

HIDALIANA PAUMERIK AGUIAR BASTOS

**COMPLEXO ENZIMÁTICO E FARELO DE ARROZ INTEGRAL EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE**

TERESINA

2018

HIDALIANA PAUMERIK AGUIAR BASTOS

**COMPLEXO ENZIMÁTICO E FARELO DE ARROZ INTEGRAL EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciência Animal da Universidade Federal do
Piauí, como requisito para obtenção do grau de
Doutor.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Dr. Agostinho Valente de Figueirêdo

TERESINA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Serviço de Processamento Técnico

B327c Bastos, Hídalina Paumerik Aguiar

Complexo enzimático e farelo de arroz integral em dietas para frangos de corte. / Hídalina Paumerik Aguiar Bastos - 2018.
83 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Teresina, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Augustinho Valente de Figueirêdo

1. Alimentos alternativos 2. Aditivo zootécnico 3. Aves 4. Fatores nutricionais I. Título.

CDD 636.508 55

**COMPLEXO ENZIMÁTICO E FARELO DE ARROZ INTEGRAL EM DIETAS
PARA FRANGOS DE CORTE**

HIDALIANA PAUMERIK AGUIAR BASTOS

Tese aprovada em: 13/06/2018

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Agostinho Valente de Figueiredo (Presidente) / DZO/CCA/UFPI



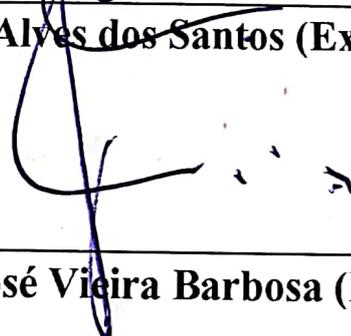
Profa. Dra. Maria de Nazaré Bona de Alencar Araripe (Interna) / DZO/CCA/UFPI



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



Prof. Dr. Estácio Alves dos Santos (Externo) / UESPI



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

*Aos meus pais, Dulcilene Aguiar Vieira Bastos e Deusdete Silveira Bastos,
meus irmãos, Poliana Cristina Aguiar Bastos, Gerônimo Aguiar Bastos Neto e Robson Silveira
Bastos, companheiros fraternos e incentivadores, que contribuíram para minha formação
profissional. E a minha sobrinha Walérya Aguiar Bastos Borges.*

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A DEUS, meu pai fiel de todas as horas.

Aos meus pais, pelo apoio, conselhos, amor, dedicação, exemplo de dignidade e perseverança, nos quais representam o meu tudo, as minhas conquistas.

À minha irmã, Poliana Cristina Aguiar pelo incentivo e apoio durante minha vida estudantil.

À minha sobrinha Walérya Aguiar Bastos Borges por fazer parte do meu dia-a-dia.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Agostinho Valente de Figueirêdo, pessoa que tenho muita gratidão pelos ensinamentos, paciência e apoio desde o início do curso de Doutorado.

Ao meu esposo Wildemberg Ribeiro da Silva, pelo companheirismo, força, apoio e amor transmitidos durante a pesquisa. Tenho muito a agradecer, a sua presença veio na hora certa, foi fundamental para concluir as atividades.

À Jackeline Cristina Ost Lopes, seu jeito meigo e atencioso será lembrado para sempre, mesmo com tantas atividades nunca me abandonou, além de membro do grupo de pesquisa foi grande amiga.

Aos demais componentes do grupo de pesquisa que contribuiu bastante para a realização dessa conquista: Ana Cibele da Silva Veiga, Jeferson Douglas Martins Ferreira, Kalliany Kellzer da Silva, Maria do Carmo da Silva Veiga, Marcos Uchôa e Silva, Pedro Eduardo Bitencourt Gomes, Ramon Rêgo Merval, Ravena Carvalho da Silva, Rayra Conceição Rodrigues e Vânia de Sousa Lima Aguiar.

À Dr^a Daniela Cristina Pereira Lima pelos ensinamentos e estar sempre presente quando precisamos. Uma pessoa muito especial na qual tenho muita gratidão.

À Mirian Lima, Mabell Nery Ribeiro e Snaylla Almendra pelo apoio mesmo estando longe.

À Professora Leilane Rocha Barros Dourado, pessoa maravilhosa que está sempre disponível para contribuir com nossos trabalhos.

Ao Professor Dr. João Batista Lopes pelo incentivo a pesquisa.

Aos Professores Daniel Medeiros e Firmino Barbosa pelas contribuições dadas na qualificação.

Aos professores da banca de defesa da tese, Dr. Estácio Alves dos Santos, Dr. Firmino José Vieira Barbosa, Dr. Leonardo Atta Farias e Dra. Maria de Nasaré Bona de Alencar Araripe pela disponibilidade em contribuir com a melhoria do trabalho.

Ao Chefe do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFPI, professor Dr. Daniel Louçana da Costa Araújo, pela assistência dada para a efetivação dos experimentos da Tese.

Aos Técnicos do Laboratório de Nutrição Animal – LANA, na pessoa do Manoel José de Carvalho e Sr. Lindomar de Moraes Uchoa.

Aos funcionários da equipe de terceirizados do Departamento de Zootecnia – CCA/UFPI, em especial o Isaias Soares pela ajuda na execução das atividades experimentais.

À Universidade Federal do Piauí pela oportunidade de realizar o curso de Pós-graduação e propiciar o ambiente para o desenvolvimento da pesquisa.

À CAPES pelo auxílio referente à concessão de bolsa durante o Doutorado.

Meu muito obrigada!!!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Alimentos alternativos e suas limitações na avicultura.....	14
2.2 Farelo de arroz integral em dietas para frangos de corte.....	16
2.3 Enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte.....	18
3 CAPÍTULO I – “Farelo de arroz integral associado ao complexo enzimático para frangos de corte”.....	22
4 CAPÍTULO II – “Efeito do complexo enzimático e farelo de arroz integral sobre a metabolizabilidade e deposição dos nutrientes em frangos de corte”.....	49
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	76

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. Composição nutricional do farelo de arroz integral	16
Tabela 2. Polissacarídeos não amiláceos presentes no farelo de arroz integral.....	17
Tabela 3. Principais enzimas comerciais utilizadas na alimentação de frangos de corte ...	19

CAPÍTULO I

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade)	42
Tabela 2. Composição percentual e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias de idade)	43
Tabela 3. Condições ambientais observadas durante o período experimental.....	44
Tabela 4. Desempenho de frangos de corte no período de 1 a 7 dias suplementados com ou sem complexo enzimático e farelo de arroz integral.....	45
Tabela 5. Desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias suplementados com ou sem complexo enzimático e farelo de arroz integral.....	46
Tabela 6. Rendimento de carcaça, cortes e gordura abdominal de frangos de corte aos 21 dias de idade suplementados com ou sem complexo enzimático e farelo de arroz integral	47
Tabela 7. Peso absoluto e relativo de órgãos digestivos e coração de frangos de corte aos 21 dias de idade suplementados com ou sem complexo enzimático e farelo de arroz integral.....	48
Tabela 8. Viabilidade econômica das dietas experimentais contendo farelo de arroz integral (FAI) e complexo enzimático (CE) para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade	49

CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade).....	68
Tabela 2. Composição percentual e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias de idade).....	69
Tabela 3. Condições ambientais observadas durante o período experimental.....	70

Tabela 4. Consumo, excreção e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de dietas, contendo complexo enzimático e farelo de arroz integral, para frangos de corte no período de 12 a 19 dias de idade.....	71
Tabela 5. Consumo, excreção e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (EB), balanço de nitrogênio, eficiência de utilização de nitrogênio e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de dietas, contendo com complexo enzimático e farelo de arroz integral, para frangos de corte no período de 12 a 19 dias de idade.....	72
Tabela 6. Composição química da carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo complexo enzimático e farelo de arroz integral, no período de 1 a 21 dias de idade.....	73
Tabela 7. Composição de pintos de um dia e deposição de nutrientes e energia na carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo complexo enzimático e farelo de arroz integral.....	74

RESUMO

O uso de complexo enzimático e farelo de arroz integral em dietas para frangos de corte foi avaliado por meio de dois experimentos. No primeiro experimento, foram utilizados 576 pintos, distribuídos em delineamento em blocos ao acaso, para estimação do desempenho produtivo, rendimento de carcaça, cortes e gordura abdominal, peso dos órgãos digestivos e coração, viabilidade econômica das dietas, composição e deposição de nutrientes e energia na carcaça de 1 a 21 dias de idade. No segundo, 144 pintos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, para avaliação da metabolizabilidade dos nutrientes e energia, balanço de nitrogênio e a eficiência de utilização do nitrogênio nas dietas no período de 12 a 19 dias de idade. Em ambos os ensaios os tratamentos consistiram de três níveis de inclusão de farelo de arroz integral (0, 5 e 10%) associados com e sem complexo enzimático, em esquema fatorial. No período 1 a 21 dias de idade, à medida de se aumentou os níveis de farelo integral de arroz ocorreu efeito linear crescente para o ganho de peso e índice de eficiência produtiva e decrescente para a conversão alimentar. A suplementação enzimática agrega matéria mineral à carcaça. No período de 12 a 19 dias de idade, a suplementação de complexo enzimático reduz a excreção de matéria seca e proteína bruta, aumenta o consumo de energia bruta, coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta e energia bruta, o balanço de nitrogênio e eficiência do nitrogênio. A inclusão de até 10% de farelo de arroz integral sem suplementação enzimática melhora o ganho de peso, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. A utilização do complexo enzimático em dietas com farelo de arroz integral melhora a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio.

Palavras-chave: aditivo zootécnico, alimentos alternativos, ave, fatores antinutricionais

ABSTRACT

The use of enzyme complex and whole rice bran in diets for broiler chickens was evaluated by means of two experiments. In the first experiment, 576 chicks were used, in a randomized complete block design, to estimate the productive performance, carcass yield, cuts and abdominal fat, digestive and heart weight, economic viability of diets, nutrient composition and deposition, and energy in the carcass from 1 to 21 days of age. In the second, 144 chicks, distributed in a completely randomized design, to evaluate the metabolizability of nutrients and energy, nitrogen balance and efficiency of nitrogen utilization in diets from 12 to 19 days of age. In both trials the treatments consisted of three inclusion levels of brown rice bran (0, 5 and 10%) associated with and without enzymatic complex, in a factorial scheme. In the period from 1 to 21 days of age, as the levels of whole rice bran increased, there was an increasing linear effect for the weight gain and the index of productive efficiency and decreasing for feed conversion. Enzyme supplementation adds mineral matter to the carcass. In the period from 12 to 19 days of age, enzyme complex supplementation reduces the excretion of dry matter and crude protein, increases crude energy consumption, crude protein and crude energy metabolizability coefficient, nitrogen balance and nitrogen efficiency. The inclusion of up to 10% of whole-bran rice without enzymatic supplementation improves the weight gain, feed conversion and productive efficiency index of broiler chickens from 1 to 21 days of age. The utilization of the enzymatic complex in diets with rice bran improves the apparent metabolizable energy corrected by the nitrogen balance.

Keywords: zootechnical additive, alternative foods, bird, antinutritional factors

1 INTRODUÇÃO

A produção animal tem como princípio básico transformar os alimentos que são considerados de baixo valor nutricional e menos palatáveis para os animais em alimentos com melhor valor biológico para alimentação humana. Em virtude da ração ser o componente que mais onera o custo de produção, representando cerca de 70%, as buscas por matérias primas alternativas que apresente qualidade nutricional que seja favorável ao desempenho dos animais é uma realidade expressiva na criação de frangos de corte. Assim, com o objetivo de atender às exigências dos consumidores por proteína de origem animal de qualidade, a avicultura é considerada uma das atividades que mais têm evoluído. Este êxito é resultado da integração e dos avanços nas áreas de melhoramento genético, nutrição, sanidade e manejo.

Nesse sentido, a variedade de subprodutos gerados durante o beneficiamento dos grãos além de fornecer alimentos de qualidade, contribui para reduzir custos nesse setor. O farelo de arroz integral, por exemplo, produzido a partir do descascamento do arroz, possui bons níveis de proteína, fósforo, manganês, vitaminas e gordura (ROSTAGNO et al., 2011). Entretanto, sua utilização na alimentação de animais não ruminantes ainda é limitada, tendo como principal motivo a presença de fatores antinutricionais, como β -glucanos, arabinosilanos e fitato que impedem uma melhor utilização dos nutrientes pelos animais (GIACOMETTI et al., 2003).

Associado ao estudo de alimentos alternativos na nutrição de aves, tem-se as enzimas exógenas, que são substâncias não nutritivas utilizadas para modificar benéficamente as características químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais das rações (BERTECHINI, 2012) minimizando dessa forma os efeitos negativos provocados pelos fatores antinutricionais presentes nos alimentos, uma vez que promovem a ruptura da parede celular dos vegetais e reduzem a viscosidade da digesta, aumentando a disponibilidade dos nutrientes e da energia (KACZMAREK et al., 2014), pois atuam como catalizadores biológicos no metabolismo dos animais (FORTES et al., 2012).

Os efeitos das enzimas se tornam ainda mais eficazes quando são fornecidas em forma de complexo enzimático, especialmente com combinações de carboidrases e fitase. As carboidrases têm resultados satisfatórios na hidrólise de polissacarídeos não amiláceos solúveis, principalmente quando adicionados em dietas à base de cereais viscosos, como o farelo de arroz integral, trigo, cevada, centeio, aveia ou triticale (FRANCESCH E GERAERT, 2009). Já a fitase age sobre o ácido fítico presente nos cereais evitando que alguns minerais como cálcio,

magnésio, zinco, ferro, cobre, manganês e cobalto sejam complexados, possibilitando dessa forma um melhor aproveitamento pelos animais (CARVALHO, 2016).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar dietas para frango de cortes contendo complexo enzimático e farelo de arroz integral, sobre o desempenho produtivo, pesos absoluto e relativo dos órgãos digestivos e coração, rendimento de carcaça, cortes nobres, gordura abdominal, composição e deposição de nutrientes e energia na carcaça, no período de 1 a 21 dias, bem como, a metabolizabilidade dos nutrientes e da energia das dietas no período de 12 a 19 dias de idade. e a viabilidade econômica das dietas experimentais para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Este trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: Introdução, revisão de literatura, considerações finais e referências bibliográficas gerais, redigida conforme a Resolução 001/03 - Coordenação do Curso de Doutorado em Ciência Animal (CCMCA), de 22/05/2003, que estabelece as normas editoriais do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí; O capítulo I – artigo científico intitulado: “Farelo de arroz integral associado ao complexo enzimático para frangos de corte”, e capítulo II: “Efeito do complexo enzimático e farelo de arroz integral sobre a metabolizabilidade e deposição dos nutrientes em frangos de corte” foram elaborados de acordo com as normas do Journal of Animal and Feed e da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, os quais serão submetidos para publicação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alimentos alternativos e suas limitações na avicultura

O termo alternativo vem sendo amplamente adotado para conceituar um tipo de alimento comumente utilizado na região em substituição ao milho ou farelo de soja, utilizados em rações de animais não ruminantes. Em virtude do maior custo na produção animal ser com a alimentação, a busca por alimentos que apresentem bom valor nutricional vem crescendo, uma vez que a ração representa cerca de 70% dos custos de produção, onde a energia e proteína são os nutrientes de maior participação, seguidos pelo fósforo, que participa com 2 a 3% do custo total da ração (SCHOULTEN et al., 2003).

O processamento de grande parte dos cereais gera resíduos que podem ser aproveitados pelos animais, o que chamamos de alimentos alternativos. Estes podem ser fontes de energia e proteína, como exemplo tem-se o farelo de arroz integral, farelo de arroz desengordurado e quirera de arroz, principais subprodutos obtidos do beneficiamento do arroz e utilizados em larga escala na produção de frangos de corte (VIEIRA et al., 2007).

No entanto, nem sempre esses alimentos considerados alternativos apresentam propriedades fundamentais em quantidades que atendam às exigências dos animais, a falta de disponibilidade total ou parcial de algum composto nutricional pode estar relacionada com a composição química do nutriente, espécie vegetal, armazenamento, processamento, dentre outros fatores (KNUDSEN, 2014). A exemplo disso, Gomes et al. (2012) em pesquisa encontraram valores referentes à proteína bruta no farelo de arroz integral em torno de 11,46, já Rostagno et al. (2017) relata valor médio de 13,3, demonstrando valores variados referentes a qualidade nutricional dos alimentos.

A opção por utilizar um alimento alternativo em dietas para aves deverá ser levada em consideração não só o conhecimento da densidade nutricional e qualidade de nutrientes, mas também sua disponibilidade na região a qual o mesmo será explorado.

Ainda se tratando em composição nutricional dos alimentos, tem-se como maiores limitadores na utilização dos alimentos alternativos na avicultura de corte os fatores antinutricionais, que geralmente são produzidos pelos vegetais, na maioria das vezes, como forma de defesa contra predadores. Assim, pode-se destacar os inibidores de protease, lecitinas

ou hemaglutininas, ácido fítico ou fitato, saponinas e os polissacarídeos não amiláceos (LIMA et al., 2014). A fibra é resultado do metabolismo natural das plantas, classificada como um grupo de carboidratos estruturais cuja presença pode ocorrer em diversas formas nos alimentos, no centeio, triticale e milho, na cevada, por exemplo, pode-se observar a presença do arabinoxilano e na aveia, altos níveis de β -glucanos (KNUDSEN, 2014). Portanto, como aves não sintetizam enzimas capazes de digerir esses componentes dos alimentos, deve-se ter cautela com seu fornecimento, principalmente nas fases iniciais onde esses animais apresentam uma produção enzimática ainda mais reduzida (GRACIA et al., 2003) dificultando o aproveitamento dos nutrientes.

