrogénio no ambiente, sem comprometer o desempenho produtivo.

Condições Ambientais

Durante o período experimental, a condição de temperatura era controlada regularmente por termómetro pendurado no centro do aviário, humidade através do estado da cama, A temperatura foi mantida entre 32 °C e 35 °C nos primeiros dias de vida, reduzindo progressivamente para 22 °C a 24 °C até o final do ensaio, de acordo com recomendações técnicas para frangos de corte.

O estudo seguiu as regras de bem-estar animal e ética em experimentação, garantindo que todos os procedimentos foram realizados respeitando as condições de saúde, conforto e integridade física das aves.

Tabela 2: Composição das dietas experimentais na fase inicial (1-21 dias)

Ingredientes (kg)	Quantidades					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Ração	75	0	0	0	0	0
Concentrado	0	30	30	30	30	21,8
Milho amarelo	0	45	45	41,3	37,5	53,3
Sêmea de trigo	0	0	0	3,75	7,5	0
Enzimas exógenas (g)	0	0	38	38	38	38
Lisina (%)	0	0	0	0	0	0,17
Metionina (%)	0	0	0	0	0	0,07
Treonina (%)	0	0	0	0	0	0,17

Proteína (%)	22	22	22	22	22	18
Total (kg)	75	75	75	75	75	75

Legenda: T1 (Dieta Controle); T2 (Concentrado + Milho Amarelo); T3 (T2 + Enzimas); T4 (T3 + Sêmea de Trigo); T5 (T4 + Aumento da Sêmea de Trigo); T6 (T3 + Aminoácidos)

9.1. Enzimas exógenas e Aminoácidos essenciais

O complexo enzimático usado neste estudo, Progest® Complex (BITEK Industries, Africa do Sul), é um concentrado de enzimas em pó cujas principais enzimas são a amilase, xilanase, pectinase, protease, B-glucanase, mananase, celulase, fitase e galactosidase. Este produto hidrolisa pentanosanas, B-glucanas e fitatas em matérias-primas vegetais (BITEK, 2020). Os AA's essenciais que foram usados neste trabalho são a Lisina (Biolys®, EVONIK, Alemanha) Metionina (MetAMINO®, EVONIK, Alemanha) e Treonina (ThreAMINO®, EVONIK, Alemanha).

9.2. Medição de Parâmetros

A coleta de dados iniciou-se logo no primeiro dia do ensaio, com a pesagem inicial dos pintos de cada unidade experimental. Para tal, foram selecionados cinquenta (50) pintos por grupo, os quais eram colocados cuidadosamente em sacos, pesados em conjunto, registrados e, em seguida, redistribuídos nos seus respectivos. Esse procedimento foi repetido para todos os tratamentos.

Durante os 35 dias do experimento, monitoraram-se os seguintes parâmetros zootécnicos: consumo médio de ração (CMR), ganho de peso médio (GPM), conversão alimentar (CA) e ganho médio diário (GMD).

9.2.1. Consumo médio de ração (CMR)

O cálculo do CMR baseou-se na diferença entre a quantidade total de ração fornecida e as sobras recolhidas nos comedouros em cada grupo. Assim, obteve-se a seguinte fórmula:

CMR = Ração fornecida – Sobra de ração

9.2.2. Conversão Alimentar (CA)

Para determinar a conversão alimentar, calculou-se primeiro o consumo médio de ração por ave e o ganho de peso médio. A CA foi então obtida pela razão entre esses dois valores, conforme a expressão:

$$CA = \frac{\text{Consumo Médio de Ração (g)}}{\text{Ganho de Peso Médio (g)}}$$

9.2.3. Ganho Médio Diário (GMD)

O GMD foi estimado a partir da variação de peso corporal ao longo do período experimental, dividido pelo número de dias de criação, de acordo com a seguinte equação:

$$GMD = \frac{\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}}{\text{N}^\circ \text{ de dias}}$$

9.2.4. Análise Bio-económica

O custo das dietas (MT/tonelada) foi calculado considerando todos os ingredientes incluídos nas formulações, incluindo as enzimas exógenas e aminoácidos essenciais. A viabilidade económica foi avaliada através do custo de ração por quilograma de peso vivo, obtido multiplicando-se o custo unitário da dieta (MT/kg) pela conversão alimentar.

9.2.5. Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), com recurso ao programa SPSS® (versão 25, Windows 10).

