

MÁRCIA DAS NEVES SOARES

EFEITOS DA ALTA DOSAGEM DE FITASE NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE E NA DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino

Coorientadores: Arele Arlindo Calderano
Horácio Santiago Rostagno

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

S676e
2021

Soares, Márcia das Neves, 1995-
Efeitos da alta dosagem de fitase no desempenho de frangos de corte e na digestibilidade de nutrientes [recurso eletrônico] / Márcia das Neves Soares. – Viçosa, MG, 2021.
1 dissertação eletrônica (37 f.): il.

Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 35-37.
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2021.010>
Modo de acesso: World Wide Web.

1. Ácido fítico. 2. Digestibilidade. 3. Enzimas.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.50855

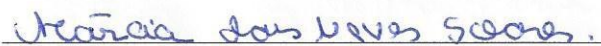
MÁRCIA DAS NEVES SOARES

EFEITOS DA ALTA DOSAGEM DE FITASE NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE E NA DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

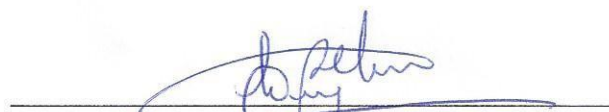
APROVADA: 22 de julho de 2021.

Assentimento:



Márcia das Neves Soares

Autora



Luiz Fernando Teixeira Albino

Orientador

A Deus, por me da forças a continuar minha caminhada rumo aos meus sonhos, e
a minha família pelo apoio e amor.
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda proteção, bênçoes e força para continuar minha jornada, sem ele não teria conseguido chegar tão longe e alcançado mais esse sonho.

À toda minha família, em especial a minha mãe, Maria, por ser uma guerreira e me incentivar a realizar meus sonhos, a minha irmã, Verônica, por me apoiar tanto em todos os momentos da minha vida, e ao meu irmão Edinaldo, por sempre acreditar em mim.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade concedida. Assim também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq), pela concessão da bolsa e Auxílio Financeiro durante todo o curso de mestrado.

Ao Prof. Dr Luiz Fernando Teixeira Albino pela orientação, incentivo, aprendizado, apoio, compreensão e amizade durante o curso.

Aos professores Horácio Santiago Rostagno, Arele Arlindo Calderano e Luiz Fernando Teixeira Albino, pelos ensinamentos transmitidos, incentivo à pesquisa, e apoio na execução deste trabalho.

Aos Professores do Departamentos de Zootecnia da UFV, Arele Arlindo Calderano, Melissa Izabel Hannas, Cristina Mattos Veloso, Luiz Fernando Teixeira Albino, Mario Luiz Chizzotti, Paulo Henrique Reis Furtado Campos, pelas disciplinas ofertadas, ensinamentos, paciência em ensinar, aulas, reuniões, cobranças e participação no meu desenvolvimento acadêmico durante o curso.

Aos amigos e colegas, Hallef, Warley, Gabrielle, Maria, Naiara, Rafael, Rodrigo e Thiago pelas risadas, conversas, apoio nos momentos difíceis e incentivo a crescer e enfrentar os obstáculos da vida.

A minha querida e amada amiga Jussara, e sua filha Brenda, por todo o amor e cuidado durante tempos difíceis, e pela amizade sincera e fiel, vocês são anjos na terra.

A todos os amigos, estagiários e funcionários do setor de Avicultura da Universidade Federal de Viçosa, que contribuíram na realização dos experimentos e análises laboratoriais sempre que necessário.

A empresa Basf pela contribuição com material para elaboração de todo o experimento.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho, sem vocês, nada disso seria possível!

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém.”
Dalai Lama

RESUMO

SOARES, Márcia Neves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2021. **Efeitos da alta dosagem de fitase no desempenho de frangos de corte e na digestibilidade de nutrientes.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Coorientadores: Arele Arlindo Calderano e Horácio Santiago Rostagno.