No entanto, de acordo com Mateos et al. (2012) a inclusão de alimentos com quantidades moderadas de fibras pode melhorar o desenvolvimento de órgãos, como a moela, a produção de enzimas e a digestibilidade de nutrientes para as aves. Os mesmos autores afirmam que para obtermos uma resposta eficiente das fibras devemos levar em consideração fatores inerentes ao ingrediente como nível de fibra e fonte, e fatores inerentes ao animal como estado fisiológico e a saúde.

Embora a suplementação enzimática venha sendo estudada com o objetivo de melhorar a eficiência da produção pelo aumento da digestão de alimentos como farelo de arroz, trigo, centeio, cevada e aveia, nem sempre é possível observar efeitos positivos. Assim, fatores como, grau de lignificação, organização estrutural e o tempo que a digesta permanece no trato digestório, podem limitar os efeitos dessa prática (KNUDSEN, 2014).

Nesse contexto, pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o uso de alimentação alternativa, visando sanar dúvidas sobre o real potencial do alimento alternativo na produção animal. Dessa forma, Gallinger et al. (2004) avaliando níveis (0, 10, 20, 30 e 40%) de inclusão do farelo de arroz na alimentação de frangos de corte, observaram queda no desempenho dos frangos de corte à medida que aumenta os níveis do farelo de arroz. De acordo com os mesmos autores, o farelo de arroz integral pode ser utilizado em até 10% sem prejudicar as características zootécnicas dos frangos de corte. Enquanto estudo com 10% de farelo de arroz desengordurado com suplementação de um complexo enzimático (fitase, protease, xilanase, beta-glucanase, celulase, pectinase, protease e amilase) realizado por Moraes et al. (2015) não encontraram resultado positivo sobre o desempenho de frangos de corte aos 38 dias de idade. De acordo com Júnior et al. (2007) a quirera de arroz pode ser incluída em dietas para frangos de corte em até 40% sem prejudicar as características de desempenho dos animais.

2.2 Farelo de arroz integral em dietas para frangos de corte

De acordo com dados do IBGE (2018) a produção do arroz no Brasil no mês de março de 2018 alcançou ao patamar de 11.765.226 toneladas. Grande parte dessa produção é destinada a alimentação humana, durante seu processamento para consumo gera subprodutos que podem ser utilizados na alimentação de frangos de corte, como a quirera do arroz, farelo de arroz desengordurado e o farelo de arroz integral. De 100 kg de arroz produzido, cerca de 8% dá origem ao farelo de arroz integral (FAI). O farelo de arroz integral é composto pelo pericarpo, tegumento, parte amilácea interna e camada de aleurona, apresenta aspecto farináceo, fibroso e suave ao tato (FILARDI et al., 2007).

As características físicas e químicas do farelo de arroz dependem de fatores como, cultivar, tratamento do grão antes do beneficiamento, sistema de beneficiamento empregado e grau de polimento ao qual o grão foi submetido. Por isso, existem valores diversificados de composição do farelo de arroz integral, pois ainda não há uma padronização para o polimento do grão de arroz durante o beneficiamento destinado ao consumo humano (PESTANA et al., 2008). Na tabela 1 tem-se os dados de composição nutricional do farelo de arroz integral de acordo com Rostagno et al. (2017).

Tabela 1. Composição nutricional do farelo de arroz integral

Nutriente	Quantidade no alimento
Proteína bruta (%)	13,3
Lisina digestível (%)	0,47
Met+Cis digestível (%)	0,38
Treonina digestível (%)	0,36
Valina digestível (%)	0,54
Energia Metabolizável/Aves (Kcal/kg)	2.583
Fibra bruta (%)	7,71
Fósforo disponível (%)	0,35
Cálcio (%)	0,12
Sódio (%)	0,04
Extrato etéreo	14,2

Fonte: Rostagno et al. (2017)

O FAI é um alimento que apresenta boa fonte de energia para as aves, pois têm alto teor de óleo, podendo substituir parcialmente certas quantidades do milho, uma vez que é produzido em grandes proporções a preços baixos, além de apresentar altos teores de fósforo. Embora rico em fósforo total, parte deste fósforo se encontra na forma fítica, considerado de baixa disponibilidade para animais não ruminantes (TORRES, 2003).

Além do ácido fítico, os polissacarídeos não-amiláceos (PNAs) (tabela 2), constituintes da parede celular e genericamente conhecidos como fibras, também são considerados um fator limitante do FAI na alimentação animal.

Tabela 2. Polissacarídeos não amiláceos (PNA) presentes no farelo de arroz integral

PNA	Solúvel	Insolúvel	Total	PNA	Solúvel	Insolúvel	Total
Ramnose	0,01	-	0,01	Manose	0,23	0,16	0,39
Arabinose	0,28	3,21	3,49	Galactose	0,23	0,90	1,13
Xilose	0,12	3,97	4,09	Glicose	0,47	5,93	6,40
Fucose	-	-	-	Ácidos urônicos	0,22	0,08	0,30

Fonte: Rostagno et al. (2017)

Rostagno et al. (2011) recomendam o nível de inclusão de farelo de arroz integral para frangos de corte na fase inicial de até 12%. Entretanto, diversos trabalhos foram desenvolvidos objetivando avaliar níveis superiores. Schoulten et al. (2003) pesquisaram a inclusão de níveis (0, 10 e 20%) de farelo de arroz e a enzima xilanase em dietas para frangos de corte aos 21 dias de idade, e não encontraram diferença para o consumo de ração com a inclusão de 10% de farelo de arroz, independentemente da suplementação com a enzima, já com 20% o consumo de ração diminuiu, tendo sido revertido com a suplementação de xilanase na proporção de 600g/tonelada de ração, o ganho de peso não sofreu influência dos níveis de farelo de arroz, enquanto a conversão alimentar foi melhor com 20%. Enquanto Bonato et al. (2004) avaliando a inclusão de diferentes níveis de FAI (0, 10, 20 e 30%) e complexo enzimático (protease, pentosanase e fitase) relataram um decréscimo no consumo de ração e no ganho de peso das aves à medida que aumentou os níveis de FAI, independentemente da suplementação enzimática.

Ao trabalhar com níveis farelo de arroz (20 e 40%) em dietas para frangos Piyaratne et al. (2009) observaram redução no ganho de peso, porcentagem de gordura na carcaça e no peso do fígado à medida que aumenta a inclusão de 20 para 40%. Enquanto que Oladunjoye e Ojebiyi (2010) avaliando complexo enzimático e níveis de farelo de arroz (10 e 20%) em dietas para

frangos de corte, observaram redução na gordura abdominal com 20% de inclusão do farelo de arroz. Já Santos et al. (2017) encontraram aumento no consumo de ração para poedeiras em dietas com 20% de farelo de arroz integral.

2.3 Enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte

As enzimas são utilizadas em rações desde a década de 1940, no entanto os avanços no que diz respeito à produção foram aparecendo com o tempo. A princípio sua fabricação era relativamente pequena, demorou até que a química de substratos destinados a ingredientes para rações tornasse disponível em quantidades comerciais. Para garantir sua utilização nas formulações de rações a área de biotecnologia permitiu sua produção a um pequeno custo, proporcionando a vasta utilização hoje na produção animal (RAVINDRAN, 2013).

Enzimas exógenas são moléculas proteicas com atividade catalisadora biológica, como são proteínas, necessitam de pH ideal e temperatura. Em geral as enzimas necessitam de pH entre 4 a 6, e a temperatura não deve ultrapassar os 40° para que não sejam desnaturadas, principalmente, durante o tratamento térmico pelos quais alguns alimentos passam. São produzidas a partir de microrganismos dos gêneros *Aspergillus* ou *Bacillus* e desempenham funções essenciais no organismo do animal (ANJUM; CHAUDHRY, 2010). Sua utilização na alimentação de frangos de corte tem como objetivo diminuir o teor de umidade das excretas, pois agem sobre os polissacarídeos não amiláceos dos alimentos, reduzir a excreção do nitrogênio e fósforo, trazendo benefícios tanto no aspecto nutricional quanto ambiental, proporcionar um aumento das enzimas endógenas, suplementando as produzidas pelo animal e adicionando as que os animais não conseguem produzir, em resumo, elas são adicionadas para melhorar a digestão e absorção dos nutrientes das dietas (RAVINDRAN, 2013; NUNES et al., 2013).

Hoje encontra-se disponível no mercado uma variedade de enzimas destinadas à alimentação animal, entre elas, as fitases, amilases, proteases, lipases, xilanases, β -glucanases, celulases, entre outras (Tabela 3) (RAVINDRAN, 2013). Por serem específicas para cada substrato podem ser utilizadas de forma isolada ou em complexo, também chamado de *blends* (PÊSSOA et al., 2016). As xilanases, por exemplo, são específicas para ligações internas do tipo β -1,4, agem sobre os arabinoxilanos através da atividade de uma endo -1,4- β -xilanase, que quebra as ligações 1,4 da cadeia central das xilanas (DOURADO et al., 2014). Amilases agem sobre o amido disponibilizando unidades menores nas quais a mucosa intestinal do animal será capaz de absorver, elas atuam especificamente nas ligações glicosídicas α -1,4 (CARDOSO et al.,

2011), as proteases sobre as proteínas e as lipases sobre gorduras presentes nas dietas (ANJUM; CHAUDHRY, 2010).

Tabela 3. Principais enzimas comerciais utilizadas na alimentação de frangos de corte

Enzima	Substrato	Alimentos específicos
Fitases	Ácido fítico	Todos os ingredientes derivados de plantas
β -glucanases	β -glucanos	Cevada, aveia, centeio e arroz
Xilanases	Arabinosilanos	Trigo, centeio, triticale, cevada, arroz e alimentos fibrosos
α -Galactosidases	Oligossacarídeos	Farelo de soja e grãos de leguminosas
Proteases	Proteínas	Fontes de proteína vegetal
Amilases	Amido	Grãos de cereais e leguminosas
Lipases	Lipídeos	Lipídeos presentes na ração
Celulases, hemicelulases e pectinases	Compostos fibrosos da parede celular	Ingredientes derivados de plantas e materiais fibrosos

Fonte: adaptado de Ravindran (2013)

Os alimentos de origem vegetal, apresentarem, em sua maioria, polissacarídeos não amiláceos (PNA'S), como celulose, pectinas, β -glucanos, pentosanas e xilanos o que justifica a ideia da utilização de enzimas exógenas em dietas para frangos de corte, principalmente pelo fato desses animais não conseguirem digerir tais compostos (MONTAGNE et al., 2003). Os PNA'S representam a parte fibrosa do alimento, sendo esta fibra classificada em solúvel e insolúvel, em que a fibra insolúvel por apresentar grande afinidade com a água, absorve-a no trato digestório formando uma substância gelatinosa capaz de complexar e tornar indisponíveis nutrientes como minerais (Figura 1), lipídeos e proteínas, além de reduzir a energia dos alimentos (CONTE et al., 2003). Com o objetivo de hidrolisar esses carboidratos fibrosos presentes na parede celular dos vegetais se utiliza as carboidrases (ASMARE; MEKURIAW, 2014).

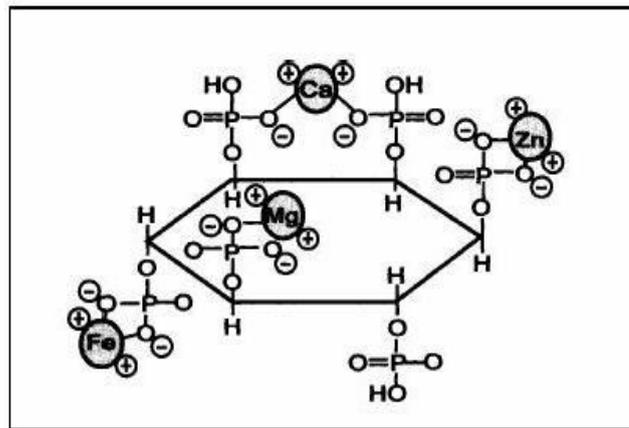


Figura 1. Ácido fítico quelatando minerais bivalentes

Fonte: Silva e Pascoal (2014)

A suplementação com complexo enzimático também é importante, porque as enzimas atuam sinergicamente, a exemplo temos as celulases e proteases, no qual as celulases agem sobre o material fibroso das dietas expondo as moléculas de proteínas para as proteases (MAKHDUM et al., 2013). Assim, são inúmeras as pesquisas com utilização de enzimas na alimentação de frangos de corte. Gracia et al. (2003) trabalhando com α -amilase em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte aos 7 dias de idade, verificaram melhora na digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, conversão alimentar e conseqüente desempenho dos frangos de corte. Segundo esses autores, a suplementação da α -amilase para frangos nas fases iniciais possibilita melhoras no desempenho dos animais, uma vez que os mesmos apresentam uma produção enzimática ainda reduzida. Fernandes et al. (2017) avaliando um complexo enzimático composto por amilase, protease e xilanase em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade também observaram maior de ganho nas dietas com suplementação enzimática.

Giacometti et al. (2003) trabalhando com xilanase em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte observaram efeito positivo sobre a digestibilidade dos nutrientes, tais como proteína bruta, gordura e amido, incrementando, assim, a energia do alimento. Dadólio et al. (2016) avaliando um complexo enzimático composto por fitase, protease, xilanase, β – glucanase, celulase, amilase e pectinase, em dietas a base de milho e de farelo de soja para frangos de corte aos 42 dias de idade, encontraram melhora na digestibilidade dos nutrientes, refletindo em aumento no rendimento de peito. Da mesma forma Fortes et al. (2012) ao testarem complexo enzimático em dietas a base de milho e farelo de soja observaram melhora na capacidade digestiva das aves por aumentar a digestão dos nutrientes, resultando em maior

ganho de peso. Freitas et al. (2011) também encontraram melhora no coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e gordura da dieta quando adicionou protease em dietas para frangos de corte.

Enquanto Cardoso et al. (2011) não encontraram efeito do complexo enzimático (α -galactosidase, galactomananase, xilanase e β -glucanase) em dietas à base de milho e farelo de soja sobre o consumo de ração, ganho de peso e rendimento de carcaça. Já a conversão alimentar piorou com inclusão do complexo.

Outra enzima largamente utilizada na avicultura é a fitase, seu efeito benéfico em dietas para frangos de corte é relatado na literatura (PÊSSOA et al., 2016; NAVES et al., 2014; SANTOS et al., 2013; SANTOS et al., 2008), em que os autores observaram melhora no aproveitamento do fósforo e diminuição de sua excreção no meio ambiente. Essa redução na excreção do fósforo está estreitamente relacionada com a quantidade de fósforo disponível presente na dieta, podendo ser mais eficaz quando os valores estão entre 0,15 e 0,45% (HATTEN et al., 2001). O estudo de Vieira et al. (2007) avaliando a suplementação de fitase e diferentes níveis de FAI (3,5; 7,5; 10,5 e 14%) em dietas para frangos de corte concluíram que o farelo de arroz integral pode ser utilizado em até 14% sem prejudicar as características zootécnicas e rendimento de carcaça dos animais, desde que suplementado com fitase.

CAPÍTULO I

Artigo Científico

“Farelo de arroz integral associado a complexo enzimático para frangos de corte”

Farelo de arroz integral associado a complexo enzimático para frangos de corte

H. P. A. Bastos¹; A. V. Figueirêdo²

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito do complexo enzimático e farelo de arroz integral em dietas para frangos de corte sobre o desempenho produtivo, no período de 1 a 7 e 1 a 21 dias de idade; rendimento de carcaça, cortes, gordura abdominal, peso dos órgãos digestivos, coração e a viabilidade econômica das dietas experimentais no período de 1 a 21 dias de idade. Foram utilizados 576 pintos, machos da linhagem Ross[®] 308, com um dia de idade. As aves foram distribuídas em delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2, sendo três níveis de inclusão de farelo de arroz integral (0, 5 e 10%) com e sem a suplementação do complexo enzimático, totalizando 6 tratamentos com 6 repetições. No período de 1 a 7 dias de idade não se observou interação nem efeito isolado com a suplementação do complexo enzimático e inclusão do farelo de arroz integral sobre o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade criatória e índice de eficiência produtiva. No período 1 a 21 dias de idade, à medida de se aumentou os níveis de farelo integral de arroz ocorreu efeito linear crescente para o ganho de peso e índice de eficiência produtiva e linear decrescente para a conversão alimentar. A suplementação de complexo enzimático em dietas contendo farelo de arroz integral não influencia as características de desempenho produtivo dos frangos de corte nos períodos de 1 a 7 e 1 a 21 dias de idade. A inclusão de até 10% de farelo de arroz integral sem suplementação enzimática melhora o ganho de peso, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade. A viabilidade econômica foi melhor com 10% de farelo de arroz integral e complexo enzimático.