9.3. Actividades realizada

9.3.1. Actividades realizadas antes da chegada dos pintos

Antes da chegada das aves, foi realizada a preparação da cama do aviário, utilizando serradura com altura aproximada de 5 cm para evitar contacto directo com o piso. A ração inicial foi distribuída em tabuleiros de fácil acesso e a água suplementada com vitaminas (POWERVIT WSP, *Kepto*, Holanda) fornecida e disponível desde o primeiro dia, sendo fornecida por sete dias consecutivos. Paralelamente, o controlo da temperatura foi feito por meio de termómetro de mercúrio, enquanto o aquecimento do pavilhão era assegurado através de lâmpadas infravermelhas.

9.3.2. Actividades rotineiras

As actividades de maneo no pavilhão experimental foram executadas com rigor diário, iniciando-se invariavelmente às 06h00, visando assegurar a padronização das condições ambientais e o bem-estar das aves. As rotinas foram monitorizadas da seguinte forma:

- **Biossegurança e Controlo sanitário:** Antes de qualquer intervenção, procedia-se à desinfecção obrigatória de calçados no pedilúvio logo à entrada da unidade. O monitoramento sanitário consistia na observação clínica minuciosa do comportamento das aves (agrupamento, actividade e vocalização). Em caso de mortalidade, procedia-se à remoção imediata, registo do peso das aves mortas, depois eram incinerados.
- **Biossegurança e Hidratação:** os bebedouros eram lavados e desinfectados diariamente para prevenir a formação de *biofilmes* e a proliferação de agentes patogénicos. A água foi fornecida *ad libitum*, garantindo-se que estivesse sempre limpa, fresca e em altura ajustada ao crescimento dos pintos para evitar desperdícios e molhamento da cama.
- **Alimentação Pós 21 dias:** A ração foi fornecida *ad libitum* em comedouros tipo tabuleiro (fase inicial) e tubulares (fase de acabamento). Realizou-se a transição gradual da ração

de iniciação (formulada com sêmea de trigo e aditivos) para a ração de crescimento padrão aos 21 dias, evitando-se o *stress* digestivo. As sobras eram pesadas semanalmente para o cálculo preciso da Conversão Alimentar.

- **Ambiência e Maneio da Cama:** para garantir o conforto térmico, a cama de serradura era revolvida com frequência, prevenindo a compactação e o excesso de humidade. O aquecimento foi rigoroso nas três primeiras semanas, utilizando-se lâmpadas infravermelhas e braseiros de carvão vegetal, com monitorização constante via termómetro para manter a curva de temperatura recomendada.
- **Vacinação:** O plano vacinal foi executado para blindar o lote contra as principais patologias regionais. No 7º dia, aplicou-se a vacina combinada contra a Doença de *Newcastle* e Bronquite Infecciosa (BIO-VAC ND-IB, *Fatro*, Itália) via água de beber. Para garantir que todas as aves ingerissem a dose vacinal de forma homogénea, aplicou-se uma restrição hídrica de duas horas antes da distribuição. O protocolo foi completado com a vacinação contra Gumboro Avishield (IBD INT) 14º dia e o reforço de *Newcastle* simples aos 21º dia.

10. RESULTADOS E DISCUSSÃO

10.1. Resultados

Os resultados obtidos até aos 21 dias encontram-se na **Tabela 2**. O peso médio inicial (PMI) foi semelhante entre os grupos, não havendo diferenças significativas ($P>0,05$), o que demonstra homogeneidade no início do ensaio.

No que diz respeito ao **ganho de peso médio (GPM)**, o grupo controle (T1) atingiu 574 g. O T2 (concentrado + milho amarelo) apresentou ganho de peso superior (601 g), representando um aumento de 4,7% em relação ao controle, mas sem diferenças estatísticas significativas ($P>0,05$). O T3 (T2 + enzimas exógenas) apresentou o maior ganho de peso (628 g), sendo 9,4% superior ao grupo controle e diferindo significativamente deste ($P<0,05$). Já o T4 (T3 + sêmea de trigo a 5%) apresentou ganho de peso de 593 g, valor apenas 3,3% acima do controle, sem diferença significativa. O T5 (T4 + maior inclusão de sêmea de trigo) mostrou 581 g, praticamente semelhante ao T1 (diferença de 1,2%). Por fim, o T6 (T3 + aminoácidos com menor proteína bruta) apresentou o pior resultado, com 511 g, o que corresponde a uma redução de 11% em relação ao grupo controle, diferindo significativamente ($P<0,05$).

Em relação ao **consumo médio de ração (CMR)**, o grupo controle (55,33 g) não diferiu dos demais tratamentos ($P>0,05$). Os valores variaram entre 54,35 g (T6) e 59,90 g (T4), demonstrando que a suplementação enzimática ou a inclusão de sêmea de trigo não alteraram significativamente o consumo.