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de fitase e duas dietas, milho e farelo de soja, e farinha de carne e ossos sobre o desempenho de frangos de corte e a digestibilidade de nutrientes das rações. Foram utilizados 1320 frangos de corte Cobb 500 machos de um dia de idade no experimento de desempenho, para o ensaio de metabolismo foram utilizados 216 frangos de corte, Cobb 500 machos, no período de 14 a 23 dias de idade, e para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparentes e estandardizados dos aminoácidos das dietas foram utilizados 252 pintos de corte, Cobb 500 machos, no período de 18 a 21 dias de idade. As aves foram pesadas individualmente e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, totalizando seis tratamentos divididos em esquema fatorial 2x3 (duas dietas e três níveis de fitase compondo os tratamentos): T1- Dieta vegetal com 500 FTU; T2 – 1000 FTU; T3 – 1500 FTU; T4 – Dieta Farinha de Carne e ossos com 500 FTU; T5 – 1000 FTU; T6 – 1500 FTU, sendo que, o ensaio de digestibilidade continha o tratamento DIP (dieta isenta de proteína). O ganho de peso médio final e ganho de peso dos animais que consumiram dietas com farinha de carne e ossos e fitase a 500 FTU/kg foi similar com os que consumiram 1000 FTU/kg de fitase, e estatisticamente o nível de 1500 FTU/kg foi igual ao nível de 500 FTU/kg. De forma geral, a digestibilidade dos aminoácidos para os animais que consumiram dietas com milho e farelo de soja e fitase com 500 FTU/kg foi similar com os que consumiram 1000 FTU/kg, e estatisticamente o nível de 1500 FTU/kg foi igual ao nível de 500 FTU/kg. Altas doses de fitase não promoveram melhora no desempenho e digestibilidade dos nutrientes, bem como nos valores de EMAn, com isso, recomenda-se a suplementação de fitase a 500 FTU/kg.

Palavras-chaves: Ácido fólico. Digestibilidade. Enzima.

ABSTRACT

SOARES, Márcia Neves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2021. **Effects of high phytase dosage on broiler performance and nutrient digestibility.** Advisor: Luiz Fernando Teixeira Albino. Co-advisors: Arele Arlindo Calderano and Horácio Santiago Rostagno.

The objective of this study was to evaluate the effect of different doses of phytase and two diets, corn and soybean meal, and meat and bone meal on the performance of broilers and the nutrient digestibility of the feed. A total of 1320 one-day-old male Cobb 500 broiler chickens were used in the performance experiment. For the metabolism assay, 216 Cobb 500 male broiler chickens were used from 14 to 23 days of age, and for the determination of Apparent and standardized digestibility coefficients of the amino acids of the diets, 252 broiler chicks, Cobb 500 males, from 18 to 21 days of age were used. The birds were individually weighed and distributed in a completely randomized design, totaling six treatments divided into a 2x3 factorial scheme (two diets and three levels of phytase composing the treatments): T1- Vegetable diet with 500 FTU; T2 – 1000 FTU; T3 – 1500 FTU; T4 – Meat and Bone Meal Diet with 500 FTU; T5 – 1000 FTU; T6 – 1500 FTU, and the digestibility test contained the DIP (protein-free diet) treatment. The final average weight gain and weight gain of the animals that consumed diets with meat and bone meal and phytase at 500 FTU/kg were similar to those that consumed 1000 FTU/kg of phytase, and statistically the level of 1500 FTU/kg was equal to the level of 500 FTU/kg. In general, the digestibility of amino acids for animals that consumed diets with corn and soybean meal and phytase with 500 FTU/kg was similar to those that consumed 1000 FTU/kg, and statistically the level of 1500 FTU/kg was equal to 500 FTU/kg level. High doses of phytase did not improve performance and nutrient digestibility, as well as AMEn values, therefore, phytase supplementation at 500 FTU/kg is recommended.

Keywords: Phytic acid. Digestibility. Enzyme.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos	15
Tabela 2. Matriz Nutricional da fitase.	16
Tabela 3. Composição das rações experimentais – Inicial (1 a 21 dias)	17
Tabela 4. Composição das rações experimentais – Crescimento/Terminação (21 a 42 dias).18	
Tabela 5. Composição da dieta isenta de proteína, DIP.	22
Tabela 6. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias recebendo as dietas experimentais.	24
Tabela 7. Desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias recebendo as dietas experimentais.	25
Tabela 8. Valores médios de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida por balanço de nitrogênio (EMAn).....	25
Tabela 9. Coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais das dietas experimentais.....	27
Tabela 10. Coeficientes de digestibilidade ileal aparente de aminoácidos não essenciais das dietas experimentais.	28
Tabela 11. Coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais (CAE), não essenciais (CANE), aminoácidos totais (CAT), metionina + cistina (Met+Cist), fenilalanina + tirosina (Fen+Tir) e glicina + serina (Gli+Ser) das dietas experimentais.	29
Tabela 12. Coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada dos aminoácidos essenciais das dietas experimentais.	30
Tabela 13. Coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada de aminoácidos não essenciais das dietas experimentais.	31
Tabela 14. Coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada dos aminoácidos essenciais (CAE), não essenciais (CANE), aminoácidos totais (CAT), metionina + cistina (Met+Cist), fenilalanina + tirosina (Fen+Tir) e glicina + serina (Gli+Ser) das dietas experimentais.	32