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí, e-mail: hidaliana@hotmail.com

²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, e-mail: agustinhov@yahoo.com.br

Palavras-chave: aditivo zootécnico, alimentos alternativos, aves, fatores antinutricionais

Introdução

Atualmente, a indústria avícola brasileira é considerada um exemplo de atividade agropecuária e de cadeia produtiva de sucesso. A avicultura teve seu grande impulso, em função do avanço científico interdisciplinar, nas áreas de melhoramento genético, nutrição, ambiência e instalações. A aplicação das tecnologias desenvolvidas nesse setor fez com que a carne se tornasse uma das fontes de proteína animal mais acessível para a população, sobretudo nas últimas décadas, quando a produção de frangos praticamente dobrou para atender o aumento no poder de compra da maioria dos brasileiros.

A busca por alimentos com alta digestibilidade e que contribuam com a redução dos custos, com reflexos diretos sobre a viabilidade do sistema produtivo avícola é constante. Pode-se citar o farelo de arroz integral, obtido através do beneficiamento do arroz após ser descascado e removido o pericarpo do grão por meio de um processo de polimento (FERREIRA, 2012). É um alimento que apresenta uma boa fonte de energia, devido à sua composição nutritiva, pois contém altos níveis de lipídeos, proteína e fósforo (SCHOULTEN et al., 2003).

Embora rico em alguns nutrientes, tem sua utilização limitada na alimentação de aves, devido à presença de fatores antinutricionais, como elevado teor de ácido fítico e polissacarídeos não amídicos (PNA's), que apresentam resistência à hidrólise no trato digestivo e não podem ser digeridos por aves, tendo efeito negativo sobre a redução da energia do alimento, podendo prejudicar a utilização dos outros nutrientes, tais como o cálcio, ferro, zinco e magnésio (CONTE et al., 2003).

Dessa forma, as enzimas exógenas surgem como sendo uma alternativa para minimizar efeitos contrários à nutrição causados pelos fatores antinutricionais. Elas agem juntamente com as enzimas endógenas, aumentando a digestão dos substratos. A suplementação de enzimas

exógenas nas dietas melhora a eficiência de produção das aves pelo aumento da digestão dos alimentos e redução da perda de nutrientes nas fezes. A fitase é um exemplo claro, pois visa promover a hidrólise do ácido fítico, forma orgânica sob a qual o fósforo se apresenta quelatado nos alimentos de origem vegetal, assim como outros cátions bivalentes como o Ca, Fe, Mg e Zn (SUREK et al., 2008). Já a xilanase, β -glucanase e celulase atuam diretamente sobre as fibras presentes nos alimentos, diminuindo a viscosidade das dietas e consequentemente reduzindo os efeitos deletérios causados pelos fatores antinutricionais (YAGHOB FAR; KALANTAR, 2017).

Mediante o exposto, objetivou-se avaliar dietas para frangos de corte suplementadas com complexo enzimático e inclusão de farelo de arroz integral, buscando o melhor aproveitamento dos nutrientes sobre os parâmetros de desempenho produtivo, rendimento de carcaça, cortes, gordura abdominal, peso dos órgãos digestivos e coração, bem como a avaliar economicamente as dietas experimentais.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida nos galpões do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZO), do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal do Piauí (UFPI) em Teresina-PI, no período de agosto a setembro de 2017. O experimento foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação com Animais da Universidade Federal do Piauí (CEEA/UFPI), sub o número 355/2017. O município de Teresina está situado na latitude 05° 05' 21'' sul e na longitude 42° 48' 07'' oeste, de acordo com a classificação de Köppen, clima Aw, clima do tipo tropical úmido, com inverno seco e índices pluviométricos bastantes irregulares. Nos meses mais quentes do ano (setembro a dezembro), as temperaturas médias atingem os 29,3°C, a umidade relativa do ar média fica em torno dos 60%, e a precipitação média abaixo dos 50 mm, gerando grande desconforto térmico por calor nesse período (PMT, 2015).

Foram utilizados 576 pintos, machos da linhagem Ross® 308, com um dia de idade, vacinadas contra a doença de Marek e Gumboro no incubatório. As aves foram distribuídas em delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2, sendo três níveis de inclusão de farelo de arroz integral (0, 5 e 10%) com e sem suplementação de complexo enzimático, totalizando 6 tratamentos e 6 repetições. Cada unidade experimental tinha 16 aves com peso médio inicial de $43,93 \pm 0,16$ gramas.

As aves receberam uma dieta pré-inicial no período de 1 a 7 dias de idade (Tabela 01), e posteriormente, uma dieta para a fase inicial, 8 a 21 dias (Tabela 02), formuladas para atender as exigências nutricionais de cada fase, considerando as exigências e composição química dos ingredientes conforme descrito por Rostagno et al. (2011), exceto a proteína bruta do milho, farelo de soja e do farelo de arroz integral, a qual foram analisados no LANA (Laboratório de Nutrição Animal) do DZO/CCA/UFPI, além da fibra bruta do farelo de arroz integral. O complexo enzimático foi adicionado na proporção de 0,05 kg/tonelada de ração, de acordo com as recomendações do fabricante, o mesmo é composto de amilase, fitase, celulase, β - glucanase, protease e xilanase. Sua adição foi realizada em substituição ao material inerte presente na ração (caulim). O fornecimento de ração e água foi à vontade.

Os animais foram alojados em 36 boxes de tamanho médio de $2,8 \text{ m}^2$, com piso de cimento coberto com cerca de 5 cm de casca de arroz, que serviu como cama, em um galpão de alvenaria, coberto com telhas de cerâmica. O galpão possui muretas laterais de 0,60 m de altura, sendo o restante fechado com telas de arame liso e cortinas plásticas, equipado com bebedouros pendulares automáticos e comedouros tubulares suspensos. Para o controle da temperatura e correntes de ar, foram utilizados ventiladores, cortinas e nebulizadores. Os ventiladores foram ligados a partir do 10º dia de vida das aves das 10h00min às 18h00min e os nebulizadores das 12h00min às 15h00min.

Para acompanhamento das condições ambientais à qual os animais foram submetidos aferiu-se a temperatura de globo negro, bulbo úmido, bulbo seco e umidade diariamente às 08h00min e 16h00min horas. As temperaturas máximas e mínimas foram registradas no período da manhã, zerando-se o termômetro em seguida. Posteriormente, esses dados foram convertidos em Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), conforme proposto por Buffington et al. (1981). O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz natural+artificial), utilizando lâmpadas incandescentes de 60 watts.

As variáveis de desempenho produtivo avaliadas, no período de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade, foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade criatória e índice de eficiência produtiva. O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida no início e final de cada período experimental, levando-se em consideração as sobras dos comedouros. Na determinação do ganho de peso, as aves foram pesadas com 1, 7 e 21 dias de idade. A conversão alimentar foi calculada pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves. A Viabilidade Criatória (VC) e o Índice de Eficiência Produtiva (IEP) foram calculados segundo as fórmulas: $VC = 100 - (\% \text{ de aves mortas})$ e $IEP = (PV \times VC) / (I \times CA) \times 100$, em que: PV é o peso vivo das aves (kg), VC é a viabilidade criatória (%), I é a idade em dias e CA é a conversão alimentar.

Aos 21 dias de idade, duas aves de cada unidade experimental, que apresentaram peso próximo da média, foram identificadas, colocadas em jejum alimentar de 12 horas e, posteriormente, abatidas para coleta dos dados. O procedimento de abate obedeceu aos preconizados pelo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA, sendo as aves foram abatidas por deslocamento cervical, sangradas, escaldadas (60°C por 60 segundos), depenadas e evisceradas (MAPA, 2017).

Na determinação do rendimento de carcaça levou-se em consideração o peso das aves após o jejum e o peso da carcaça eviscerada com pés, cabeça e pescoço, tendo seu resultado

multiplicado por 100. Para o rendimento de cortes (peito, coxa, sobrecoxa, asa e coxinha da asa) e gordura abdominal calculou-se a diferença entre o peso de cada corte e peso da carcaça eviscerada, tendo o resultado multiplicado por 100.

Também aos 21 dias de idade, foram coletados os órgãos digestivos (fígado, proventrículo+moela, intestino e pâncreas) e coração para obtenção do peso absoluto. O peso relativo desses órgãos foi determinado pela divisão entre peso absoluto e peso da ave em jejum, e o resultado multiplicado por 100.

Para o estudo da viabilidade econômica da suplementação enzimática e inclusão do farelo de arroz integral, foram consideradas as seguintes variáveis primárias: consumo médio da ração (CRm, kg), custo da ração (CR, kg), ganho de peso médio (GPm, kg), peso vivo médio (PVm, kg) e preço do frango vivo (PFV, kg). Com base nos valores observados para essas variáveis primárias, foram obtidos, conforme Togashi (2004), os seguintes indicadores econômicos: custo médio de alimentação (CMA) = CRm x CR, relação CMA/GPm, renda bruta média (RBm) = PVm x PFV, margem bruta média (MBm) = RBm - CMA. Calculou-se a margem bruta (MB), considerando-se: MB = (kg frango produzido x preço de venda do frango) - (preço da ração x ração consumida), envolvendo os preços dos ingredientes constantes nas rações.

Para avaliar o efeito na lucratividade, foi utilizado o Índice Bioeconômico (IBE), em que $IBE = \text{ganho de peso} - (Z \times CR)$, sendo Z, a relação entre o preço do kg de ração e o preço do kg do frango vivo. O preço médio do quilo do frango vivo foi obtido no mercado local e o preço do quilo da ração foi considerado a partir dos preços de aquisição dos ingredientes no período de agosto de 2017.

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e índice de temperatura de globo negro e umidade, coletados durante o período experimental, foram submetidos aos cálculos de média e desvio padrão. Enquanto os dados de desempenho produtivo, rendimento de carcaça, cortes, gordura abdominal, peso dos órgãos digestivos e do coração foram submetidos a análise de

variância. Aplicou-se o teste SNK (Student-Newman-Keuls) e análise de regressão segundo o programa estatístico PROC GLM do software SAS (Statistical Analysis System, versão 9.0). Considerou-se o $\alpha = 0,05$.

Resultados e Discussão

Os valores médios de temperatura, umidade relativa do ar e o Índice de Temperatura de Globo Negro aferidos durante o período experimental encontram-se na Tabela 3. Os valores médios de temperatura durante a segunda e terceira semana de vida ($30,54 \pm 6,25$ e $30,03 \pm 6,77^\circ\text{C}$, respectivamente), estão um pouco acima da zona de conforto térmico dos animais, exceto na primeira semana ($29,97 \pm 6,59$). De acordo com o manual da linhagem Aviagen Ross (2014) para a primeira, segunda e terceira semana de vida o ambiente de criação deve disponibilizar temperaturas em torno de 30, 27 e 24°C , respectivamente. Os valores de umidade relativa do ar ($55,08 \pm 14,2$; $51,42 \pm 13,02$ e $48,39 \pm 9,89\%$) estão de acordo com as recomendações de Albino e Tavernari (2014), entre 50 e 70%. O Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) para primeira, segunda e terceira semana, foram $81,93 \pm 4,92$, $81,30 \pm 4,83$ e $80,76 \pm 3,84$, respectivamente. ITGU entre 78 a 88 caracteriza um ambiente quente (MEDEIROS et al., 2005), o que indica que os animais se encontravam em ambiente com temperatura um pouco acima da zona de conforto térmico, demonstrando estresse por calor cíclico brando.

Frangos de corte submetidos a temperaturas acima de sua zona de conforto térmico podem resultar em alterações metabólicas, como, redução no consumo de ração, aumentam o consumo de água e, em consequência, ocorre o comprometimento do desempenho desses animais. Embora expostos por algum tempo sobre estresse por calor, os parâmetros de desempenho dos animais não foram influenciados pelo clima, conforme Rostagno et al. (2017) que preconiza uma média de ganho de peso no período de 1 a 7 dias de 40 a 190g e para 8 a 21 dias de 220 a 950g e os encontrados nessa pesquisa foram: 126 e 822g aos 7 e 22 dias de idade.

Não se observou interação ($P>0,05$) entre a suplementação do complexo enzimático e inclusão do farelo de arroz integral sobre o desempenho produtivo dos animais no período de 1 a 7 dias de idade (Tabela 4). Na mesma fase também não houve efeito dos tratamentos isolados sobre o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade criatória e o índice de eficiência produtiva ($P>0,05$).

A falta de efeito da suplementação enzimática e da inclusão do FAI sobre o consumo de ração ($P>0,05$) ocorreu porque os níveis nutricionais das dietas atenderam adequadamente às necessidades das aves, uma vez que a pesquisa foi desenvolvida sem a redução da densidade nutricional das dietas. De acordo com Barbosa et al. (2012) essa redução com uso de enzimas pode trazer benefícios importantes por otimizar a eficiência das enzimas junto ao substrato. No entanto, Cardoso et al. (2011) trabalhando com complexo enzimático (α -galactosidase, galactomananase, xilanase e β -glucanase) em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte não observaram efeito da suplementação para o consumo de ração, mesmo levando em consideração a matriz nutricional das enzimas.

O ganho de peso também não foi influenciado ($P>0,05$) pelos níveis de farelo de arroz integral, independentemente da suplementação com o complexo enzimático. Esperava-se que o complexo enzimático promovesse melhora no aproveitamento dos nutrientes das dietas no período estudado, refletindo em maior ganho de peso, uma vez que animais jovens apresentam o trato digestório imaturo e com produção de enzimas endógenas ainda reduzidas para digerir eficientemente as dietas (DOURADO et al., 2014) exceto, componentes como o fitato os quais esses animais não apresentam produção de enzimas capazes de agir sobre ele, independente da idade.

Não houve efeito para a conversão alimentar ($P>0,05$) pela suplementação enzimática e os níveis de farelo de arroz, esse resultado mostra que a utilização do FAI em níveis de 5 e 10%, independente da suplementação com enzimas, não prejudica a absorção dos nutrientes pelas

aves. Dessa forma, é possível que os fatores antinutricionais presentes no farelo de arroz integral não estavam em quantidades suficientes capaz de afetar o valor nutricional do FAI, não influenciando assim as características zootécnicas na fase estudada.

De acordo com Asyifah et al. (2012) o baixo nível de fatores antinutricionais como arabinoxilano presente nos alimentos pode amenizar os efeitos negativos no desempenho dos frangos de corte, podendo esses fatores antinutricionais alterar-se de acordo com a variedade a qual o alimento pertence. Os mesmos autores comparando variedades de arroz integral MR239 e MR257 encontraram valores diferenciados para β -glucanos, em torno de 0,7 a 0,29%, arabinoxilanos de 0,042 a 0,03% e celulose de 1,63 a 0,08%, respectivamente.

No período de 1 a 21 dias de idade (Tabela 5) não houve interação entre a suplementação enzimática e os níveis de farelo de arroz integral para os parâmetros avaliados ($P>0,05$). O complexo enzimático e FAI não influenciou o consumo de ração das aves ($P>0,05$).

O efeito do complexo enzimático e farelo de arroz sobre o consumo de ração no presente trabalho está de acordo com Schoulten et al. (2003) os quais, em estudo para avaliar níveis de farelo de arroz (0, 10 e 20%) e xilanase (0, 200, 400 e 600 unidades por Kg) para frangos de corte aos 21 dias de idade, também não observaram diferença significativa para o consumo de ração quando os animais receberam alimentação com inclusão do farelo de arroz em até 10%, com ou sem suplementação enzimática. Quando os níveis do farelo de arroz foram aumentados para 20% houve uma redução no consumo de ração, podendo ser revertido pela adição de 600 unidades de xilanase/kg.

De acordo com Filardi et al. (2007) quando há redução no consumo de ração associa-se principalmente a presença de polissacarídeos não amiláceos contidos nesse alimento, esses fatores antinutricionais, quando não digeridos, aumentam a viscosidade do quimo intestinal, diminuindo a velocidade de passagem do alimento ao longo do trato digestório e, conseqüentemente, determinam menor ingestão de ração, resposta não observado nessa pesquisa.

A inclusão do farelo de arroz integral influenciou de forma linear crescente o ganho de peso, de acordo com a equação: $Y = 0,7999 + 0,0044x$ ($R^2 = 0,82$) e de forma linear decrescente ($P < 0,05$), a conversão alimentar, conforme a equação $Y = 1,5436 - 0,0087x$ ($R^2 = 0,98$) assim, à medida que aumentou a inclusão do farelo de arroz integral houve melhora no ganho de peso e conversão alimentar.

Durante o processo de digestão das proteínas pelos frangos de corte são gerados aminoácidos, que possivelmente tenham sido melhor aproveitados e transformados em carne pelos animais. O teor de fibra presente nas dietas também pode ter influenciado esse efeito, uma vez que, segundo Jiménez-Moreno et al. (2016), a inclusão de quantidades moderadas de fibra pode melhorar o desempenho de frangos de corte jovens. Resultado contrário ao desse trabalho, foram encontrados por Cardoso et al. (2011) que observaram piora na conversão alimentar com utilização de enzimas (α -galactosidase, galactomananase, xilanase e β -glucanase e β -glucanase) em dietas à base de milho e farelo de soja.