No parâmetro de **conversão alimentar (CA)**, o controle apresentou valor de 2,024. O T2 (2,004) manteve desempenho semelhante, com apenas 1% de melhoria. O T3 destacou-se com a melhor conversão (1,857), o que corresponde a uma redução de 8,3% em relação ao controle, sendo estatisticamente superior ($P<0,05$). O T4 (2,119) e o T5 (2,114) apresentaram piores índices de conversão, 4,7% e 4,4% acima do controle, respectivamente. Já o T6 mostrou a pior eficiência alimentar (2,231), 10,2% inferior ao grupo controle, com diferença significativa ($P<0,05$).

Assim sendo, até aos 21 dias, o T3 foi o tratamento mais eficiente quando comparado ao controle, tanto em ganho de peso como em conversão alimentar. Em contrapartida, o T6 apresentou desempenho significativamente inferior ao controle, confirmando a limitação de dietas com menor teor proteico mesmo suplementadas com aminoácidos.

Tabela 3: Desempenho zootécnico de frangos de corte (1–21 dias) sob diferentes tratamentos dietéticos.

Parâmetros	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PMI	36.2	36.1	35.8	37.7	36.3	36.5
GPM (g)	574 ^{ab}	601 ^a	628 ^a	593 ^a	581 ^a	511 ^b
CMR (g)	55.33	57.4	55.50	59.90	58.53	54.35
CA	2.024	2.004	1.857	2.119	2.114	2.231

^{a-b}: Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem significativamente entre si pelo teste Tukey (P < 0,05) Legenda: peso médio inicial (PMI), ganho de peso médio (GPM), consumo médio de ração (CMR) e conversão alimentar (CA); Legenda: T1 (Dieta Controle); T2 (Concentrado + Milho Amarelo); T3 (T2 + Enzimas); T4 (T3 + Sêmea de Trigo); T5 (T4 + Aumento da Sêmea de Trigo); T6 (T3 + Aminoácidos)

Na **Tabela 4** apresentam-se os valores de peso médio inicial (PMI), ganho de peso médio (GPM), consumo médio de ração (CMR) e conversão alimentar (CA) das aves submetidas aos diferentes tratamentos entre 21 e 35 dias de idade. Os valores de PMI foram semelhantes entre os tratamentos (35,8–37,7 g), confirmando a homogeneidade inicial dos grupos.

Em relação ao **GPM**, observou-se que o tratamento T2 (1,698 g) apresentou desempenho significativamente superior ao controle (T1 = 1,577 g). Resultados próximos foram obtidos nos tratamentos T4 (1,618 g) e T5 (1,605 g), não diferindo estatisticamente de T2. Por outro lado, os tratamentos T3 (1,486 g) e T6 (1,452 g) apresentaram os menores ganhos de peso, inferiores ao controle.

O CMR não diferiu entre os tratamentos, variando entre 84,6 e 85,7 g, o que indica que as diferenças observadas no ganho de peso decorreram da eficiência de utilização da dieta e não do consumo absoluto de ração.

A CA acompanhou os resultados de ganho de peso. O T2 (1,76) apresentou a melhor conversão alimentar, diferindo do controle (1,88) e confirmando maior eficiência no aproveitamento da dieta. Os tratamentos T4 (1,83) e T5 (1,84) mantiveram índices próximos de T2, enquanto T3 (2,01) e T6 (2,05) apresentaram as piores conversões, sem vantagem em relação ao controle.

De modo geral, o tratamento com milho amarelo (T2) destacou-se positivamente, proporcionando maior ganho de peso e melhor conversão alimentar em comparação ao controle. Os tratamentos com inclusão de sêmea de trigo (T4 e T5) apresentaram desempenho intermediário, próximos a T2, enquanto a suplementação isolada com enzimas (T3) ou associada a aminoácidos (T6) não resultou em benefícios para o desempenho das aves.

Tabela 4: Desempenho zootécnico de frangos de corte (21-35 dias) sob diferentes tratamentos dietéticos.

Parametros	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PMI	36.2	36.1	35.8	37.7	36.3	36.5
GPM (g)	1.577 ^{ab}	1.698 ^b	1.486 ^{acd}	1.618 ^{db}	1.605 ^{db}	1.452 ^{ac}
CMR(g)	84.80	85.71	85.71	84.64	84.65	85.26
CA	1.88	1.76	2.01	1.83	1.84	2.05

^{a-b}: Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem significativamente entre si pelo teste Tukey (P < 0,05) Legenda: peso médio inicial (PMI), ganho de peso médio (GPM), consumo médio de ração (CMR) e conversão alimentar (CA); Legenda: T1 (Dieta Controle); T2 (Concentrado + Milho Amarelo); T3 (T2 + Enzimas); T4 (T3 + Sêmea de Trigo); T5 (T4 + Aumento da Sêmea de Trigo); T6 (T3 + Aminoácidos)

Viabilidade Económica

O benefício económico foi estimado através do custo da ração por kg de peso vivo produzido, integrando o custo dos ingredientes e o desempenho das aves. Este indicador permite comparar de forma simples qual dieta oferece maior eficiência produtiva e menor custo de produção.