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEUAP – Comissão de Ética no uso de animais de Produção

EM – Energia metabolizável

CR – Consumo de ração

GP – Ganho de peso

CA – Conversão alimentar

VIAB – Viabilidade

IEP – Índice de eficiência produtiva

ANOVA – Análise de variância

EMA – Energia metabolizável aparente

EMAn – Energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio

EBin – Energia bruta ingerida

EBexc – Energia bruta excretada

MSin – Matéria seca ingerida

BN – Balanço de nitrogênio

DIP – Dieta isenta de proteína

MS – Matéria seca

PB – Proteína bruta

FI – Fator de indigestibilidade ileal

CAI – Concentração da Cinza ácida insolúvel

CDIA – Coeficiente de Digestibilidade Ileal Aparente de Aminoácidos.

CDIE – Coeficiente de Digestibilidade Ileal Estandarizado de Aminoácidos.

% AA diet – Porcentagem de aminoácidos na dieta.

% AA dig – Porcentagem de aminoácidos na digesta ileal.

AA end – Aminoácido endógeno.

CV – Coeficiente de variação

M.FJ – Milho e farelo de soja

CAE – Coeficiente de digestibilidade ileal dos aminoácidos essenciais

CANE – Digestibilidade ileal dos aminoácidos não essenciais

CAT – Aminoácidos totais

MET+CIS – Metionina + Cistina

FEN+TIR – Fenilalanina + Tirosina

GLI+SER – Glicina + Serina

MET – Metionina

CYS – Cistina

LYS – Lisina

THR – Treonina

VAL – Valina

ARG – Arginina

ILE – Isoleucina

LEU – Leucina

TYR – Tirosina

SER – Serina

PRO – Prolina

PHE – Fenilalanina

ALA – Alanina

ASP – Asparagina

GLY – Glicina

HIS – Histidina

GLU – Glutamina

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

pH potencial hidrogeniônico do solo

°C Graus Celsius

t Tonelada

kg Quilograma

G Grama

Ca Cálcio

Fe Ferro

Zn Zinco

P Fósforo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1.	Experimento 1 – Desempenho dos animais	14
2.1.1	Localização, instalações e manejo experimental.....	14
2.1.2.	Delineamento experimental, tratamentos e composição das rações	15
2.1.3	Variáveis analisadas e análise estatística	18
2.2.	Experimento 2 – Ensaio de Metabolismo. Determinação dos valores de energia metabolizável das rações experimentais.	19
2.2.1	Localização, instalações e manejo experimental.....	19
2.2.2	Delineamento experimental, tratamentos e composição das rações	20
2.2.3	Variáveis analisadas e análise estatística	20
2.3.	Experimento 3 – Determinação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos das rações experimentais.	21
2.3.1	Localização, instalações e manejo experimental.....	21
2.3.2	Delineamento experimental, tratamentos e composição das rações	21
2.3.3	Variáveis analisadas e análise estatística	22
3.	RESULTADOS	23
3.1.	Experimento 1 – Desempenho dos animais	23
3.2.	Experimento 2 – Ensaio de Metabolismo. Determinação dos valores de energia metabolizável das rações experimentais.	25
3.3.	Experimento 3 – Determinação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos das rações experimentais.	26
4.	DISCUSSÃO	32
5.	CONCLUSÕES	35
6.	REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

As rações de frangos de corte no Brasil são formuladas a base de ingredientes de origem vegetal (milho e farelo de soja), o que representa 90% de toda a dieta, contribuindo para o fornecimento de energia, proteína, vitaminas e minerais (COSTA et al., 2007).

Os alimentos de origem vegetal possuem o ácido fítico, composto que limita a utilização de nutrientes pelas aves. O ácido fítico é uma molécula que contém principalmente o fósforo, que é mal digerido pelos monogástricos, ele também se liga a outros nutrientes reduzindo a utilização pelos animais (WOYENGO & NYACHOTI, 2011).