Não houve efeito do complexo enzimático sobre o ganho de peso e conversão alimentar ($P > 0,05$) no período de 1 a 21 dias de idade. O efeito da enzima na alimentação de animais não ruminantes pode estar relacionado com diversos fatores, dentre eles, meio ambiente, quantidade da enzima fornecida, interação entre as enzimas (ZAKARIA et al., 2010), além de suas propriedades intrínsecas, como, especificidade de substrato para ação, por isso é necessário um maior entendimento sobre a presença, a quantidade e a composição dos diferentes PNA's nos ingredientes para que o uso dessas ferramentas resulte em maiores ganhos no desempenho produtivo (FERNANDES et al., 2017). Outro fato relevante que se deve levar em consideração, é que as aves ao se tornarem maduras apresentam mecanismos anatômicos e fisiológicos relativamente melhores para lidar com fatores antinutricionais, como as fibras (PIYATARATNE et al., 2009) aproveitando melhor os alimentos de origem vegetal.

Os resultados encontrados nessa pesquisa corroboram os de Dadólio et al. (2016), que trabalhando com diferentes níveis de complexo enzimático em dietas para frangos de corte não observaram influência sobre as características de desempenho aos 21 dias. Zakaria et al. (2010) também não encontraram efeito do complexo enzimático sobre o consumo de ração e conversão alimentar de frangos aos 21 dias de idade. Por outro lado, Bonato et al. (2004), em estudo com complexo enzimático e níveis de farelo de arroz integral (0, 10, 20 e 30%) em dietas para frangos de corte, observaram redução no consumo de ração e ganho de peso à medida que aumentou o nível de inclusão do FAI.

Não se observou influência da inclusão do farelo de arroz integral e da suplementação enzimática sobre a viabilidade criatória ($P>0,05$), no entanto, o FAI influenciou de forma linear crescente o índice de eficiência produtiva ($P<0,05$) de acordo com a equação $Y = 258,6390 + 3,1614x$ ($R^2 = 0,91$). A melhora no índice de eficiência produtiva em virtude do nível de inclusão do FAI ocorreu porque a eficiência produtiva leva em consideração respostas do desempenho dos animais, como velocidade de crescimento e conversão alimentar, fato esse observado nessa pesquisa.

Na avaliação do rendimento da carcaça, cortes e gordura abdominal dos frangos aos 21 dias de idade (Tabela 6) não houve interação entre a suplementação enzimática e o farelo de arroz integral ($P>0,05$) nem efeito isolado dos tratamentos ($P>0,05$). Considerando que o rendimento de carcaça pode ser influenciado pela melhora no ganho de peso, esperava-se que houvesse também uma melhora para essa variável. Embora não se observou esse efeito, também não houve redução no rendimento de carcaça, dessa forma, pressupõe-se que fatores antinutricionais como as pentosanas e β -glucanos não estavam em quantidades suficientes para prejudicar o valor nutricional das dietas para os frangos de corte (ADRIZAL et al., 1996), não influenciando dessa forma no rendimento de carcaça. Isso nos permite afirmar que frangos de

corte até 21 dias de idade podem se alimentar com dietas contendo 10% de farelo de arroz integral sem que ocorra comprometimento no rendimento de carcaça dos mesmos.

Esse resultado corrobora os encontrados por Dadólio et al. (2015) que trabalhando com o complexo enzimático dessa pesquisa em dietas à base de milho e farelo de soja, também não encontraram efeito da suplementação enzimática sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte aos 42 dias de idade. E contrapõem-se aos observados por Bonato et al. (2004), que ao suplementarem dietas para frangos de corte aos 21 dias com complexo multienzimático e níveis de inclusão de farelo de arroz integral (0, 10, 20 e 30%), observaram redução no rendimento de carcaça, peso da coxa e peito à medida que aumentou o nível de inclusão do FAI.

Não houve interação entre a suplementação enzimática e a inclusão do farelo de arroz integral ($P>0,05$) para os pesos absoluto e relativo dos órgãos digestivos e coração (Tabela 7). Também não houve efeito da adição do complexo enzimático nem dos níveis de FAI ($P>0,05$) sobre esses parâmetros.

Acredita-se que a presença da fibra nas dietas não foi suficiente para influenciar o peso da moela, de acordo com Filgueira et al. (2014) a fibra da dieta pode modificar o peso da moela, quando reduzida por exemplo, tem-se uma diminuição da mesma, uma vez que ocorre redução na estimulação deste órgão. Em trabalho com codornas esses mesmos autores utilizaram arroz triturado (0, 20, 40, 60 e 80%) em substituição ao milho e também não encontraram efeito para essa variável estudada.

Resultados semelhante ao dessa pesquisa foram encontrados por Vieira et al. (2007) que trabalhando com a enzima fitase em dietas contendo níveis de farelo de arroz também não encontraram efeito da enzima sobre o rendimento de carcaça, moela, coração e fígado para frangos de corte.

Esperava-se que o complexo enzimático melhorasse as características zootécnicas estudadas, uma vez que, de acordo com Dadólio et al. (2016) as enzimas exógenas agem mais

eficientemente sobre alimentos alternativos, no entanto não foi possível observar tal efeito nessa pesquisa. Dessa forma, sugere-se que os próximos trabalhos devem considerar as vantagens da enzima na matriz nutricional para formulação das dietas, fator este que pode ter levado a falta de efeito do complexo enzimático sobre o desempenho produtivo dos animais nesse estudo.

A utilização do farelo de arroz integral depende da disponibilidade do produto e do fator econômico envolvido, desta forma, os índices econômicos (custo médio de alimentação, relação custo médio de alimentação/ganho de peso, renda bruta e margem bruta média) obtidos no período de 1 a 21 dias de idade estão apresentados na Tabela 8.

Observou-se que o custo médio da ração variou entre R\$ 1,71 a 1,77. O custo de alimentação elevou com a inclusão de 10% de FAI, independente da suplementação com complexo enzimático, no entanto, manteve-se um valor constante para a dieta controle com e sem complexo enzimático e 5% de FAI com enzima. O Custo médio de arraaçamento/ganho de peso médio reduziu com 10% de FAI e complexo enzimático e aumentou de forma linear crescente a renda média bruta.

Os resultados da análise econômica, em especial a margem bruta média, apontam que, no período de 1 a 21 dias de idade, a inclusão de 10% de FAI com complexo enzimático (R\$1,38) proporcionou melhor resultado econômico dentre as dietas e, portanto, mostrou-se economicamente mais viável para frangos de corte nesta fase. Esses resultados corroboram os de Macedo (2017) que avaliando níveis (0, 5, 10, 15 e 20%) de farelo de arroz integral em dietas para frangos de corte caipira, observaram melhor resposta econômica com 10% de farelo de arroz integral.

A ração com 10% de inclusão de FAI com complexo apresentou melhor IBE (0,35). No entanto, vale ressaltar que a inclusão do FAI em dietas para frangos de corte dependerá da disponibilidade e da variação no preço desse subproduto.

Conclusões

A suplementação de complexo enzimático em dietas contendo farelo de arroz integral não influencia as características de desempenho produtivo dos frangos de corte nos períodos de 1 a 7 e 1 a 21 dias de idade.

A inclusão de até 10% de farelo de arroz integral sem suplementação enzimática melhora o ganho de peso, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade.

A viabilidade econômica foi melhor com 10% de farelo de arroz integral e complexo enzimático.

Agradecimento

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio referente à concessão de bolsa durante o Doutorado.

Referências Bibliográficas

- ADRIZAL, P. P.; JERRY, L. S. Utilization of defatted rice bran by broiler chickens. **Poultry Science**, v. 75, p. 1012-1017, 1996.
- ALBINO, L. F. T.; TAVERNARI, F. C. **Produção e manejo de frangos de corte**. Viçosa: MG, 88p. 2014.
- ASYIFAH, M. N.; ABD-AZIZ, S.; PHANG, L. Y.; AZLIAN, M. N. Brown rice as a potential feedstuff for poultry. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, p. 103–110, 2012.
- AVIAGEM ROSS. **Manual de manejo de frangos Ross**. 2014. 130p. Disponível em: http://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/Ross-Broiler-Handbook-2014-PT.pdf. Acesso em: 12 dez. 2017.

BARBOSA, N. A. R. et al. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho.

Ciência Rural, v. 48, n. 12, 2012.

BONATO, E. L. et al. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, 2004.

BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.

CARDOSO, D.M.; MACIEL, M.P.; PASSOS, D.P.; SILVA, F.V; REIS, S.T.; AIURA, F.S.

Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 1053-1064, 2011.

CONTE, A. J. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1147-1156, 2003.

DADÓLIO, F. S. et al. Exogenous enzymes in diets for broilers. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 2, 2016.

DADÓLIO, F. S.; Vaz, D. P.; Moreira, J.; Albino, L. F. T.; Valadares, L. R. carcass characteristics of broilers fed enzyme complex. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 31, n. 2. p. 153-162, 2015.

DOURADO, L. R.; BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K. Enzimas na nutrição de monogástricos. In: SAKOMURA, N. K. et al. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. p. 475-476.

FERNANDES, J. I. M. et al. Desempenho produtivo de frangos de corte e utilização de energia e nutrientes de dietas iniciais com milho classificado ou não e suplementadas com complexo enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 1. Belo Horizonte Jan./Fev. 2017.

- FERREIRA, R. A. **Suinocultura**: manual prático de criação. Viçosa. MG: Aprenda Fácil, 2012. 443 p.
- FILARDI, R. S. et al. Utilização do farelo de arroz em rações para poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, 2007.
- FILGUEIRA, T. M. B. et al. Corn replacement by broken rice in meat-type quail diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 16, n. 4. p. 345-350, 2014.
- FORTES, B. D. A. et al. Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 24 - 32, jan./mar, 2012.
- FRANCESCH, M.; GERAERT, P. A. Enzyme complex containing carbohydrases and phytase improves growth performance and bone mineralization of broilers fed reduced nutrient corn-soybean-based diets. **Poultry Science**, v. 88, p. 1915–1924, 2009.
- GOMES et al. Farelo de arroz integral em rações para leitões de 43 a 67 dias de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 2, 189-186, 2012.
- GRACIA, M. I. et al. α -Amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, v. 82, p. 436–442, 2003.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.
- JIMÉNEZ-MORENO, E. et al. Inclusion of insoluble fiber sources in mash or pellet diets for young broilers. 1. Effects on growth performance and water intake. **Poultry Science**, v. 95, p. 41–52, 2016.
- JÚNIOR, B. S. B.; ZANELLA, I.; TOLEDO, G. S. P. et al. Dietas para frangos de corte contendo quirera de arroz. **Ciência Rural**, v. 37, 2007.

- KNUDSEN, K. B. Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. **Poultry Science**, v. 93, p. 2380–2393, 2014.
- LIMA, C. B. Fatores antinutricionais e processamento do grão de soja para alimentação animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 4, p. 24-33, out – dez, 2014.
- MACEDO, K. R. **Inclusão do farelo de arroz integral na alimentação de frangos de corte na linhagem caipira**. 2017. 32p. Dissertação (Mestre em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental. Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2017.
- MAKHDUM, Z.; HABIB-UR-REHMAN.; LARIK, J. M. et al. Crude enzymes supplementation in fibrous diet improves performance of commercial broilers. **Journal of Applied Animal Research**, v. 41, n. 2, p. 218-222, 2013.
- MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal** - RIISPOA, Brasília, DF, 2017.
- MATEOS, G. G.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; SERRANO, M. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. **Poultry science association**, v. 21, p.156–174, 2012.
- MEDEIROS, C. M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 4, p. 277-286, 2005.
- PIYARATNE, M. K. D. K. et al. Effects of balancing rice bran based diets for up to four amino acids on growth performance of broilers. **Tropical Agricultural Research & Extension**, v. 12, n. 2, 2009.
- PMT - PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. **Caracterização do município de Teresina**. Teresina, 2015. Disponível em: <<http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/TERESINA->

Caracteriza% C3%83% C2% A7% C3%83% C2% A3o-do-Munic% C3%83-pio-2015.pdf> Acesso em: 10 de abril de 2018.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. ed. 3, 252 p. Viçosa: UFV, 2011.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. ed. 4, 488 p. Viçosa: UFV, 2017.

SAS INSTITUTE. *Statistical Analysis Systems User's Guide: statistics*. 2. ed. version 9.0. Cary, NC, USA: SAS Institute, 2002.

SCHOULTEN, N. A. et al. O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência Agrotecnica**, v. 27, n. 6, 2003.

SILVA, E. P. Valores energéticos de ingredientes convencionais para aves de postura comercial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 91-100, jan./mar. 2009.

SUREK, D. et al. Uso de fitase em dietas de diferentes granulometrias para frangos de corte na fase inicial. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, 2008.

TOGASHI, C. K. Teores de colesterol e ácidos graxos em tecidos e soro de frangos de corte submetidos a diferentes programas nutricionais. Campos dos Goytacazes, 2004. 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense/RJ.

TORRES, D. M. **Valor nutricional de arroz suplementados com fitase, determinado por diferentes metodologias com aves**. 2003. 187p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em zootecnia. Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2003.

VIEIRA, A. R.; RABELLO, C. B. V.; LUDKE, M. C. M. M. et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta scientiarum animal sciences**, v. 29, n. 3, p. 267-275, 2007.

YAGHOBFAR, A.; KALANTAR, M. Effect of non-starch polysaccharide (NSP) of wheat and barley supplemented with exogenous enzyme blend on growth performance, gut microbial,

pancreatic enzyme activities, expression of glucose transporter (SGLT1) and mucin producer (MUC2) genes of broiler chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 19, n. 4, 2017.

ZAKARIA, H.; JALAL, M.; ISHMAIS, M. The influence of supplemental multi-enzymes feed additive on the performance, carcass characteristics, and meat quality traits of broiler chickens.

International Journal of Poultry Science, v. 9, p. 126-133, 2010.

Tabela 1. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade)

Ingrediente	Tratamentos ³					
	Sem complexo enzimático			Com complexo enzimático		
	0%FAI	5%FAI	10%FAI	0%FAI	5%FAI	10%FAI
Milho*	58,000	53,000	48,000	58,000	53,000	48,000
Farelo de soja *	35,280	34,794	34,276	35,280	34,794	34,276
Farelo de arroz integral*	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de soja refinado	1,967	2,585	3,209	1,967	2,585	3,209
Fosfato bicálcico	1,896	1,852	1,810	1,896	1,852	1,810
Calcário calcítico	0,872	0,894	0,914	0,872	0,894	0,914
NaCl	0,506	0,506	0,506	0,506	0,506	0,506
L-Lisina- HCL (79%)	0,171	0,167	0,167	0,171	0,167	0,167
Premix ¹	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Caulin (inerte)	0,308	0,202	0,118	0,258	0,152	0,068
Complexo enzimático ²	0,000	0,000	0,000	0,050	0,050	0,050
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada						
Proteína bruta (%)	22,200	22,200	22,20	22,200	22,200	22,200
EM (kcal/kg)	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
Lisina digestível (%)	1,311	1,310	1,311	1,311	1,310	1,311
Metionina digestível (%)	0,649	0,648	0,648	0,649	0,648	0,648
Met. + cistina digestível (%)	0,949	0,947	0,945	0,949	0,947	0,945
Treonina digestível (%)	0,739	0,735	0,730	0,739	0,735	0,730
Triptofano digestível (%)	0,244	0,245	0,245	0,244	0,245	0,245
Fibra bruta (%)	2,482	2,482	2,801	2,801	3,118	3,118
Cálcio (%)	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Fósforo disponível (%)	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Sódio (%)	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220

*Os valores de Proteína bruta desses ingredientes foram 8,9; 47,8 e 13,8%, respectivamente, para o milho, farelo de soja e farelo de arroz. O valor de fibra bruta do farelo de arroz integral foi de 8,5%, ambos determinados no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/CCA/UFPI.

¹Níveis de garantia por kg do produto: ferro 4.000,00 mg; cobre 1.000,00 mg; magnésio 7.000,00 mg; zinco 6.000,00 mg; iodo 100,00 mg; selênio 30,40 mg; vitamina A 920.000,00 UI; vitamina D3 230.000,00 UI; vitamina E 1.954,40 UI; vitamina K3 230,40 mg; vitamina B1 206,40 mg; vitamina B2 690,40 mg; niacina 4.024,80 mg; ácido pantotênico 1.264,80 mg; vitamina B6 298,40 mg; ácido fólico 115,20 mg; biotina 6,32 mg; vitamina B12 1.500,00 mcg; colina 50,00 g; lisina 110,00 g; metionina 350,00 g; nicarbazina 12,50 mg / 5.000,00 mg; enramicina: 1.000,00 mg.

²Complexo enzimático Cenzyne – contém: Betaglucanase 100 BGU/g, Celulase 720 U/g, Protease 1500 U/g, Lipase 400 U/g, Amilase 10500 U/g, Fitase 0,10 U/g, Bacillus Subtilis 0,01 x 10⁹ UFC/kg. Recomendação segundo o fabricante: 0.35 a 0.5 Kg/tonelada.

³FAI = Farelo de arroz integral.