Tabela 5: Viabilidade económica – 1 a 35 dias

Tratamento	Custo das dietas (MT/Tonelada)	Custo da ração (MT/Kg)	Custo de ração/Kg peso vivo
T1	39.780,00	39,78	64,72
T2	31.743,00	31,74	45,94
T3	30.750,00	30,75	49,07
T4	31.968,00	31,97	48,26
T5	30.960,00	30,96	47,74
T6	28.900,00	28,9	48,92

Tabela 6: Análise comparativa (% diferença vs Dieta Controle — T1)

Tratamento	Diferença Custo/Kg peso vivo (%)
T2	-29,06%
T3	-24,20%
T4	-25,41%
T5	-26,25%
T6	-24,44%

- Melhor custo-benefício: T2 (Custo/Kg peso vivo mais baixo: 45,94 MT) – substituição parcial do milho amarelo por concentrado mostrou-se economicamente vantajosa.
- T3: apesar de apresentar boa performance zootécnica na fase inicial, teve aumento ligeiro do custo relativo em comparação a T2, mas ainda foi economicamente melhor que T1.
- T4 e T5: incluíram sêmea de trigo e enzimas, tendo custos moderados; T4 teve custo ligeiramente superior a T3, T5 ficou intermediário.

- T6: menor custo de ração por Kg (28,90 MT), mas desempenho produtivo mais baixo resultou em custo maior por Kg de peso vivo em relação a T2.
- Controle (T1): custo mais alto por Kg peso vivo (64,72 MT), confirmando que dietas alternativas podem reduzir significativamente o custo de produção.

10.2. Discussão

Os resultados obtidos neste estudo mostram que diferentes estratégias dietéticas — incluindo a inclusão parcial de sêmea de trigo, suplementação com enzimas exógenas e restrição proteica suplementada com aminoácidos essenciais — influenciam significativamente o desempenho zootécnico e o custo de produção em frangos de corte. Estes achados confirmam que intervenções nutricionais bem delineadas podem otimizar a eficiência produtiva e reduzir custos, como já apontado em estudos anteriores (Carvalho, 2012; Sigolo et al., 2017; Adeola & Cowieson, 2011).

Até aos 21 dias, o tratamento T3 (milho amarelo + concentrado + enzimas exógenas) destacou-se pelo maior ganho de peso médio e pela melhor conversão alimentar. Estes resultados corroboram estudos como o de Salami et al. (2018), que observaram melhorias significativas no desempenho produtivo ao suplementar dietas com enzimas. Wang et al. (2005) também relataram que a adição de enzimas em dietas à base de trigo melhora o aproveitamento energético e proteico, refletindo-se em melhor desempenho.

A inclusão parcial de sêmea de trigo (T4 e T5) mostrou desempenho produtivo semelhante ao controle (T1), sem diferenças estatisticamente significativas, mas com impacto económico relevante. Este resultado é congruente ao resultado de Salami *et al.* (2018), que ao alimentar frangos de corte com sêmea de trigo e suplementação de enzimas exógenas, tiveram uma melhoria significativa ($P < 0,05$) no ganho de peso médio dos frangos de corte e teve grande influência na taxa de conversão alimentar. Do mesmo modo, no experimento desenvolvido por Daymeh *et al.* (2013), em que ao incluírem a sêmea de trigo e enzimas exógenas na dieta para frangos de corte, observaram melhorias significativas no consumo de ração, ganho de peso médio e taxa de conversão alimentar ($P < 0,05$).

Ao analisar o efeito de dietas contendo sêmea de trigo suplementadas com enzimas exógenas, Wang et al. (2005) reportaram melhorias significativas no ganho de peso diário, no consumo médio diário de ração e na taxa de conversão alimentar durante o período dos 7 aos 21 dias de idade. Entre os 22 e os 42 dias, observaram um aumento linear tanto no peso final como no ganho de peso diário. De forma consistente, outros autores, como Wang et al. (2005) e Courtin et al. (2008), verificaram que a elevação da concentração enzimática em dietas à base de trigo

promoveu melhorias notáveis em parâmetros zootécnicos, incluindo ganho de peso médio diário, consumo médio de ração e eficiência alimentar. Estes achados reforçam os resultados obtidos neste estudo, evidenciando que a combinação de sêmea de trigo com enzimas exógenas (T5) representa uma estratégia eficaz para otimizar o desempenho produtivo de frangos de corte. Além disso, a sêmea de trigo é abundante em Moçambique, sendo um subproduto acessível e barato, o que torna a sua inclusão uma estratégia potencialmente ótima para reduzir custos de produção na avicultura local.