Os ingredientes das dietas das aves apresentam alguns compostos antinutricionais, como o fitato ou ácido fítico, que forma sais insolúveis com aminoácidos e minerais de importância, levando a diminuição da disponibilidade. A hidrólise do fitato é feita pela enzima fitase e, assim, sua adição na dieta tem sido uma alternativa nas formulações atuais, uma vez que, as aves não conseguem produzir de forma suficiente (FRANCESCHINA, et al., 2016).

A princípio, a fitase era destinada apenas para hidrolisar o fitato e liberar o P, com uma dose consensual estabelecida de 500 FTU/kg. Posteriormente, foi observado sua capacidade de aumentar o aproveitamento da proteína e a energia dietética, levando a redução não só de Ca e P, mas também da proteína e energia (NASCIMENTO, 2017).

Estudos realizados evidenciaram que níveis de fitase acima do convencional é denominado superdosagem, e pode levar a aumentos na liberação de Ca e P, assim como nos valores de energia e proteína bruta (NASCIMENTO, 2017).

Walters et al., (2019) ao avaliar superdoses de fitase (2.000 e 3.000 FTU/kg) observou uma melhoria no desempenho das aves, bem como na digestibilidade dos nutrientes.

Além disso, o uso de fitase pode diminuir a poluição ambiental, uma vez que aproximadamente 30% da excreção do P é diminuída pelas aves e suínos com a inclusão de fitase nas dietas, e a digestibilidade de outros nutrientes ligados ao ácido fítico é aumentada com a hidrólise da molécula de fitato (KIES et al., 2007).

Outra forma de disponibilizar fósforo para os animais tem sido a inclusão de farinha de carne e ossos nas rações, ingrediente de origem animal que não possui a molécula de ácido fítico. Dentro desse contexto, a suplementação de cerca de 5% de farinha de carne e ossos pode reduzir ou até mesmo eliminar a necessidade de suplementar o fósforo inorgânico, e com isso reduzir os custos da alimentação. O fósforo presente na farinha de carne e ossos, em função da

inexistência de associação com o ácido fítico, é considerado mais disponível do que o fósforo dos ingredientes de origem vegetal (SELLE et al., 2009).

O presente estudo foi realizado a partir da hipótese que a fitase melhora o desempenho das aves e a digestibilidade de nutrientes, contribuindo para a diminuição da poluição ambiental. Com isso, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de fitase e duas dietas, milho e farelo de soja, e farinha de carne e ossos sobre o desempenho de frangos de corte e a digestibilidade de nutrientes das rações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Experimento 1 – Desempenho dos animais

2.1.1. Localização, instalações e manejo experimental

Este experimento foi submetido à Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa (CEUAP/UFV) - protocolo nº021/2019. O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Produção e Nutrição de Aves do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de setembro a outubro de 2019.

Os animais foram alojados em galpão dividido em boxes com dimensões de 1,0 x 2,0 m, forrados com cama feita de maravalha.

As temperaturas máximas e mínimas internas dos galpões foram medidas utilizando-se termômetros localizados no mesmo nível dos animais e a mortalidade foram registradas diariamente.

A temperatura foi mensurada e anotada duas vezes por dia, realizando manejo de cortinas e ventiladores para manter a temperatura nos níveis de conforto para os animais. Foi fornecida iluminação natural e/ou artificial contínua para os animais durante todo período experimental.

Alimento e água foram fornecidos *ad libitum*. Os boxes foram monitorados ao longo do dia para avaliar a condição dos animais, disponibilidade de ração e de água, controle de temperatura e qualquer outra condição adversa. Animais encontrados mortos durante o experimento foram retirados e pesados. Os pesos, a data e o boxe eram anotados regularmente para realização das correções do consumo de ração e da conversão alimentar ao final de cada fase experimental, segundo Sakamura & Rostagno (2016).

2.1.2. Delineamento experimental, tratamentos e composição das rações

Foram utilizados 1320 frangos de corte Cobb 500 machos de um dia de idade. As aves foram pesadas individualmente e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, totalizando seis tratamentos divididos em esquema fatorial 2x3 (duas dietas e três níveis de fitase 500, 1000 e 1500 FTU): T1- Dieta vegetal com 500 FTU; T2 – 1000 FTU; T3 – 1500 FTU; T4 – Dieta Farinha de Carne e ossos com 500 FTU; T5 – 1000 FTU e T6 – 1500 FTU, (Tabela 1). Foram utilizadas 10 repetições e 22 aves por unidade experimental. Na tabela 2 está a matriz nutricional da Fitase.