Tabela 2. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias de idade)

Ingrediente	Tratamentos ³					
	Sem complexo enzimático			Com complexo enzimático		
	0%FAI	5%FAI	10%FAI	0%FAI	5%FAI	10%FAI
Milho*	62,400	57,370	52,000	62,400	57,370	52,000
Farelo de soja *	31,658	31,147	30,709	31,658	31,147	30,709
Farelo de arroz integral*	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de soja refinado	1,815	2,449	3,197	1,815	2,449	3,197
Fosfato bicálcico	1,502	1,460	1,418	1,502	1,460	1,418
Calcário calcítico	0,885	0,907	0,927	0,885	0,907	0,927
NaCl	0,483	0,483	0,478	0,483	0,483	0,478
L-Lisina- HCL (79%)	0,111	0,111	0,107	0,111	0,111	0,107
Premix ¹	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Caulin (inerte)	0,146	0,073	0,164	0,096	0,023	0,114
Complexo enzimático ²	0,000	0,000	0,000	0,050	0,050	0,050
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada						
Proteína bruta (%)	20,800	20,800	20,800	20,800	20,800	20,800
EM (kcal/kg)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Lisina digestível (%)	1,174	1,175	1,174	1,174	1,175	1,174
Metionina digestível (%)	0,634	0,633	0,632	0,634	0,633	0,632
Met. + cistina digestível (%)	0,917	0,915	0,913	0,917	0,915	0,913
Treonina digestível (%)	0,691	0,686	0,682	0,691	0,686	0,682
Triptofano digestível (%)	0,224	0,225	0,225	0,224	0,225	0,225
Fibra bruta (%)	2,406	2,406	2,723	2,723	3,038	3,038
Cálcio (%)	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819
Fósforo disponível (%)	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391
Sódio (%)	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210

*Os valores de Proteína bruta desses ingredientes foram 8,9; 47,8 e 13,8%, respectivamente, para o milho, farelo de soja e farelo de arroz. O valor de fibra bruta do farelo de arroz integral foi de 8,5%, ambos determinados no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/CCA/UFPI.

¹Níveis de garantia por kg do produto: ferro 4.000,00 mg; cobre 1.000,00 mg; magnésio 7.000,00 mg; zinco 6.000,00 mg; iodo 100,00 mg; selênio 30,40 mg; vitamina A 800.000,00 UI; vitamina D3 200.000,00 UI; vitamina E 1.700,00 UI; vitamina K3 200,00 mg; vitamina B1 180 mg; vitamina B2 600,00 mg; cianina 3.500,00 g; ácido pantotênico 1.100,00 mg; vitamina B6 260 mg; ácido fólico 100,00 mg; biotina 5,52 mg; vitamina B12 1.304,00 mcg; colina 47,50 g; lisina 80,00 g; metionina 310,00 gramas; nicarbazina + narasina 5.000,00 mg / 5.000,00 mg; enramicina: 1.000,00 mg.

²Complexo enzimático Cenzyme – contém: Betaglucanase 100 BGU/g, Celulase 720 U/g, Protease 1500 U/g, Lipase 400 U/g, Amilase 10500 U/g, Fitase 0,10 U/g, Bacillus Subtilis 0,01 x 10⁹ UFC/kg. Recomendação segundo o fabricante: 0.35 a 0.5 Kg/tonelada.

³FAI = Farelo de arroz integral.

Tabela 3. Condições ambientais observadas durante o período experimental¹

Semana	Temperatura (°C)			Umidade Relativa do ar (%)	ITGU ²
	Máxima	Mínima	Média		
1 ^a	36,18 ± 0,75	23,76 ± 2,50	29,97 ± 6,59	55,08 ± 14,21	81,93 ± 4,92
2 ^a	36,41 ± 1,09	24,66 ± 2,38	30,54 ± 6,25	51,42 ± 13,02	81,30 ± 4,83
3 ^a	36,50 ± 1,63	23,55 ± 1,51	30,03 ± 6,77	48,39 ± 9,89	80,76 ± 3,84

¹Valores médios.

²Índice de Temperatura de Globo e Umidade.

Tabela 4. Desempenho de frangos de corte no período de 1 a 7 dias suplementados com ou sem complexo enzimático e farelo de arroz integral

VARIÁVEL	CE	FAI (%)			Média ¹	CV (%)	Valor P ²	
		0	5	10			L	Q
Consumo de ração (Kg)	SEM	0,150	0,157	0,150	0,152 ^a	5,745	0,217	0,148
	COM	0,148	0,150	0,153	0,150 ^a			
	Média	0,149	0,153	0,152				
Ganho de peso (Kg)	SEM	0,127	0,130	0,125	0,127 ^a	5,153	0,462	0,834
	COM	0,125	0,123	0,130	0,126 ^a			
	Média	0,126	0,127	0,127				
Conversão alimentar	SEM	1,173	1,230	1,202	1,201 ^a	6,478	0,947	0,148
	COM	1,202	1,203	1,158	1,187 ^a			
	Média	1,187	1,217	1,180				
Viabilidade criatória (%)	SEM	100,000	100,000	100,000	100,000 ^a	.	.	.
	COM	100,000	100,000	100,000	100,000 ^a			
	Média	100,000	100,000	100,000				
Índice de eficiência produtiva (%)	SEM	209,725	200,503	200,685	203,638 ^a	8,503	0,612	0,240
	COM	200,777	201,032	218,282	206,697 ^a			
	Média	205,251	200,768	209,483				

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de SNK (P>0,05).

² L, Q: efeito de ordem linear e quadrática, respectivamente, relativos ao efeito de farelo de arroz integral.

CV – coeficiente de variação

Tabela 5. Desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias suplementados com ou sem complexo enzimático e farelo de arroz integral

VARIÁVEL	CE	FAI (%)			Média ¹	CV (%)	Valor P ²	
		0	5	10			L	Q
Consumo de ração (Kg)	SEM	1,247	1,213	1,243	1,234 ^a	3,756	0,990	0,359
	COM	1,233	1,223	1,230	1,229 ^a			
	Média	1,240	1,218	1,237				
Ganho de peso (Kg)	SEM	0,802	0,822	0,847	0,823 ^a	3,876	0,002	0,140
	COM	0,810	0,798	0,853	0,820 ^a			
	Média	0,806	0,810	0,850				
Conversão alimentar	SEM	1,553	1,482	1,467	1,500 ^a	3,189	0,0002	0,369
	COM	1,527	1,533	1,440	1,500 ^a			
	Média	1,540	1,507	1,453				
Viabilidade criatória (%)	SEM	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000 ^a	1,466	0,347	0,726
	COM	98,958	98,958	1000,000	99,306 ^a			
	Média	99,479	99,479	100,000				
Índice de eficiência produtiva (%)	SEM	259,638	277,542	289,092	275,424 ^a	5,799	0,0001	0,123
	COM	263,410	259,810	297,185	273,468 ^a			
	Média	261,524	268,676	293,138				

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de SNK (P>0,05).

² L, Q: efeito de ordem linear e quadrática, respectivamente, relativos ao efeito de farelo de arroz integral.

CV – coeficiente de variação

Tabela 6. Rendimento de carcaça, cortes e gordura abdominal de frangos de corte aos 21 dias de idade suplementados com ou sem complexo enzimático e farelo de arroz integral

VARIÁVEL	CE	FAI (%)			Média ¹	CV (%)	Valor P ²	
		0	5	10			L	Q
Carcaça (%)	SEM	80,573	81,203	81,188	80,988 ^a	1,652	0,438	0,431
	COM	80,757	79,730	80,965	80,484 ^a			
	Média	80,665	80,467	81,077				
Peito (%)	SEM	28,485	28,452	27,952	28,296 ^a	3,874	0,529	0,567
	COM	28,413	28,690	28,412	28,505 ^a			
	Média	28,449	28,571	28,182				
Coxa (%)	SEM	11,863	11,797	11,795	11,818 ^a	2,891	0,879	0,310
	COM	11,752	12,092	11,798	11,881 ^a			
	Média	11,807	11,944	11,797				
Sobrecoxa (%)	SEM	13,358	13,260	13,508	13,376 ^a	3,976	0,509	0,211
	COM	13,247	13,877	13,338	13,487 ^a			
	Média	13,302	13,568	13,423				
Asa (%)	SEM	4,815	4,840	4,865	4,840 ^a	4,643	0,448	0,532
	COM	4,707	4,838	4,790	4,778 ^a			
	Média	4,761	4,839	4,827				
Coxinha da asa (%)	SEM	5,795	5,910	6,052	5,919 ^a	5,121	0,115	0,888
	COM	5,712	5,765	5,853	5,777 ^a			
	Média	5,753	5,937	5,952				
Gordura abdominal (%)	SEM	0,955	1,070	0,925	0,983 ^a	29,752	0,784	0,451
	COM	0,997	1,077	1,093	1,056 ^a			
	Média	0,976	1,073	1,009				

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de SNK (P>0,05).

² L, Q: efeito de ordem linear e quadrática, respectivamente, relativos ao efeito de farelo de arroz integral.

CV – coeficiente de variação

Tabela 7. Peso absoluto e relativo de órgãos digestivos e coração de frangos de corte aos 21 dias de idade suplementados com ou sem complexo enzimático e farelo de arroz integral

VARIÁVEL	CE	FAI (%)			Média ¹	CV (%)	Valor P ²	
		0	5	10			L	Q
Pâncreas (g)	SEM	2,333	2,333	2,167	2,278 ^a	15,102	0,212	0,927
	COM	2,250	2,083	2,083	2,139 ^a			
	Média	2,292	2,208	2,125				
Moela+proventrículo (g)	SEM	28,917	29,500	29,750	29,389 ^a	9,929	0,585	0,870
	COM	29,667	29,250	30,083	29,667 ^a			
	Média	29,292	29,375	29,917				
Coração (g)	SEM	3,583	4,167	3,750	3,833 ^a	16,798	0,373	0,518
	COM	3,833	3,667	4,083	3,861 ^a			
	Média	3,708	3,917	3,917				
Fígado (g)	SEM	21,583	20,000	20,417	20,667 ^a	9,720	0,793	0,443
	COM	19,500	20,333	21,167	20,333 ^a			
	Média	20,542	20,167	20,792				
Intestino (g)	SEM	36,750	37,250	38,583	37,528 ^a	12,344	0,774	0,656
	COM	37,917	38,750	36,833	37,833 ^a			
	Média	37,333	38,000	37,708				
Pâncreas (%)	SEM	0,288	0,283	0,258	0,277 ^a	15,237	0,079	0,944
	COM	0,275	0,257	0,247	0,259 ^a			
	Média	0,282	0,270	0,252				
Moela+proventrículo (%)	SEM	3,577	3,577	3,537	3,563 ^a	9,807	0,678	0,961
	COM	3,640	3,578	3,565	3,594 ^a			
	Média	3,608	3,578	3,551				
Coração (%)	SEM	0,445	0,505	0,448	0,466 ^a	16,704	0,730	0,459
	COM	0,468	0,450	0,482	0,467 ^a			
	Média	0,457	0,477	0,465				
Fígado (%)	SEM	2,673	2,432	2,432	2,512 ^a	9,453	0,439	0,543
	COM	2,393	2,490	2,500	2,460 ^a			
	Média	2,532	2,461	2,466				
Intestino (%)	SEM	4,552	4,523	4,592	4,556 ^a	11,542	0,588	0,557
	COM	4,647	4,732	4,347	4,575 ^a			
	Média	4,599	4,627	4,469				

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de SNK (P>0,05).

² L, Q: efeito de ordem linear e quadrática, respectivamente, relativos ao efeito de farelo de arroz integral.

CV – coeficiente de variação

Tabela 8. Viabilidade econômica das dietas experimentais contendo farelo de arroz integral (FAI) e complexo enzimático (CE) para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade

Variável ¹	Tratamentos ²					
	Sem complexo enzimático			Com complexo enzimático		
	0%FAI	5%FAI	10%FAI	0%FAI	5%FAI	10%FAI
Custo médio da ração (R\$)	1,73	1,71	1,77	1,73	1,73	1,76
Relação CMA/GPM (R\$/Kg)	2,16	2,08	2,09	2,14	2,17	2,07
RBM (R\$)	2,96	3,02	3,12	2,98	2,95	3,14
Margem Bruta Média (R\$)	1,23	1,31	1,35	1,26	1,22	1,38
IBE	0,31	0,33	0,34	0,32	0,30	0,35
IBE%	30,72	33,17	34,22	31,50	30,48	34,96

¹ CMA= Custo Médio de Arraçoamento, GPM= Ganho de Peso Médio, RBM= Renda Média Bruta, IBE= Índice Bioeconômico.

²FAI = farelo de arroz integral

CAPÍTULO II

Artigo Científico

Efeito do complexo enzimático e farelo de arroz integral sobre a metabolizabilidade e deposição dos nutrientes em frangos de corte

Efeito do complexo enzimático e farelo de arroz integral sobre a metabolizabilidade e deposição dos nutrientes em frangos de corte

Hidaliana Paumerik Aguiar Bastos⁽¹⁾; Agostinho Valente de Figueirêdo⁽²⁾

⁽¹⁾Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí, Teresina-Piauí-Brasil.

⁽²⁾Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, Teresina-Piauí- Brasil.

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito do complexo enzimático e farelo de arroz integral em dietas para frangos de corte sobre a metabolizabilidade dos nutrientes e energia, balanço de nitrogênio e eficiência de utilização do nitrogênio das dietas (experimento I); bem como, a composição química e a deposição de nutrientes na carcaça (experimento II). Os tratamentos consistiram de três níveis de farelo de arroz integral (0, 5 e 10%) associados com e sem complexo enzimático, em esquema fatorial 3 x 2, totalizando 6 tratamentos com 6 repetições. No experimento I, utilizou-se 144 aves de 12 a 19 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, e no experimento II, 576 aves de 1 a 21 dias de idade, distribuídas em blocos ao acaso. Houve interação para consumo e coeficiente de metabolizabilidade de energia bruta e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio. De forma isolada, o complexo enzimático reduz a excreção de matéria seca, proteína e energia bruta, aumenta o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta, balanço de nitrogênio e eficiência de utilização do nitrogênio das dietas. O farelo de arroz integral proporciona efeito quadrático sobre a matéria seca consumida e efeito linear positivo sobre o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta. Na avaliação da carcaça, houve interação para a composição e deposição de energia bruta e o complexo enzimático, isoladamente, conferiu maior composição e deposição de

matéria mineral. O complexo enzimático e até 5,6% de FAI confere às dietas maior energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio.

Palavras-chave: avicultura, carcaça, enzimas exógenas, metabolismo

Effect of enzyme complex and whole rice bran on metabolizable and nutrient deposition in
broilers

Hidaliana Paumerik Aguiar Bastos⁽¹⁾; Agostinho Valente de Figueirêdo⁽²⁾

⁽¹⁾Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí, Teresina-Piauí-Brasil.

⁽²⁾Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, Teresina-Piauí- Brasil.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of enzyme complex and whole rice bran on broiler diets on nutrient and energy metabolizability, nitrogen balance and nitrogen utilization efficiency of the diets (experiment I). As well as the chemical composition and deposition of nutrients in the carcass (experiment II). The treatments consisted of three rice bran levels (0, 5 and 10%) associated with and without enzymatic complex, in a 3 x 2 factorial scheme, totaling 6 treatments with 6 replicates. In the experiment I, 144 birds of 12 to 19 days of age, distributed in a completely randomized design, and in Experiment II, 576 birds from 1 to 21 days of age were randomly distributed in blocks. There was interaction for consumption and coefficient of metabolizability of crude energy and apparent metabolizable energy corrected by nitrogen balance. In an isolated way, the enzymatic complex reduces the excretion of dry matter, protein and crude energy, increases the coefficient of metabolizability of crude protein, nitrogen balance and efficiency of nitrogen utilization of the diets. The whole rice bran provides quadratic effect on the dry matter consumed and positive linear effect on the metabolizable coefficient of the crude protein. In the evaluation of the carcass, there was interaction for the composition and deposition of crude energy and the enzymatic complex, alone, conferred greater composition and deposition of mineral matter. The enzymatic complex and up to 5.6% FAI gives the diets of apparent metabolizable energy corrected by nitrogen balance.

Key words: poultry, carcass, exogenous enzymes, metabolism

Introdução

O farelo de arroz integral, um subproduto do processamento do arroz, rico em lipídios, proteína e fósforo é uma alternativa a ser utilizada nas formulações de dietas para frangos de corte (SCHOULTEN et al., 2003). Porém, em virtude da presença de fatores antinutricionais, como os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e o fitato, sua utilização ainda é limitada na produção de aves, pois os PNA's tendem a absorver água no trato digestório dos animais formando um gel que impede a absorção dos nutrientes das dietas (VIEIRA et al., 2007) e o fitato complexa proteínas e minerais como cálcio, zinco, cromo, cobre, manganês e ferro (LIMA et al., 2014).

Dessa forma, em virtude dos frangos de corte não apresentarem enzimas capazes de digerir tais compostos presentes na alimentação, a disponibilidade de energia metabolizável da ração fica prejudicada, uma vez que há redução na digestibilidade dos nutrientes, comprometendo de forma geral o desempenho zootécnico dos animais.

Entretanto, a utilização de enzimas exógenas pode melhorar a metabolizabilidade dos nutrientes das dietas uma vez que reduzem os efeitos negativos provocados pelos fatores antinutricionais, disponibilizando os nutrientes que se encontram encapsulados na parede celular dos vegetais, favorecendo dessa forma o aproveitamento de minerais, proteínas, amido e energia (SLOMINSKI, 2011). Seu efeito se torna ainda mais eficiente quando são fornecidos em forma de complexo, uma vez que as enzimas agem sinergicamente.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação com complexo enzimático e farelo de arroz integral em dietas para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade sobre a

metabolizabilidade dos nutrientes, o balanço de nitrogênio e a eficiência de utilização do nitrogênio das dietas, bem como, a composição química e a deposição de nutrientes na carcaça.