O tratamento T6 (restrição proteica suplementada com aminoácidos essenciais) apresentou desempenho significativamente inferior ao controlo, tanto em ganho de peso como em conversão alimentar. Este resultado confirma alertas da literatura (NRC, 1999), segundo os quais restrições proteicas podem comprometer o desempenho, mesmo quando suplementadas com aminoácidos essenciais. Adeola & Cowieson (2011) reforçam que dietas com baixo teor proteico requerem formulação cuidadosa para manter a eficiência produtiva.

Benefícios económicos e ambientais

A análise económica demonstrou que todos os tratamentos alternativos apresentaram redução do custo de ração por kg de peso vivo em relação ao controlo. O T2 apresentou a redução mais acentuada (-29,06%), seguido dos tratamentos com sêmea de trigo e enzimas (T4 e T5), que também mostraram ganhos importantes. Estes resultados confirmam estudos como Santos et al. (2015), que evidenciaram que a utilização de subprodutos locais pode otimizar o custo de produção.

A restrição proteica (T6) pode trazer benefícios ambientais ao reduzir a excreção de nitrogénio e diminuir a poluição ambiental (Newton et al., 2011). No entanto, no presente estudo, estes ganhos ambientais não compensaram o menor desempenho produtivo, o que limita a viabilidade económica desta abordagem sem optimizações adicionais.

Implicações práticas

Para produtores moçambicanos, a inclusão parcial de sêmea de trigo, sobretudo quando combinada com enzimas exógenas, revela-se uma estratégia promissora para otimizar o desempenho produtivo e reduzir custos. Considerando que a sêmea de trigo é um recurso abundante e económico em Moçambique, esta prática pode aumentar a sustentabilidade e a rentabilidade da produção avícola. Por outro lado, a restrição proteica (T6) exige formulação muito cuidadosa para não comprometer o desempenho, sendo necessária avaliação económica e técnica antes da sua implementação.

O estudo confirma que a otimização nutricional — através da inclusão de ingredientes locais como a sêmea de trigo e da suplementação enzimática — pode reduzir custos e melhorar a eficiência produtiva na avicultura. Estratégias como as aplicadas em T3, T4 e T5 mostraram-se economicamente vantajosas, mantendo desempenho adequado. A restrição proteica (T6) apresenta potencial ambiental, mas exige maior otimização para garantir viabilidade económica e produtiva, conforme evidenciado em estudos anteriores (Carvalho, 2012; Sigolo et al., 2017; Salami et al., 2018; Adeola & Cowieson, 2011; NRC, 1999).

11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

11.1. Conclusões

Com base nos resultados obtidos sob as condições experimentais deste estudo, conclui-se que:

- **Eficácia Enzimática na Fase Crítica:** A suplementação com complexos enzimáticos exógenos (T3) constitui uma ferramenta estratégica fundamental na fase de iniciação (1-21 dias), pois compensa a imaturidade fisiológica do trato gastrointestinal do pinto, resultando num ganho de peso superior e numa conversão alimentar otimizada em comparação com a dieta convencional.
- **Viabilidade da Sêmea de Trigo:** A substituição parcial do milho amarelo por sêmea de trigo (até 10% de inclusão) associada a enzimas é tecnicamente viável. Esta estratégia não compromete o desempenho zootécnico final das aves e permite o aproveitamento de um subproduto industrial abundante e acessível no mercado moçambicano.
- **Eficiência Bioeconómica:** O tratamento composto por milho e concentrado (T2) revelou-se a estratégia de maior rentabilidade económica, proporcionando uma redução expressiva de 29,06% no custo de produção por quilograma de peso vivo. Este dado confirma que a optimização da dieta base pode ser mais impactante financeiramente do que o uso de rações comerciais pré-formuladas de alto custo.
- **Limites da Restrição Proteica:** A redução drástica do teor de proteína bruta para 18% (T6), mesmo quando suplementada com aminoácidos essenciais sintéticos, é insuficiente para sustentar o potencial genético de crescimento da linhagem Ross 308 na fase inicial, resultando em quebras de desempenho que inviabilizam a sua aplicação prática sem ajustes adicionais na densidade de outros nutrientes.