Todas as dietas experimentais foram formuladas a base de milho e farelo de soja e farinha de carne e ossos, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2017), considerando os níveis para desempenho regular médio. As dietas, com milho e farelo de soja e milho e farelo de soja e farinha de carne e ossos tiveram a inclusão de 500 FTU de fitase (50g/t) levando em conta uma valorização de 0,15% de Fósforo disponível 0,15 de Cálcio e 50 kcal/kg de EM por parte da fitase. Nas Tabelas 3 e 4 estão a composição das rações experimentais.

Tabela 1. Tratamentos.

Tratamentos	Teste de superdosagem	
	Níveis	
1	Dieta vegetal (com 500 FTU)	
2	1000 FTU	
3	1500 FTU	
4	Dieta Farinha de carne e ossos (com 500 FTU)	
5	1000 FTU	
6	1500 FTU	

Tabela 2. Matriz Nutricional da fitase.

	500 FTU/kg alimento
	Contribuição / Kg Alimento
Inclusão, gr/ton alimento	50
EM (Energia Metabozável), kcal/kg	68,9
Proteína Bruta, %	0,2925
Aminoácidos*	
Lisina, %	0,0156
Metionina, %	0,0013
Cistina, %	0,0039
Met+Cis, %	0,0052
Arginina, %	0,0169
Glicina, %	0,0091
Histidina, %	0,0065
Isoleucina, %	0,0156
Leucina, %	0,0260
Fenilalanina, %	0,0169
Serina, %	0,0143
Treonina, %	0,0169
Triptofano, %	0,0039
Valina, %	0,0195
P total (P disp del NRC) %	0,1495
Ca total substituído FDC, %	0,1651
Sódio, %	0,0020

Tabela 3. Composição das rações experimentais – Inicial (1 a 21 dias).

Ingredientes / Tratamentos	Inicial de 01 a 21 dias de idade					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	54,973	54,973	54,973	56,046	56,046	56,046
Farelo de soja	39,708	39,708	39,708	36,847	36,847	36,847
Óleo de soja	1,799	1,799	1,799	1,150	1,150	1,150
Calcário	1,003	1,003	1,003	0,467	0,467	0,467
Fosfato bicálcico	0,981	0,981	0,981	---	---	---
Sal comum	0,510	0,510	0,510	0,542	0,542	0,542
DL-metionina, 99%	0,319	0,319	0,319	0,326	0,326	0,326
Lisina HCl, 76%	0,160	0,160	0,160	0,163	0,163	0,163
L-treonina, 98%	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044
Suplemento vitamínico ²	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Suplemento mineral ¹	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
Cloreto de colina, 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Salinomicina, Antioxidante (BHT)	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Fitase Comercial	0,0050	0,0100	0,0150	0,0050	0,0100	0,0150
Farinha de carne e ossos 43%	---	---	---	4,000	4,000	4,000
Total	100	100	100	100	100	100
Ener.metabolizavel,kcal/kg	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína Bruta%	23,123	23,123	23,123	23,622	23,622	23,622
Cálcio %	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930
Fósforo disponível %	0,440	0,440	0,440	0,476	0,476	0,476
Sódio %	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218
Arginina digestível %	1,438	1,438	1,438	1,461	1,461	1,461
Glicina + Serina digestível %	1,854	1,854	1,854	2,056	2,056	2,056
Isoleucina digestível %	0,900	0,900	0,900	0,883	0,883	0,883
Lisina digestível %	1,256	1,256	1,256	1,256	1,256	1,256
Met.+ cist. Digestível %	0,929	0,929	0,929	0,929	0,929	0,929
Metionina digestível %	0,624	0,624	0,624	0,634	0,624	0,634
Treonina digestível %	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
Triptofano digestível %	0,263	0,263	0,263	0,254	0,254	0,254
Valina digestível %	0,967	0,967	0,967	0,967	0,967	0,967

¹Suplemento Vitamínico - Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A - 9375 UI; Vit. D3 - 2375 UI; Vit E - 35 UI; Vit B1 - 2,50 mg; Vit B2 - 6,25 mg; Vit B6 - 3,5 mg; Vit B12 - 0,015 mg; Ácido nicotínico - 37,5 mg; Ác. Pantotênico - 12,5mg; Vit. K3 - 1,88mg; Ác. Fólico - 0,875mg; Biotina - 0,088 mg.