Material e métodos

Foram realizados dois experimentos, um para a avaliação da metabolizabilidade dos nutrientes, do balanço de nitrogênio e da eficiência de utilização do nitrogênio das dietas (experimento 1) e, outro para a avaliação da composição química e deposição de nutrientes na carcaça (experimento 2), os quais foram conduzidos nos galpões de metabolismo e de desempenho, respectivamente, do setor de avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí (DZO/CCA/UFPI), em Teresina - Piauí - Brasil, nos meses de agosto e setembro de 2017, após ser aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em Experimentação da UFPI (Parecer de Aprovação n°. 355/2017).

O município de Teresina está situado na latitude 05° 05' 21'' sul e na longitude 42° 48' 07'' oeste, de acordo com a classificação de Köppen, clima Aw, do tipo tropical úmido, com inverno seco e índices pluviométricos bastantes irregulares. As temperaturas médias atingem até 29,3°C nos meses mais quentes do ano (setembro a dezembro), a umidade relativa do ar média fica em torno dos 60%, e a precipitação média abaixo dos 50 mm, gerando grande desconforto térmico por calor nesse período (PMT, 2015).

No experimento 1 foram utilizados 144 frangos de corte machos, da linhagem Ross[®] 308, no período de 12 a 19 dias de idade, para avaliação da metabolizabilidade dos nutrientes e energia das dietas, balanço de nitrogênio e a eficiência de utilização do nitrogênio das dietas experimentais. Até 11° dia de vida, as aves foram mantidas em galpões de alvenaria e piso cimentado, recebendo uma dieta à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), formulada para atender as exigências nutricionais, conforme programas de alimentação recomendados por Rostagno et al. (2011).

Aos 12 dias de idade, as aves foram pesadas e distribuídas de acordo com o peso vivo médio, foram alojadas em gaiolas metabólicas dotadas de comedouro e bebedouro do tipo calha e bandeja coletora de excretas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2, sendo três níveis de farelo de arroz, com e sem suplementação enzimática, e seis repetições. Em cada unidade experimental foram alojadas quatro aves, totalizando 24 aves por tratamento.

Os frangos de corte receberam dietas isoproteicas e isoenergéticas, à base de milho e farelo de soja. As dietas experimentais foram formuladas para atender as exigências nutricionais das aves na fase inicial (8 a 21 dias de idade) (Tabela 2), conforme recomendações de Rostagno et al. (2011). A proteína bruta do milho, farelo de soja e do farelo de arroz integral, foi analisada no LANA (Laboratório de Nutrição Animal) pertencente ao DZO/UFPI, além da fibra bruta do farelo de arroz integral. O complexo enzimático foi adicionado na proporção de 0,05 kg/tonelada de ração, de acordo com as recomendações do fabricante, sendo o mesmo composto de amilase, fitase, celulase, β -glucanase, protease e xilanase, sua adição foi realizada em substituição ao material inerte presente na ração (caulim).

As rações foram fornecidas à vontade e pesadas no início e no final do período de coleta, para quantificação do consumo por unidade experimental. Os ventiladores eram ligados das 10h00min às 15h00min, para monitoramento da temperatura ambiental utilizou-se termohigrômetros, termômetros de bulbo seco e de bulbo úmido. Os registros das temperaturas foram feitos, diariamente, às 08h00min e 16h00min. O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz natural + artificial), utilizando-se lâmpadas fluorescentes de 60 W.

O experimento teve duração de oito dias, sendo quatro dias de adaptação e quatro dias de coleta de excretas. A técnica de coleta total de excretas foi a descrita por Sakomura & Rostagno (2016), as quais foram realizadas pela manhã e tarde, em cada gaiola, para evitar fermentação e perda de nutrientes. Após coletadas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos,

identificadas, pesadas e armazenadas em freezer, até o período final do experimento, para posterior realização das análises laboratoriais.

Ao final do período de coleta, toda a excreta proveniente da mesma unidade experimental foi descongelada e misturada uniformemente para a retirada de uma amostra representativa. Após pré-secagem, em estufa de circulação forçada de ar, por 72 horas, a $60 \pm 5^\circ\text{C}$, as excretas foram moídas em moinho tipo facas e as dietas, em moinho de bola. As amostras foram analisadas quanto aos teores de matéria seca, nitrogênio total e energia bruta, de acordo com os procedimentos de Silva & Queiroz (2002). Após as análises laboratoriais das dietas e das excretas, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes e da energia bruta, o balanço de nitrogênio, a eficiência de utilização do nitrogênio e a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, utilizando-se as equações propostas por Sakomura & Rostagno (2016).

No experimento 2, foram avaliados os efeitos da suplementação de complexo enzimático e níveis de farelo de arroz integral em dietas para frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade, sobre a composição e deposição de nutrientes e energia na carcaça. Foram utilizados 576 pintos de corte, machos da linhagem Ross 308[®], com um dia de idade, peso médio inicial de $43,93 \pm 0,16$ gramas, vacinados contra as doenças de Marek e Gumboro no incubatório.

O delineamento experimental adotado foi o em blocos casualizados, em esquema fatorial 3×2 , sendo três níveis de farelo de arroz integral (0%, 5% e 10%), com ou sem suplementação enzimática, com seis repetições.

As aves receberam duas dietas experimentais, uma para a fase pré-inicial de 1 a 7 dias (Tabela 1) e outra para a fase inicial de 8 a 21 dias (Tabela 2), isoenergéticas e isoproteicas, formuladas à base de milho e farelo de soja para atender as exigências nutricionais das aves conforme as recomendações de Rostagno et al. (2011). A proteína bruta do milho, farelo de soja

e do farelo de arroz integral, foi analisada no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFPI, além da fibra bruta do farelo de arroz integral.

Cada unidade experimental foi representada por 16 aves alojadas em boxes de 2,8 m² dotados de comedouros tubulares, bebedouros pendulares e cama composta de casca de arroz, distribuídas em dois galpões de alvenaria coberto de telhas de cerâmica, piso cimentado e cortinas nas laterais para o controle das correntes de ar. Os galpões eram equipados com ventiladores e nebulizadores, os ventiladores foram acionados diariamente, a partir do 10º dia de vida das aves, das 10h00min às 18h00min e os nebulizadores das 12h00min às 15h00min. O programa de luz adotado foi o contínuo, sendo luz natural e artificial.

As aves foram mantidas em sistema de aquecimento, através de lâmpadas incandescentes posicionadas próximas as aves, nos dez primeiros dias de vida e tiveram livre acesso à água e às dietas experimentais durante todo o período experimental.

Os dados sobre temperatura e umidade relativa do ar foram coletados duas vezes ao dia, às 08h00min e às 16h00min, através de termo-higrômetros de máxima e de mínima, bulbo seco, bulbo úmido e globo negro, mantidos no centro do galpão à altura das aves. Os dados foram, posteriormente, convertidos em Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), conforme proposto por Buffington et al. (1981).

No 21º de idade, foi selecionada uma ave de cada unidade experimental, com peso vivo próximo da média, identificada e colocada em jejum alimentar por 12 horas. Posteriormente, as aves foram abatidas por deslocamento cervical, sangradas, escaldadas, depenadas e evisceradas conforme o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (MAPA, 2017).

As carcaças foram pesadas, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer. Posteriormente foram cortadas e moídas em moinho de carne industrial, liofilizadas por 72 horas, moídas em moinho de faca e armazenadas em recipientes de

plástico devidamente lacrados e identificados para análises laboratoriais. As análises de matéria seca, proteína bruta, matéria mineral e energia bruta foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí, segundo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

O mesmo procedimento foi realizado com um dia de vida das aves, onde foram selecionadas 10 aves com média de peso semelhante das submetidas aos tratamentos experimentais. A deposição de nutrientes foi calculada a partir dos valores de composição química, pela diferença do nutriente na carcaça das aves, aos 21 dias e no primeiro dia de idade. Para a determinação da matéria seca, proteína, matéria mineral e energia na carcaça, foi utilizada a metodologia adaptada de Fraga et al. (2008).

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e índice de temperatura de globo e umidade, coletados durante todo o período experimental nos dois experimentos, foram submetidas aos cálculos de média e desvio padrão. As demais variáveis foram avaliadas estatisticamente por meio de análise de variância, teste de Student Newman Keuls e Regressão, segundo os procedimentos estatísticos do PROC GLM do software SAS (Statistical Analysis System, versão 9.0). Considerou-se o $\alpha = 0,05$.

Resultados e discussão

Os valores de temperatura considerados ideais para frangos de corte da linhagem Ross 308[®] (2014) para a primeira, segunda e terceira semana de vida são: 30, 27 e 24°C, respectivamente e umidade de 50 a 70% conforme Albino e Tavernari (2014). Foi observado ITGU entre 78 a 88 caracteriza um ambiente quente (MEDEIROS et al., 2005), o que indica que os animais do primeiro e no segundo experimento, exceto na primeira semana, se encontravam em ambiente um pouco acima da zona de conforto térmico, demonstrando que as aves foram expostas a um desconforto térmico por algum período do dia (Tabela 3).

Com base nos dados, verificou-se que não houve interação entre o complexo enzimático e farelo de arroz integral para a matéria seca consumida, excretada e o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca ($P>0,05$). No entanto, verificou-se efeito quadrático do FAI para matéria seca consumida, conforme a equação $Y = 59,1564 + 1,2229x - 0,1056x^2$ ($R^2 = 1,0$), no qual estima-se que 5,79% de FAI proporcionou maior consumo de matéria seca (Tabela 4). A suplementação do complexo enzimático reduziu a matéria seca excretada ($P<0,05$), isso implica dizer que houve um melhor aproveitamento dos nutrientes das dietas com o complexo enzimático, uma vez que estes se encontram exatamente nessa fração do alimento.

Resultados encontrados por Valadares et al. (2016) corroboram os dessa pesquisa, que ao estudarem o efeito da enzima xilanase em dietas com farelo residual de milho para frangos de corte encontraram melhora no coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca com a utilização da enzima. O efeito positivo de enzima, na utilização da matéria seca pelas aves, também foi reportado por Meneghetti et al. (2011) que testando dietas com teores de fitase observaram melhora no coeficiente de digestibilidade da matéria seca nas dietas suplementadas com a enzima.

Na avaliação do consumo, excreção e coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (Tabela 5), não houve interação entre o complexo enzimático e farelo de arroz integral ($P>0,05$). No entanto, as dietas com complexo enzimático proporcionaram menor excreção da proteína bruta e melhor metabolizabilidade do que as dietas sem complexo enzimático ($P<0,05$). O farelo de arroz integral influencia de forma linear crescente o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta, de acordo com a equação $Y = 74,3177 + 0,2452x$ ($R^2 = 0,93$). Porém, o FAI não influenciou o consumo e excreção da proteína bruta ($P>0,05$).

A menor excreção e melhor metabolizabilidade da proteína bruta nas dietas com complexo enzimático se baseia no fato das enzimas melhorarem o aproveitamento da proteína presente nas dietas (SLOMINSKI, 2011), efeito muito esperado pelos nutricionistas e

ambientalistas, uma vez que, a maior retenção de N reduz o efeito poluidor deste sobre o meio ambiente.

Esses resultados confirmam os encontrados por Tejedor et al. (2001) que trabalhando com complexo enzimático (protease, amilase, celulase e fitase) em dietas para frangos de corte à base de milho e farelo de soja encontraram melhora na digestibilidade da proteína bruta em dietas suplementadas com o complexo. Da mesma forma Barbosa et al. (2014) verificaram melhora no coeficiente de digestibilidade da proteína bruta com fitase e complexo enzimático constituído de amilase, xilanase e protease.

Houve interação ($P < 0,05$) entre os níveis do farelo de arroz integral e o complexo enzimático, para a energia bruta consumida, coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta e para energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio. Entretanto, não se observou interação para os teores de energia bruta excretada, nitrogênio ingerido, nitrogênio excretado, balanço de nitrogênio e a eficiência de utilização do nitrogênio ($P > 0,05$) (Tabela 5).

Na decomposição da interação da energia bruta consumida, observou-se que para 5% de inclusão do FAI com complexo enzimático a energia bruta consumida foi maior, sendo, portanto, reduzida ao incluir 10% de FAI. Não se observou diferença da energia bruta consumida para as dietas com 0% de FAI independente da suplementação enzimática ($P > 0,05$). Verificou-se efeito linear dos níveis de FAI sem complexo enzimático sobre a energia bruta consumida, segundo a equação $Y = 3863,7230 + 64,0640x$ ($R^2=0,91$). Com suplementação enzimática houve efeito quadrático nos valores de energia bruta consumida com a inclusão do farelo de arroz integral, em que o ponto de valor máximo foi de 5,46% de FAI, a partir daí começou a cair, segundo a equação $Y = 3823,4212 + 410,6105x - 37,6169x^2$ ($R^2=1,0$).

O aumento no consumo de matéria seca e energia bruta de algumas dietas testes se contradizem com a situação em que as aves foram expostas. Sendo que, quando submetidas a temperatura acima das preconizadas para conforto térmico, elas tendem a diminuir o consumo de

nutrientes na tentativa de diminuir a produção de calor decorrente do metabolismo dos nutrientes.

Ao decompor a interação para o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta constatou-se que com 5% de inclusão de FAI e complexo enzimático houve melhora no coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta. Para os níveis 0 e 10% de FAI não se observou diferença das dietas, independente da suplementação enzimática ($P > 0,05$). Verificou-se efeito linear dos níveis de FAI sem complexo enzimático sobre o coeficiente de energia metabolizável bruta, de acordo com a equação $Y = 84,8657 + 0,1784x$ ($R^2=0,99$). Constatou-se que a suplementação enzimática, proporcionou efeito quadrático com a inclusão do farelo de arroz integral, onde, houve melhora com até 5,87% do FAI para o coeficiente de energia metabolizável bruta, conforme a equação $Y = 85,3420 + 1,1375x - 0,0969x^2$ ($R^2=1,0$). O complexo reduziu a excreção de energia bruta ($P < 0,05$).

O efeito positivo da metabolizabilidade para a energia bruta em dietas com suplementação enzimática confirma a eficiência das enzimas na alimentação de frangos de corte, pois agem melhorando os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes, e consequente, energia da dieta (KACZMAREK et al., 2014). Segundo Dourado et al. (2009) essa melhora no aproveitamento de energia se dá pois a fitase atua sobre a molécula de fitato, liberando amido, enzimas, cofatores de enzimas, proteínas e minerais aumentando a energia da dieta. A enzima α -amilase também é relatada na literatura com benefícios sobre a produção animal, como os encontrados por Valadares et al. (2016) que observaram melhora no aproveitamento e coeficiente de metabolização da energia em dietas de frangos de corte alimentados com farelo residual de milho e a referida enzima.

O FAI influenciou de forma linear o balanço e eficiência de utilização do nitrogênio de acordo com as equações $Y = 1,7179 + 0,0112x$ ($R^2=0,78$) e $Y = 0,7329 + 0,0027x$ ($R^2=0,75$), respectivamente. O complexo enzimático melhorou o balanço e eficiência de nitrogênio

($P < 0,05$), esse resultado já era esperado, uma vez que houve melhora na metabolizabilidade da proteína bruta com o complexo. Conforme alguns autores, o aproveitamento do nitrogênio para frangos de corte pode ser potencializado com a utilização de enzimas (RAVINDRAN, 2013; NUNES et al, 2013).

Observou-se interação entre o complexo enzimático e o FAI ($P < 0,05$) para a energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio. Assim, o nível de inclusão de 5% de FAI às dietas com complexo enzimático promoveu maior EMAn ($P < 0,05$), comparado às dietas sem suplementação ($P < 0,05$). Ao incluir 10% de FAI, observou-se uma diminuição para essa mesma variável ($P < 0,05$). Para as dietas com 0% de FAI, não se observou alterações nos valores da EMAn, independente da suplementação enzimática ($P > 0,05$). Considerando o fator complexo enzimático, observou-se que os níveis de FAI influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$) a energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio, sendo que sem suplementação do complexo, o valor mínimo para energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio foi com 1,44% de FAI, conforme a equação $Y = 4814,6583 - 28,6975x + 9,9475x^2$ ($R^2 = 1,0$), contudo, com suplementação enzimática, o ponto máximo de 5,61% de FAI de acordo a equação $Y = 4875,6867 + 395,3123x - 35,2027x^2$ ($R^2 = 1,0$).

Esse resultado está de acordo com os achados de Stefanello et al. (2015) que observaram melhora na EMAn após suplementar com enzimas (amilase e xilanase) dietas à base de milho e farelo de soja frangos de corte. A melhora na EMAn com dietas contendo complexo enzimático está relacionado com o fato das enzimas agirem sobre os polissacarídeos não amiláceos presentes na parede celular e permitirem o acesso das produzida pelo animal e inclusas no complexo aos nutrientes que estão dentro da célula, melhorando dessa forma a energia metabolizável das dietas (PIRGOZLIEV et al., 2015; PUCCI et al., 2010).

Na avaliação da composição química da carcaça houve interação do complexo enzimático e FAI para a energia bruta ($P < 0,05$), porém não foram observadas interação para os valores de

matéria seca, cinza e proteína bruta ($P>0,05$) (Tabela 6). Não houve efeito do complexo enzimático nem do FAI para matéria seca e proteína bruta ($P>0,05$). Já a matéria mineral, foi maior na carcaça com o complexo enzimático ($P<0,05$).