11.2. Recomendações

- **Uso de Recursos Locais:** Incentivar a inclusão de sêmea de trigo combinada com enzimas, aproveitando este subproduto abundante em Moçambique para reduzir drasticamente os custos de produção.
- **Foco na Rentabilidade:** Priorizar dietas baseadas nos modelos T2 e T5, que provaram aliar um desempenho produtivo satisfatório com a melhor viabilidade económica (redução de até 29,06% no custo).
- **Cuidado Nutricional:** Evitar restrições proteicas severas (como no T6) sem um equilíbrio rigoroso de aminoácidos, para não comprometer o arranque do lote.
- **Investigação Futura:** Promover estudos que quantifiquem o impacto ambiental da redução de nitrogénio nas fezes, buscando um equilíbrio entre ecologia e lucro.
- **Sustentabilidade:** Adotar estas estratégias no contexto nacional para tornar a avicultura moçambicana mais resiliente, rentável e menos dependente de insumos importados caros.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adeola, O., Jendza, J. A., Southern, L. L., Powell, S., Owusu-Asiedu, (2010). Contribution of Exogenous Dietary Carbohydrases to the Metabolizable Energy Value of Corn Distillers Grains for Broiler Chickens. *Poultry Science*. 1947- 1954.
- Adeola, O., Cowieson, A. J. (2011). Boardinvited Review: Opportunities And Challenges In Using Exogenous Enzymes To Improve Non Ruminant Animal Production. *Animal Science*. 89:3189-3218.
- Aftab, U., Ashraf, M., Jiang, Z. (2006). Low Protein Diets for Broilers. *World's Poultry Science Journal*. v. 6.2. p. 688 – 698.
- Angel, R.; Saylor, W.; Vieira, S. L.; Ward, N. (2011). Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day-old broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 20, n. 3, p. 333-344.
- Alleman, F., Leclercq, B. (1997). Effects of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. *British Poultry Science*. v.38, p.607-610.
- Andriquetto, J. M., Perly, L., Minardi, I., Gemael, A., Flemming, J. S., Souza, G. A., Filho, A. B. (2002). *Nutrição Animal*. São Paulo: Nobel. v.1, p.396.
- Barbosa, N. A. A. (2014). Digestibilidade ileal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com enzimas exógenas. *Comunicata Scientiae*, v.5, p.361-369.
- Barletta, A. (2010) Introduction: Current Market and Expected Developments *Enzymes in farm animal nutrition*. No.Ed.2 p.1-11
- Barros, V. R. S. M. (2016) Avaliação Nutricional da Fitase e Suas Interações Para Frangos de Corte; Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- Bohn, L., Josefsen, L., Meyer, A., Rasmussen, S. (2007). Quantitative Analysis of Phytate Globoids Isolated from Wheat Bran and Characterization of Their Sequential Dephosphorylation by Wheat Phytase. *Journal of Agriculture Food Chemical*. 55, 18, 7547 – 7552.
- Brunelli, S., Waine J., Bridi, A., Fonseca, N., Abércio C., Oba, A. (2012). Efeito da fitase sobre a performance e qualidade da carne em frangos de corte. *Ciências Agrárias*. v. 33, núm. 2, pp. 3279-3286.

- Campestrini, E., Silva, V., Appelt, M. (2005). Utilização de enzimas na alimentação animal; *Revista Electronica Nutritime*. v.2, nº6, p.259-272.
- Cancelli, T. (2017). Protease Em Dietas Para Frango De Corte. Universidade Federal do Paraná, Sector de Ciências Agrárias.
- Carvalho, H. B. (2012). Redução da proteína bruta e suplementação de aminoácidos das dietas na produção de frangos de corte; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; 79p.
- Carvalho, J. C. (2009). Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*.
- Choct, M., Kocher, A., Waters, D., Pettersson, D., Ross, G. (2004). A Comparison of Three Xylanases on the Nutritive Value of Two Wheats for Broiler Chickens; *British Journal of Nutrition*, v. 92.
- Conte, A. J., Teixeira, A. S., Fialho, E. T., Schoulten, N. A., Bertechini, A. G. (2003). Effect of Phytase and Xylanase on the Performance and Bone Characteristics of Broiler Chicks Fed Diets with Rice Bran. *Brasilia*. v.32, p.1147-1156.
- Courtin, C., Broekaert, W., Swenne, K., Lescroart, O., Onagbesan, O., Buyse, J., Decuypere, W., Morzorati, M., Verstraete, W., Huyghebaert, G., Delcour, J. (2008). Dietary Inclusion of Wheat Bran Arabinoxyloligosaccharides Induces Beneficial Nutritional Effects in Chickens. v.85.
- Cousins, B. (1999). Enzimas na nutrição de aves. In: Simpósio Internacional Acav Embrapa Sobre Nutrição de Aves, 1., Concórdia, SC. Anais. Concórdia: Embrapacnpsa, 1999. P.115-129.
- Cowieson, A. J., Hruby, M., Pierson, E. E. M. (2006). Evolving Enzyme Technology: Impact on Commercial Poultry Nutrition. *Nutrition Research, Reviews*, v.19, p. 90-103.
- Daymeh, S., Afzali, N., Bashtani, M. (2013). Effect of Different Levels of Wheat Bran with and Without Enzyme on Growth Performance and Carcass Traits of Broiler Chickens; *Animal Science Researches*. v. 23.
- Divakaran, D., Chandran, A., Chandran, P. (2011). Comparative Study on Production of α -Amylase from *Bacillus Licheniformis* Strains; *Brazilian Journal of Microbiology*. 42: 1397-1404.