²Suplemento mineral – Níveis de garantia por kg de ração: Selênio - 0,375 mg; Manganês- 88 mg; Ferro –62,5 mg; Zinco – 81,3 mg; Cobre- 12,5 mg; Iodo- 1,25 mg. ³Anticoccidiano.

³ Coxixtac,12%

Tabela 4. Composição das rações experimentais – Crescimento/Terminação (21 a 42 dias).

Ingredientes / Tratamentos	Inicial de 21 a 42 dias de idade					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	59,531	59,531	59,531	60,387	60,387	60,387
Farelo de soja	33,741	33,741	33,741	30,915	30,915	30,915
Óleo de soja	3,864	3,864	3,864	3,290	3,290	3,290
Calcário	0,800	0,800	0,800	0,629	0,629	0,629
Fosfato bicálcico	0,670	0,670	0,670	---	---	---
Sal comum	0,486	0,486	0,486	0,429	0,429	0,429
DL-metionina, 99%	0,276	0,276	0,276	0,282	0,282	0,282
Lisina HCL, 76%	0,174	0,174	0,174	0,176	0,176	0,176
L-treonina, 98%	0,034	0,034	0,034	0,035	0,035	0,035
Suplemento vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Salinomicina	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Amido	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante (BHT)	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Fitase Comercial	0,0050	0,0100	0,0150	0,0050	0,0100	0,0150
Farinha de carne e ossos 43%	---	---	---	4,000	4,000	4,000
Total	100	100	100	100	100	100
Ener. Metabolizável, Kcal/kg	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína Bruta %	20,762	20,762	20,762	21,259	21,259	21,259
Cálcio %	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758
Fósforo disponível %	0,374	0,374	0,374	0,468	0,468	0,468
Sódio %	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208
Arginina digestível %	1,268	1,268	1,268	1,292	1,292	1,292
Glicina + Serina digestível %	1,653	1,653	1,653	1,855	1,855	1,855
Isoleucina digestível %	0,798	0,798	0,798	0,782	0,782	0,782
Lisina digestível %	1,124	1,124	1,124	1,124	1,124	1,124
Met.+ cist. Digestível %	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
Metionina digestível %	0,554	0,554	0,554	0,564	0,564	0,564
Treonina digestível %	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742
Triptofano digestível %	0,232	0,232	0,232	0,222	0,222	0,222
Valina digestível %	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865

¹Suplemento Vitamínico - Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A - 9375 UI; Vit. D3 - 2375 UI; Vit E - 35 UI; Vit B1 - 2,50 mg; Vit B2 - 6,25 mg; Vit B6 - 3,5 mg; Vit B12 - 0,015 mg; Ácido nicotínico - 37,5 mg; Ác. Pantotênico - 12,5mg; Vit. K3 - 1,88mg; Ác. Fólico - 0,875mg; Biotina - 0,088 mg.

²Suplemento mineral – Níveis de garantia por kg de ração: Selênio - 0,375 mg; Manganês- 88 mg; Ferro –62,5 mg; Zinco – 81,3 mg; Cobre- 12,5 mg; Iodo- 1,25 mg. ³Anticoccidiano.

³ Coxixtac,12%

2.1.3. Variáveis analisadas e análise estatística

Os parâmetros de desempenho avaliados foram o consumo de ração (CR, g/ave), o ganho de peso (GP, g/ave), e conversão alimentar (CA, kg/kg) aos 21 e aos 42 dias de idade e a viabilidade (VIAB, %).

- * Ganho de peso: Todas as aves foram pesadas ao início e ao término do experimento, para determinação do ganho de peso dos animais.
- * Conversão alimentar: A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso corporal acumulado no período.
- * Mortalidade: O total de aves mortas foi anotado diariamente e expresso em porcentagem ao final do período.
- * Viabilidade das aves: A mortalidade das aves foi subtraída do número total de aves vivas, sendo os valores obtidos convertidos em porcentagem no final do período experimental.

Todos os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Para estimar o efeito dos fatores em estudo (níveis e fontes), bem como suas interações, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas pelo programa estatístico R.