No desdobramento da interação observou-se que para as dietas com 0% de FAI o complexo enzimático confere maior energia bruta à carcaça ($P<0,05$), enquanto para os níveis 5 e 10% de FAI não houve efeito da suplementação enzimática ($P>0,05$). Os níveis de FAI influenciaram de forma quadrática a energia bruta da carcaça ($P<0,05$), sendo que as dietas sem complexo enzimático obtiveram ponto máximo com 4,73% de inclusão do FAI, conforme a equação $Y = 6553,1567 + 5,8210x - 0,6149x^2$ ($R^2=1,0$).

Esperava-se maior energia bruta na composição da carcaça das aves que foram alimentadas com complexo enzimático e farelo de arroz integral, pois, o consumo e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta foram maiores para as dietas com a suplementação enzimática e 5% de FAI, como observado no experimento anterior. Dessa forma, a energia bruta consumida poderia ter conferido maior absorção e deposição, conseqüentemente, maior composição desse nutriente na carcaça. Nesse sentido, sugere-se que as aves desviaram parte da energia consumida para manutenção da homeostase orgânica.

Sobre a deposição de nutrientes na carcaça, não houve interação entre a suplementação enzimática e os níveis de farelo de arroz integral para a deposição de matéria seca, proteína bruta e matéria mineral ($P>0,05$), entretanto, foi observada para a deposição de energia bruta ($P<0,05$) (Tabela 7).

Ao desdobrar a interação observou-se que as dietas com 0% de FAI suplementadas com o complexo enzimático depositaram mais energia bruta na carcaça que as dietas sem suplementação ($P<0,05$). Entretanto, para os níveis 5 e 10% de FAI, não se observou diferença, independentemente da suplementação com o complexo ($P>0,05$). Constatou-se efeito quadrático ($P<0,05$) da inclusão de FAI sem complexo enzimático na deposição de energia bruta na carcaça

com o ponto máximo de 6,91% de FAI, conforme a equação $Y = 280,6730 + 48,7802x - 3,5273x^2$ ($R^2=1,0$).

Esse resultado já era esperado, uma vez que, a composição química da carcaça revelou maior deposição da energia bruta com essas dietas (0% de FAI e complexo enzimático). Entretanto, acreditava-se que houvesse maior deposição desse nutriente na carcaça das aves alimentadas com o complexo e o FAI, uma vez que, ambos aumentaram o consumo e metabolizabilidade da energia bruta no experimento I. Assim, pressupõe-se que a energia utilizada pelos animais foi destinada a manutenção e não para produção.

Em relação às variáveis, matéria seca e proteína bruta, não se observou efeito do complexo enzimático nem da inclusão do FAI ($P>0,05$). Para a matéria mineral na carcaça houve maior deposição com a suplementação enzimática ($P<0,05$), esse resultado já era esperado, pois no complexo enzimático tinha a enzima fitase, na qual, combinada às demais enzimas do complexo melhorou a metabolizabilidade dos minerais e sua posterior deposição à carcaça (BARBOSA et al., 2008). A eficiência da enzima fitase é reportada por Figueirêdo et al. (2000) que observaram redução na excreção do fósforo e melhor absorção e disponibilidade em dietas com farelo de arroz integral e suplementação enzimática para suínos. Ledur (2011) trabalhando com farelo de arroz e complexo enzimático em dietas para frangos de corte encontraram maior retenção do fósforo nas túbias dos animais com a suplementação de enzimas.

Conclusões

A inclusão de complexo enzimático em dietas para frangos de corte reduz a excreção de matéria seca e proteína bruta, aumenta o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta e da energia bruta, o balanço e eficiência do nitrogênio.

O complexo enzimático e até 5,6% de FAI confere às dietas maior energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio.

No período de 1 a 21 dias de idade, as dietas com suplementação enzimática agregam matéria mineral à carcaça. A inclusão de complexo enzimático na dieta sem farelo de arroz integral confere maior deposição de energia bruta na carcaça.

Agradecimento

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio referente à concessão de bolsa durante o Doutorado.

Referências bibliográficas

BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; DOURADO, L. R. B.

Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte.

Pesquisa agropecuária brasileira, v. 43, n. 6, p. 755-762, 2008.

BARBOSA, N. A. R.; BONATO, M. A.; SAKOMURA, N. K.; DOURADO, L. R. B.; FERNANDES, J. B. K.; KAWAUCHI, I. M. Digestibilidade ileal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com enzimas exógenas. **Comunicata Scientiae**, vol. 5, n. 4, p. 361-369, 2014.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the A.S.A.E.**, v. 24, p. 711-714, 1981.

FIGUEIRÊDO, A. V.; FIALHO, E. T.; VITTI, D. M. S. S.; LOPES, J. B.; SILVA FILHO, J. C.; TEIXEIRA, A. S.; LIMA, J. A. F. Ação da fitase sobre a disponibilidade biológica do fósforo, por intermédio da técnica de diluição isotópica, em dietas com farelo de arroz integral para suínos. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 177-182, 2000.

FRAGA, A. L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; BASTOS, A. O.; OLIVEIRA, R. P. de; PIRGOZLIEV, V.; ROSE, S. P.; PELLNY, T.; AMERAH, A. M.; WICKRAMASINGHE, M.; ULKER, M.; RAKSZEGI, M.; BEDO, Z.; SHEWRY, P. R.; LOVEGROVE, A. Energy utilization and growth performance of chickens fed novel wheat inbred lines selected for different pentosan levels with and without xylanase supplementation. **Poultry Science**, v. 94, p. 232–239, 2015.

FRANCESCH, M.; GERAERT, P. A. Enzyme complex containing carbohydrases and phytase improves growth performance and bone mineralization of broilers fed reduced nutrient corn-soybean-based diets. **Poultry Science**, v. 88, p. 1915–1924, 2009.

PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; NASCIMENTO, G. A. J.; ALVARENGA, R. R. Efeito do processamento, suplementação enzimática e nível nutricional da ração para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1557-1565, 2010.

GRACIA, M. I. et al. α -Amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, v. 82, p. 436–442, 2003.

KACZMAREK, S. A.; ROGIEWICZ, A.; MOGIELNICKA, M.; RUTKOWSKI, A.; JONES, R. O.; SLOMINSKI, B. A. 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**, v. 93, p. 1745–1753, 2014.

LEDUR, V. S. **Desempenho e metabolizabilidade em frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz e complexo enzimático**. 2011. 82p. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

LIMA, C. B. Fatores antinutricionais e processamento do grão de soja para alimentação animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 4, p. 24-33, out – dez, 2014.

MAKHDUM, Z.; HABIB-UR-REHMAN.; LARIK, J. M. et al. Crude enzymes supplementation in fibrous diet improves performance of commercial broilers. **Journal of Applied Animal Research**, v. 41, n. 2, p. 218-222, 2013.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal** - RIISPOA, Brasília, DF, 2017.

- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F. de; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252p.
- MENEGHETTI, C.; BERTECHINI, A. G.; RODRIGUES, P. B.; FASSANI, E. J.; BRITO, J. A. G.; REIS, M. P.; GARCIA JR, A. A. P. Altos níveis de fitase em rações para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 624-632, 2011.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2. Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016. 262p.
- SCHOULTEN, N. A. et al. O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência Agrotecnica**, v. 27, n. 6, 2003.
- SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis Systems User's Guide: statistics**. 2. ed. version 9.0. Carry, NC, USA: SAS Institute, 2002.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3 ed. Viçosa, MG: UFV. 2002. 235p.
- SLOMINSKI, B. A. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. **Poultry Science**, v. 90, p. 2013–2023, 2011.
- STEFANELLO, C.; VIEIRA, S. L.; SANTIAGO, G. O.; KINDLEIN, L.; SORBARA, J. O. B.; COWIESON, A. J. Starch digestibility, energy utilization, and growth performance of broilers fed corn-soybean basal diets supplemented with enzymes. **Poultry Science**, v. 94, p. 2472–2479, 2015.
- VALADARES, C. G.; SANTOS, J. S.; LÜDKE, M. C. M. M.; LÜDKE, J. V.; SILVA, J. C. N. S.; PEREIRA, P. S. Determinação da energia metabolizável do farelo residual do milho com e sem enzima em dietas para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 3, p. 748-754, 2016.

VIEIRA, A. R.; RABELLO, C. B. V.; LUDKE, M. C. M. M. et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta scientiarum animal sciences**, v. 29, n. 3, p. 267-275, 2007.

Tabela 1. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade)

Ingrediente	Tratamentos ³					
	Sem complexo enzimático			Com complexo enzimático		
	0%FAI	5%FAI	10%FAI	0%FAI	5%FAI	10%FAI
Milho*	58,000	53,000	48,000	58,000	53,000	48,000
Farelo de soja *	35,280	34,794	34,276	35,280	34,794	34,276
Farelo de arroz integral*	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de soja refinado	1,967	2,585	3,209	1,967	2,585	3,209
Fosfato bicálcico	1,896	1,852	1,810	1,896	1,852	1,810
Calcário calcítico	0,872	0,894	0,914	0,872	0,894	0,914
NaCl	0,506	0,506	0,506	0,506	0,506	0,506
L-Lisina- HCL (79%)	0,171	0,167	0,167	0,171	0,167	0,167
Premix ¹	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Caulin (inerte)	0,308	0,202	0,118	0,258	0,152	0,068
Complexo enzimático ²	0,000	0,000	0,000	0,050	0,050	0,050
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada						
Proteína bruta (%)	22,200	22,200	22,20	22,200	22,200	22,200
EM (kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
Lisina digestível (%)	1,311	1,310	1,311	1,311	1,310	1,311
Metionina digestível (%)	0,649	0,648	0,648	0,649	0,648	0,648
Met. + cistina digestível (%)	0,949	0,947	0,945	0,949	0,947	0,945
Treonina digestível (%)	0,739	0,735	0,730	0,739	0,735	0,730
Triptofano digestível (%)	0,244	0,245	0,245	0,244	0,245	0,245
Cálcio (%)	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Fósforo disponível (%)	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Sódio (%)	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220

*Os valores de Proteína Bruta desses ingredientes foram 8,9; 47,8 e 13,8%, respectivamente, para o milho, farelo de soja e farelo de arroz, determinados no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/CCA/UFPI.

¹Níveis de garantia por kg do produto: ferro 4.000,00 mg; cobre 1.000,00 mg; magnésio 7.000,00 mg; zinco 6.000,00 mg; iodo 100,00 mg; selênio 30,40 mg; vitamina A 920.000,00 UI; vitamina D3 230.000,00 UI; vitamina E 1.954,40 UI; vitamina K3 230,40 mg; vitamina B1 206,40 mg; vitamina B2 690,40 mg; niacina 4.024,80 mg; ácido pantotênico 1.264,80 mg; vitamina B6 298,40 mg; ácido fólico 115,20 mg; biotina 6,32 mg; vitamina B12 1.500,00 mcg; colina 50,00 g; lisina 110,00 g; metionina 350,00 g; nicarbazina 12,50 mg / 5.000,00 mg; enramicina 1.000,00 mg.

²Complexo enzimático Cenzyne – contém: Betaglucanase 100 BGU/g, Celulase 720 U/g, Protease 1500 U/g, Lipase 400 U/g, Amilase 10500 U/g, Fitase 0,10 U/g, Bacillus Subtilis 0,01 x 10⁹ UFC/kg. Recomendação segundo o fabricante: 0.35 a 0.5 Kg/tonelada.

³FAI = Farelo de arroz integral.

Tabela 2. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias de idade)

Ingrediente	Tratamentos ³					
	Sem complexo enzimático			Com complexo enzimático		
	0%FAI	5%FAI	10%FAI	0%FAI	5%FAI	10%FAI
Milho*	62,400	57,370	52,000	62,400	57,370	52,000
Farelo de soja *	31,658	31,147	30,709	31,658	31,147	30,709
Farelo de arroz integral*	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de soja refinado	1,815	2,449	3,197	1,815	2,449	3,197
Fosfato bicálcico	1,502	1,460	1,418	1,502	1,460	1,418
Calcário calcítico	0,885	0,907	0,927	0,885	0,907	0,927
NaCl	0,483	0,483	0,478	0,483	0,483	0,478
L-Lisina- HCL (79%)	0,111	0,111	0,107	0,111	0,111	0,107
Premix ¹	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Caulin (inerte)	0,146	0,073	0,164	0,096	0,023	0,114
Complexo enzimático ²	0,000	0,000	0,000	0,050	0,050	0,050
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada						
Proteína bruta (%)	20,800	20,800	20,800	20,800	20,800	20,800
EM (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Lisina digestível (%)	1,174	1,175	1,174	1,174	1,175	1,174
Metionina digestível (%)	0,634	0,633	0,632	0,634	0,633	0,632
Met. + cistina digestível (%)	0,917	0,915	0,913	0,917	0,915	0,913
Treonina digestível (%)	0,691	0,686	0,682	0,691	0,686	0,682
Triptofano digestível (%)	0,224	0,225	0,225	0,224	0,225	0,225
Cálcio (%)	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819
Fósforo disponível (%)	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391
Sódio (%)	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210

*Os valores de Proteína Bruta desses ingredientes foram 8,9; 47,8 e 13,8%, respectivamente, para o milho, farelo de soja e farelo de arroz, determinados no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/CCA/UFPI.

¹ Níveis de garantia por kg do produto: ferro: 4.000,00 mg; cobre: 1.000,00 mg; magnésio: 7.000,00 mg; zinco: 6.000,00 mg; iodo: 100,00 mg; selênio: 30,40 mg; vitamina A: 800.000,00 UI; vitamina D3: 200.000,00 UI; vitamina E: 1.700,00 UI; vitamina K3: 200,00 mg; vitamina B1: 180 mg; vitamina B2: 600,00 mg; cianina: 3.500,00 g; ácido pantotênico: 1.100,00 mg; vitamina B6: 260 mg; ácido fólico: 100,00 mg; biotina: 5,52 mg; vitamina B12: 1.304,00 mcg; colina: 47,50 g; lisina: 80,00 g; metionina: 310,00 gramas; nicarbazina + narasina: 5.000,00 mg / 5.000,00 mg; enramicina: 1.000,00 mg;

²Complexo enzimático Cenzyne – contém: Betaglucanase 100 BGU/g, Celulase 720 U/g, Protease 1500 U/g, Lipase 400 U/g, Amilase 10500 U/g, Fitase 0,10 U/g, Bacillus Subtilis 0,01 x 10⁹ UFC/kg. Recomendação segundo o fabricante: 0.35 a 0.5 Kg/tonelada.

³FAI = Farelo de arroz integral.

Tabela 3. Condições ambientais observadas durante o período experimental¹.

Experimento 1					
Temperatura (°C)			Umidade relativa do ar (%)		
	Máxima	Mínima	Média		
	36,80 ± 0,20	24,00 ± 0,50	30,50 ± 0,40	51,42 ± 11,02	
Experimento 2					
Semana	Temperatura (°C)			Umidade relativa do ar (%)	ITGU ⁽²⁾
	Máxima	Mínima	Média		
1 ^a	36,18 ± 0,75	23,76 ± 2,50	29,97 ± 6,59	55,08 ± 14,21	81,93 ± 4,92
2 ^a	36,41 ± 1,09	24,66 ± 2,38	30,54 ± 6,25	51,42 ± 13,02	81,30 ± 4,83
3 ^a	36,50 ± 1,63	23,55 ± 1,51	30,03 ± 6,77	48,39 ± 9,89	80,76 ± 3,84

¹Valores médios²Índice de Temperatura de Globo e Umidade

Tabela 4. Consumo, excreção e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de dietas, contendo complexo enzimático e farelo de arroz integral, para frangos de corte no período de 12 a 19 dias de idade.

Variável	Complexo enzimático	Farelo de arroz integral			Média ¹	CV (%)	Valor P ²	
		0%	5%	10%			L	Q
MS consumida (g/dia)	SEM	60,151	61,389	62,527	61,292 ^a	6,154	0,209	0,045
	COM	57,995	63,873	59,126	60,332 ^a			
	Média	59,156	62,632	60,827				
MS excretada (g/dia)	SEM	15,470	15,327	15,889	15,431 ^a	7,707	0,520	0,785
	COM	14,749	14,696	14,008	14,485 ^b			
	Média	15,138	15,012	14,749				
Coeficiente de metabolizabilidade da MS (%)	SEM	74,246	75,038	75,259	74,816 ^a	2,637	0,070	0,169
	COM	74,193	76,914	76,222	75,776 ^a			
	Média	74,221	75,976	75,741				
PB consumida (g/dia)	SEM	14,787	14,495	14,418	14,567 ^a	6,341	0,299	0,641
	COM	14,369	15,382	15,552	15,101 ^a			
	Média	14,578	14,939	14,985				
PB excretada (g/dia)	SEM	3,821	3,967	3,676	3,821 ^a	8,936	0,080	0,228
	COM	3,535	3,430	3,200	3,388 ^b			
	Média	3,678	3,699	3,448				
Coeficiente de metabolizabilidade da PB (%)	SEM	74,166	72,644	74,575	73,795 ^b	3,522	0,033	0,533
	COM	74,866	77,649	79,361	77,292 ^a			
	Média	74,516	75,147	76,968				

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de SNK (P>0,05).