- Dourado, L. R. B. (2008). Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte; Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
- FAO. (2006). Food and Agriculture Organization. Production poultry.
- Garcês, A. Martins, I. (2006). Texto de apoio de avicultura e cunicultura; Maputo: Universidade Eduardo Mondlane; Departamento de Produção Animal;
- Garcia, E. R. M. Murakami, A. E. Branco, A. F. (2000). Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.5, p.1414-1426.
- Hou, Y. Wu, G. (2017). Aminoácidos nutricionalmente não essenciais: um termo impróprio nas ciências da nutrição. *Adv Nutr* 2017.
- Junior, V. R., Ribeiro, C. L. N., Messias, R. K. G., Rocha, T. C. (2015). Nutritional Importance of Enzyme Phytase in Animal Nutrition. v.12, p.4.
- Krabbe, E. L., Lorandi, S. (2014). Atualidades e tendências no uso de enzimas na nutrição de aves. *In: Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Congresso Latino-Americano de nutrição animal.*
- Lima, M., Silva, J., Araujo, J., Lima, C., Oliveira, E. (2007). Exogenous Enzymes In Feeding Chickens; *Acta Veterinaria Brasilica*. v.1, n.4, p.99-110.
- Lelis, G., Albino, L., Silva, C., Rostagno, H., Gomes, P., Borsatto, C. (2010). Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 1768-1773.
- Lopes, F. P. (2010). Otimização Da Produção De Xilanase Por Levedura Silvestre. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- Mendoza, M. O. B., Costa, P. T. C., Katzer, L. H., Benetti, A. C., Santi, Z. B., Welter, J. N. (2001). Performance Of Sexed Broiler Birds, Submitted To Diets Formulated By The Concepts Of Crude Protein *versus* Ideal Protein; v.31, p.111-115.
- Meneghetti, C. (2013). Associação De Enzimas Em Rações Para Frangos De Corte. Universidade Federal de Lavras. Departamento de Zootecnia.
- Moreira, I., Scapinello, C., Sakamoto, M. U. (2004). Fisiologia Da Digestão E Absorção De Proteínas Em Aves, Curso de fisiologia da digestão e metabolismo dos nutrientes em aves, Jaboticabal: UNESP.

- National Research Council – NRC. (1999). Nutrient requirements of poultry.
- Nicolau, Q. C. (2008). Análise das transformações técnicas produtivas da avicultura de corte em Moçambique; do estado estruturante ao liberalismo económico, Jaboticabal – SP - Brasil;
- Noy, Y. Sklan, D. (1995). Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science*, v. 74, n. 2, p. 366-373.
- Oliveira, M., Marques, R., Gravena, R., Traldi, A., Godoy, C., Moraes, V. (2009). Phytase in Broiler Diets with Reduced Nonphytate Phosphorus Levels; *Biotemas*, 22:169-176.
- Oliveira, M., Moraes, V. (2007). Mananoligossacarídeos E Enzimas Em Dietas À Base De Milho E Farelo De Soja Para Aves. *Ciência Animal Brasileira*. v.8, n.3.
- Oliveira, W. P., Oliveira, R. M., Donzele, J., Albino, L. T., Martins, M. S., Maia, A. A. (2011) Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos em ambientes de termoneutralidade; *Revista Brasileira de Zootecnia*; v.40, p.1725- 1731
- Opalinski, M., Maiorka, A., Cunha, F., Silva, E. C., Borges, S. A. (2006). Addition of enzymatic complex in diets with deactivated full-fat soybean to broilers; *Archives of Veterinary Science*. v. 11, n. 3, p. 31-35.
- Oppewal, J., Cruz, A., Nhabinde, V. (2016). Estudo Sectorial: Cadeia de Valor do Frango em Moçambique. IGC. Pp 5-8.
- Osei, S. A., Oduro, S. (2000). Effects of dietary enzyme on broiler chickens fed diets containing wheat bran; *Journal of Animal and Feed Sciences*, 9, 200, 681 – 686.
- Oxenboll, K., Pontoppidan, K. Fru, F. (2011). Use of a Protease in Poultry Feed Offers Promising Environmental Benefits; *International Journal of Poultry Science*.
- Pereira, F. M., Rocha, A. S., Silva, B. C., Borges, A. M., Martins, T. A., Navarro, R. D. (2015). Uso De Polissacarídeos Não Amiláceos Na Aquicultura; Ano XIII-n. 25.
- Pessôa, G. B. S., Tavernari, F. C., Vieira, R. A., Albino, L. F. (2012). Novos Conceitos Em Nutrição De Aves. *Revista Brasileira De Saúde E Produção Animal*. v.13, p.755-774.
- Plácido, V. P. (2019). Enzimas exógenas utilizadas na dieta de aves: Revisão bibliográfica; Universidade Federal De Santa Catarina.
- Pluske, J. R., Lindemann M. D. (1998). Maximizing The Response In Pig And Poultry Diets Containing Vegetable Proteins By Enzyme Supplementation; In *Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech 14th Annual Symposium, edited by TP Lyons, and K.A. Jacques, 375-379. Nottingham University, UK.*