²L, Q: efeito de ordem linear e quadrática, respectivamente, relativos ao efeito do farelo de arroz integral.

CV – coeficiente de variação

Tabela 5. Consumo, excreção e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (EB), balanço de nitrogênio, eficiência de utilização de nitrogênio e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de dietas, contendo com complexo enzimático e farelo de arroz integral, para frangos de corte no período de 12 a 19 dias de idade.

Variável	Complexo enzimático	Farelo de arroz integral			Média ¹	CV (%)	Valor P ²	
		0%	5%	10%			L	Q
EB consumida (g/dia)	SEM	392,26 ^a	406,62 ^b	456,32 ^a	418,40	6,175	0,0003	0,158
	COM	382,34 ^a	493,60 ^a	416,78 ^b	430,91			
	Média	387,30	450,12	436,55				
EB excretada (g/dia)	SEM	59,32	57,84	61,00	59,39 ^a	9,023	0,942	0,784
	COM	55,24	55,86	53,86	54,99 ^b			
	Média	57,28	56,85	57,43				
Coeficiente de metabolizabilidade da EB (%)	SEM	84,86 ^a	85,77 ^b	86,64 ^a	85,758	1,488	0,004	0,956
	COM	85,34 ^a	88,60 ^a	87,02 ^a	86,990			
	Média	85,09	87,19	86,83				
Nitrogênio ingerido (g/dia)	SEM	2,36	2,32	2,30	2,33 ^a	6,384	0,291	0,634
	COM	2,29	2,46	2,49	2,41 ^a			
	Média	2,33	2,39	2,39				
Nitrogênio excretado (g/dia)	SEM	0,65	0,59	0,60	0,62 ^a	10,203	0,064	0,229
	COM	0,61	0,56	0,56	0,58 ^a			
	Média	0,63	0,58	0,58				
Balanço de Nitrogênio (g/dia)	SEM	1,717	1,720	1,70	1,71 ^b	7,378	0,045	0,279
	COM	1,68	1,89	1,92	1,83 ^a			
	Média	1,70	1,81	1,81				
Eficiência de utilização de N (%)	SEM	72,50	74,00	74,00	73,50 ^b	2,901	0,005	0,085
	COM	73,2	77,2	77,2	75,80 ^a			
	Média	0,728	0,756	0,756				
EMAn (kcal/kg)	SEM	4814,66 ^a	4919,86 ^b	5522,43 ^a	5085,65	1,473	<.0001	<.0001
	COM	4875,69 ^a	5972,18 ^a	5308,54 ^b	5385,47			
	Média	4845,17	5446,02	5415,49				

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de SNK (P>0,05).

²L, Q: efeito de ordem linear e quadrática, respectivamente, relativos ao efeito do farelo de arroz integral.

CV – coeficiente de variação

Tabela 6. Composição química da carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo complexo enzimático e farelo de arroz integral, no período de 1 a 21 dias de idade.

Variável	Complexo enzimático	Farelo de arroz integral			Média ¹	CV (%)	Valor P ²	
		0%	5%	10%			L	Q
Matéria seca (%)	SEM	28,895	27,805	28,842	28,514 ^a	5,608	0,382	0,111
	COM	28,160	28,041	29,416	28,539 ^a			
	Média	28,527	27,923	29,129				
Matéria mineral (%)	SEM	7,121	7,720	7,951	7,598 ^b	11,883	0,296	0,759
	COM	8,532	8,554	8,532	8,540 ^a			
	Média	7,827	8,137	8,242				
Proteína bruta (%)	SEM	55,162	56,708	54,911	55,594 ^a	6,123	0,055	0,401
	COM	58,851	56,304	53,367	56,174 ^a			
	Média	57,007	56,506	54,139				
Energia bruta (kcal/kg)	SEM	4479,48 ^b	6485,84 ^a	6622,34 ^a	5862,55	4,798	<.0001	<.0001
	COM	6553,16 ^a	6566,89 ^a	6549,87 ^a	6556,64			
	Média	5516,30	6526,40	6586,10				

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de SNK (P>0,05).

²L, Q: efeito de ordem linear e quadrática, respectivamente, relativos ao efeito do farelo de arroz integral.

CV – coeficiente de variação

Tabela 7. Composição de pintos de um dia e deposição de nutrientes e energia na carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo complexo enzimático e farelo de arroz integral.

<i>Pintos de 1 dia de idade</i>									
Matéria seca	Proteína bruta	Matéria mineral				Energia bruta			
24,15 %	18,84 %	2,88 %				1509,24 kcal/kg			
<i>Frangos de corte aos 21 dias de idade</i>									
Variável	Complexo enzimático	Farelo de arroz integral			Média ¹	CV (%)	Valor P ²		
		0%	5%	10%			L	0%	
Matéria seca (%)	SEM	200,540	206,608	200,963	202,704	12,103	0,799	0,347	
	COM	214,907	217,412	206,237	212,852				
	Média	207,720	212,010	203,600					
Proteína bruta (g/kg)	SEM	348,769	378,166	342,909	356,950	15,409	0,068	0,134	
	COM	402,138	390,592	337,310	376,680				
	Média	375,950	384,380	340,110					
Matéria mineral (g/kg)	SEM	45,090	51,459	49,987	48,846 ^b	20,236	0,702	0,221	
	COM	56,667	59,860	54,322	56,950 ^a				
	Média	50,879	55,660	52,155					
Energia bruta (kcal/kg)	SEM	280,673 ^b	436,392 ^a	415,748 ^a	377,600	11,008	0,172	0,231	
	COM	451,204 ^a	460,046 ^a	416,510 ^a	442,590				
	Média	365,940	448,220	416,130					

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de SNK (P>0,05).

²L, Q: efeito de ordem linear e quadrática, respectivamente, relativos ao efeito do farelo de arroz integral.

CV – coeficiente de variação

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por subprodutos que possam compor as formulações de rações para frangos de corte têm sido constante no setor avícola. Assim, o farelo de arroz integral (FAI) tem sido estudado por apresentar bons níveis nutricionais, no entanto, dispõe de uma variedade de fatores antinutricionais, como o fitato e polissacarídeos não amiláceos. Dessa forma, as enzimas exógenas entram como uma alternativa para otimizar a utilização de dietas com esses compostos que se mostram prejudiciais ao desempenho animal.

No entanto, observou-se nessa pesquisa que o FAI pode ser incluído nas dietas de frangos de corte em até 10% sem a necessidade de suplementação enzimática. Entretanto, para uma melhor metabolizabilidade dos nutrientes das dietas o complexo enzimático se mostrou eficaz, podendo melhorar o aproveitamento da proteína bruta, energia bruta, o balanço e eficiência do nitrogênio, além de permitir maior deposição de matéria mineral à carcaça dos frangos de corte.

Mediante o exposto, recomenda-se que mais estudos sejam feitos com o objetivo de elucidar a inclusão do FAI nas fases posteriores (42 dias), fazer a manipulação nutricional das dietas quando a suplementação enzimática for utilizada, levando em consideração a matriz nutricional das enzimas, seguida de algumas análises como as que visam identificar as reais quantidades dos fatores antinutricionais presentes no FAI e mensurar a deposição do fósforo na carcaça das aves.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

- ADRIZAL, P. P.; JERRY, L. S. Utilization of defatted rice bran by broiler chickens. **Poultry Science**, v. 75, p. 1012-1017, 1996.
- ALBINO, L. F. T.; TAVERNARI, F. C. **Produção e manejo de frangos de corte**. Viçosa: MG, 88p. 2014.
- ANJUM, M. S.; CHAUDHRY, A. S. Using enzymes and organic acids in broiler diets. **Journal Poultry Science**, v. 47, p. 97-105, 2010.
- ASMARE, B.; MEKURIAW, Y. Exogenous enzymes in nutrient digestion and health of non-ruminant: Carbohydrases enzyme. **Research Journal of Agriculture and Environmental Management**, vol. 3, n. 12, p. 605-611, 2014.
- ASYIFAH, M. N. et al. Brown rice as a potential feedstuff for poultry. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, p. 103–110, 2012.
- AVIAGEM ROSS. Manual de manejo de frangos Ross. 2014. 130p. Disponível em: http://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/Ross-Broiler-Handbook-2014-PT.pdf. Acesso em: 12 dez. 2017.
- BARBOSA, N. A. A. et al. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 6, p. 755-762, 2008.
- BARBOSA, N. A. R. et al. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural**, v. 48, n. 12, 2012.
- BARBOSA, N. A. R. et al. Digestibilidade ileal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com enzimas exógenas. **Comunicata Scientiae**, vol. 5, n. 4, p. 361-369, 2014.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2012. 373p.
- BONATO, E. L. et al. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, 2004.
- BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.
- CARDOSO, D.M. et al. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 1053-1064, 2011.
- CARVALHO, C. M. C. **Exoenzimas em rações de frangos de corte**. 2016. 73f. Tese (Ciências Veterinárias). Pós graduação em Ciências Veterinárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.
- CONTE, A. J. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1147-1156, 2003.
- DADÓLIO, F. S.; Vaz, D. P.; Moreira, J.; Albino, L. F. T.; Valadares, L. R. Carcass characteristics of broilers fed enzyme complex. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 31, n. 2. p. 153-162, 2015.
- DADÓLIO, F. S. et al. Exogenous enzymes in diets for broilers. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 2, 2016.

- DOURADO, L. R. B.; BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K. Enzimas na nutrição de monogástricos. In: SAKOMURA, N. K. et al. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. p. 468-481a.
- DOURADO, L. R.; BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K. Enzimas na nutrição de monogástricos. In: SAKOMURA, N. K. et al. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. p. 475-476b.
- FERNANDES, J. I. M. et al. Desempenho produtivo de frangos de corte e utilização de energia e nutrientes de dietas iniciais com milho classificado ou não e suplementadas com complexo enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 1. Belo Horizonte Jan./Fev. 2017.
- FERREIRA, R. A. **Suinocultura**: manual prático de criação. Viçosa. MG: Aprenda Fácil, 2012. 443 p.
- FIGUEIRÊDO, A. V. et al. Ação da fitase sobre a disponibilidade biológica do fósforo, por intermédio da técnica de diluição isotópica, em dietas com farelo de arroz integral para suínos. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 177-182, 2000.
- FILARDI, R. S. et al. Utilização do farelo de arroz em rações para poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, 2007.
- FILGUEIRA, T. M. B. et al. Corn replacement by broken rice in meat-type quail diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 16, n. 4. p. 345-350, 2014.
- FORTES, B. D. A. et al. Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 24 - 32, jan./mar. 2012.
- FREITAS, D. M. et al. Performance and nutrient utilization of broilers fed diets supplemented with a novel mono-component protease. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 20, p. 322–334, 2011.
- GALLINGER, C. I.; SUÁREZ, D. M.; IRAZUSTA, A. Effects of rice bran inclusion on performance and bone mineralization in broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, 2004.
- GIACOMETTI, R. A. et al. Valores energéticos do farelo de arroz integral suplementado com complexos enzimáticos para frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, vol. 27, n. 3, 2003.
- GOMES et al. Farelo de arroz integral em rações para leitões de 43 a 67 dias de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 2, 189-186, 2012.
- GRACIA, M. I. et al. α -Amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, v. 82, p. 436–442, 2003.
- HATTEN, L. F.; INGRAM, D. R.; PITTMAN, S. T. Effect of phytase on production parameters and nutriente availability in broilers and laying hens: a review. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 10, p. 274-278, 2001.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

- JIMÉNEZ-MORENO, E. et al. Inclusion of insoluble fiber sources in mash or pellet diets for young broilers. 1. Effects on growth performance and water intake. **Poultry Science**, v. 95, p. 41–52, 2016.
- JÚNIOR, B. S. B.; ZANELLA, I.; TOLEDO, G. S. P. et al. Dietas para frangos de corte contendo quireira de arroz. **Ciência Rural**, v. 37, 2007.
- KACZMAREK, S. A. et al. 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**, v. 93, p. 1745–1753, 2014.
- LEDUR, V. S. **Desempenho e metabolizabilidade em frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz e complexo enzimático**. 2011. 82p. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal** - RIISPOA, Brasília, DF, 2017.
- MACEDO, K. R. **Inclusão do farelo de arroz integral na alimentação de frangos de corte na linhagem caipira**. 2017. 32p. Dissertação (Mestre em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental. Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2017.
- MATEOS, G. G.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; SERRANO, M. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. **Poultry science association**, v. 21, p.156–174, 2012.
- MEDEIROS, C. M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 4, 2005.
- MENEGHETTI, C. et al. Altos níveis de fitase em rações para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 624-632, 2011.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal feed science and technology**, v. 108, 2003.
- MORAES, M. L. et al. Effect of an enzyme blend on the performance, diet metabolizability, phosphorous retention, and bone mineralization of broilers fed diets containing defatted rice bran. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.17, n. 2, 2015.
- NAVES, L. P. et al. Increasing levels of phytase in diets formulated with reduced available phosphorus content supplied to male and female broilers. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, 2014.
- NUNES, J. K. et al. Características de carcaça e do trato digestório de frangos alimentados com batata doce e enzimas, **Revista eletrônica Pubvet**, v. 7, n. 11, 2013.
- OLADUNJOYE, I. O.; OJEBIYI, O. O. Performance Characteristics of Broiler Chicken (*Gallus gallus*) Fed Rice (*Oriza sativa*) Bran with or Without Roxazyme G2G. **International Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 2, n. 4, 2010.
- PÊSSOA, G. S. et al. Enzyme complex added to broiler diets: effects on performance, metabolizable energy content, and nitrogen and phosphorus balance. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 18, n. 3, P. 467-474, 2016.

- PESTANA, V. R.; MENDONÇA, C. R. B.; ZAMBLAZI, R. C. Farelo de arroz: características, benefícios à saúde e aplicações. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 29-40, 2008.
- PIYARATNE, M. K. D. K. et al. Effects of balancing rice bran based diets for up to four amino acids on growth performance of broilers. **Tropical Agricultural Research & Extension**, v. 12, n. 2, 2009.
- PMT - PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. **Caracterização do município de Teresina**. Teresina, 2015. Disponível em: <<http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/TERESINA-Caracteriza%C3%83%C2%A7%C3%83%C2%A3o-do-Munic%C3%83-pio-2015.pdf>> Acesso em: 10 de abril de 2018.
- PUCCI, L. E. A et al. Efeito do processamento, suplementação enzimática e nível nutricional da ração para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1557-1565, 2010.
- RAVINDRAN, V. Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. **Applied Poultry Research**, v. 22, p.628–636, 2103.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. ed. 3, 252 p. Viçosa: UFV, 2011.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. ed. 4, 488 p. Viçosa: UFV, 2017.
- SANTOS, F. R. et al. Effect of phytase supplementation in diets on nutrient digestibility and performance in broiler chicks. **Applied Poultry Research**, v. 7, p. 191–201, 2008.
- SANTOS, F. R. et al. **Asian Australas Journal of Animal Science**, v. 26, n. 2, p. 227–232, 2013.
- SANTOS, V. L. et al. Complexo enzimático e farelo de arroz integral sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, p. 1-10, 2017.
- SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis Systems User's Guide: statistics**. 2. ed. version 9.0. Carry, NC, USA: SAS Institute, 2002.
- SCHOULTEN, N. A. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência Agrotecnica**, v. 27, n. 6, 2003.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3 ed. Viçosa, MG: UFV. 2002. 235p.
- SILVA, E. P. Valores energéticos de ingredientes convencionais para aves de postura comercial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 91-100, jan./mar. 2009.
- STEFANELLO, C. et al. Starch digestibility, energy utilization, and growth performance of broilers fed corn-soybean basal diets supplemented with enzymes. **Poultry Science**, v. 94, p. 2472–2479, 2015.
- SUREK, D. et al. Uso de fitase em dietas de diferentes granulometrias para frangos de corte na fase inicial. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, 2008.

TOGASHI, C. K. Teores de colesterol e ácidos graxos em tecidos e soro de frangos de corte submetidos a diferentes programas nutricionais. Campos dos Goytacazes, 2004. 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Estadual do Norte Fluminense/RJ.

TORRES, D. M. **Valor nutricional de farelos de arroz suplementados com fitase, determinado por diferentes metodologias com aves.** 2003. 187p. Tese (Doutor em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2003.

YAGHOBFAR, A.; KALANTAR, M. Effect of non-starch polysaccharide (NSP) of wheat and barley supplemented with exogenous enzyme blend on growth performance, gut microbial, pancreatic enzyme activities, expression of glucose transporter (SGLT1) and mucin producer (MUC2) genes of broiler chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 19, n. 4, 2017.

VALADARES, C. G.; SANTOS, J. S.; LÜDKE, M. C. M. M.; LÜDKE, J. V.; SILVA, J. C. N. S.; PEREIRA, P. S. Determinação da energia metabolizável do farelo residual do milho com e sem enzima em dietas para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 3, p. 748-754, 2016.

VIEIRA, A. R.; RABELLO, C. B. V.; LUDKE, M. C. M. M. et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta scientiarum animal sciences**, v. 29, n. 3, p. 267-275, 2007.

ZAKARIA, H.; JALAL, M.; ISHMAIS, M. The influence of supplemental multi-enzymes feed additive on the performance, carcass characteristics, and meat quality traits of broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 9, p. 126-133, 2010.