- Queiroz, A. (2017). Obtenção e caracterização de hidrolisados proteicos de subprodutos do abate de caprinos.. 112 f. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Rios, H. V. (2015). Frações de Polissacarídeos não amídicos presentes em ingredientes utilizados na formulação de ração para frangos de corte; Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L. (2011). Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV/Departamento de Zootecnia.
- Sabino, H. F. N., Sakomura, N. K., Neme, R. (2014). Níveis proteicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.39, p.407-412.
- Salami, S., Agbonlahor, E., Saloko, A., Sideeq, B., Agboola, J., Atteh, J. (2018). Nutritive values of wheat bran-based broiler diet supplemented with different classes of enzymes; *Article in Tropical Agriculture*.
- Sigolo, S., Zohrabi, Z., Gallo, A., Seidavi, A., Prandini, A. (2017). Effect of a low crude protein diet supplemented with diferente levels of thereonine on growht performance, carcass traits, blood parameters, and immune responses of growing broilers. *Poultry Science*. 96:2751-2760.
- Silva, D., Rodrigues, D., Gouveia, A., Mesquita, S., Santo, F., Minafra, C. (2016). Carbohydrases In Broiler Feed: Review. v.10, n.11, p.861-872.
- Silva, L., Rodrigues, B., Freitas, F. (2006). Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade: desempenho e teores de minerais na cama. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.840-848.
- Slominski, B. A. (2011). Recent Advances In Research On Enzymes For Poutry Diets; *Poultry Science*, Champaign, v. 90, n9, p. 2013-2023.
- Sousa, J., Albino, L., Vaz, R., Rodrigues, K., Silva, G., Renno, L., Barros, V., Kaneko, I. (2015). The effect of dietary phytase on broiler performance and digestive, bone, and blood biochemistry characteristics; *Revista Brasileira de Ciencias Avícolas*. v.17. Campinas.
- Souza, R., Bertechini, A., Sousa, R., Rodrigues, P., Carvalho, J., Brito, J. (2008). Effects of enzyme supplementation and different phisical forms of diets on performance and carcass characteristics of broilers chicken. v. 32.

- Teixeira, L. V. (2013). Misturas enzimáticas em rações para frangos de corte. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras.
- Torres, D., Teixeira, A., Rodrigues, P., Bertechini, A., Freitas, R., Santos, É. (2003). The Efficiency of Amilase, Protease and Xilanase on Broiler Chicken Performance; *Ciências agrotecnicas, Lavras*. v.27, p.1401-1408.
- Uni, Z.; Noy, Y.; Sklan, D. (1999). Posthatch development of small intestinal function in the poult. *Poultry Science*, v. 78, n. 2, p. 215-222.
- Viveros, A., Centeno, C., Canales, R., Lozano, A. (2000). Phytase and Acid Phosphatase Activities in Plant Feedstuffs. *Journal of Agriculture Food*. 48, 9, 4009–4013.
- Wang, Z. R., Qiao, S. Y., Lu, W. Q., Li, D. F. (2005). Effects Of Enzyme Supplementation On Performance, Nutrient Digestibility, Gastrointestinal Morphology, And Volatile Fatty Acid Profiles In The Hindgut Of Broilers Fed WheatBased Diets; *Poultry Science*, v.84, p.875-881.
- Warpechowski, M. B. (1996). Efeito Da Fibra Insolúvel Da Dieta Sobre A Passagem No Trato Gastrintestinal De Aves Intactas, Cecectomizadas E Fistuladas No Íleo Terminal. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Wu, G. (2013). Aminoácidos: bioquímica e nutrição. Boca Raton (FL): CRC Press.