2.2. Experimento 2 – Ensaio de Metabolismo. Determinação dos valores de energia metabolizável das rações experimentais

2.2.1. Localização, instalações e manejo experimental

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Produção e Nutrição de Aves do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Foram utilizados 216 frangos de corte, Cobb 500 machos, no período de 14 a 23 dias de idade. No período de 01 a 13 dias de idade as aves foram criadas em galpão de alvenaria e alimentadas com uma dieta inicial formulada à base de milho e de farelo de soja e manejadas segundo manual da linhagem.

Aos 14 dias de idade, as aves foram pesadas e transferidas para baterias metálicas com compartimentos em dois andares, dispostas em uma sala de 68 m², com pé-direito de aproximadamente 2,8 m. As gaiolas são equipadas com bebedouro tipo *nipple* e comedouro tipo calha.

Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade e diariamente foram registradas as temperaturas máximas e mínimas no interior das instalações, por meio de dois termômetros colocados na altura das aves localizados em diferentes partes da instalação.

As rações foram fornecidas *ad libitum* por um período de 10 dias, sendo os primeiros cinco dias destinados à adaptação, e os últimos cinco dias destinados à coleta das excretas pela metodologia da coleta total. A coleta foi realizada duas vezes ao dia, às 08:00 e às 16:00, para evitar fermentação e perdas de nutrientes.

2.2.2. Delineamento experimental, tratamentos e composição das rações

As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, totalizando 6 tratamentos divididos em esquema fatorial 2x3 (duas dietas e três níveis de fitase compondo os tratamentos): Dieta vegetal com 500 FTU; T2 – 1000 FTU; T3 – 1500 FTU; T4 – Dieta Farinha de Carne e ossos com 500 FTU; T5 – 1000 FTU e T6 – 1500 FTU. Foram utilizadas 6 repetições e 6 aves por unidade experimental.

2.2.3. Variáveis analisadas e análise estatística

No ensaio de metabolismo as excretas coletadas de cada unidade experimental foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer (-18 °C) até o final do período de coleta (5 dias). Ao final do período experimental, as excretas coletadas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas em estufa ventilada à 55 °C, por um período de 72 horas, para determinação dos valores da energia metabolizável aparente.

Cálculo dos valores de energia metabolizável das dietas experimentais:

$$EMA = \frac{EBin - EBexc.}{MSin}$$

$$EMAn = \frac{EBing. - EBexc.}{MSin} - 8,22 \times BN$$

Onde:

EMA = Energia metabolizável aparente.

EMAn = Energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio.

EBin = Energia bruta ingerida.

EBexc = Energia bruta excretada.

MSin = Matéria seca ingerida.

BN = Balanço de nitrogênio.

Todos os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Para estimar o efeito dos fatores em estudo (níveis e fontes), bem como suas interações, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas pelo programa estatístico R.

2.3. Experimento 3 – Determinação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos das rações experimentais

2.3.1. Localização, instalações e manejo experimental

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Produção e Nutrição de Aves do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparentes e estandardizados dos aminoácidos das dietas foram utilizados 252 pintos de corte, Cobb 500 machos, no período de 18 a 21 dias de idade, criados em galpão de alvenaria, e alimentados com uma dieta inicial formulada à base de milho e de farelo de soja e manejados segundo manual da linhagem. Foram alojados em gaiolas equipadas com bebedouro tipo *nipple* e comedouro tipo calha, com fornecimento de água e ração a vontade.

2.3.2. Delineamento experimental, tratamentos e composição das rações

As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, totalizando sete tratamentos divididos em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$ (duas dietas, três níveis de fitase e 1 tratamento DIP): Dieta vegetal com 500 FTU; T2 – 1000 FTU; T3 – 1500 FTU; T4 – Dieta Farinha de Carne e ossos com 500 FTU; T5 – 1000 FTU e T6 – 1500 FTU, e T7 – DIP (dieta isenta de proteína). Foram utilizados 7 tratamentos, 6 repetições e 6 aves por unidade experimental.

Para o ensaio de digestibilidade de aminoácidos, além dos 6 tratamentos do experimento 1, foi incluída uma dieta isenta de proteína (DIP) para determinar as perdas endógenas, (Tabela 5).

Tabela 5. Composição da dieta isenta de proteína, DIP.

Ingredientes / Rações	DIP
Amido	80,31
Açúcar	5,00
Óleo de soja	5,00
Fosfato bicálcico	2,10
Calcário	0,70
Sal	0,45
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃)	1,00
Sabugo de milho	4,00
Suplemento mineral ¹	0,08
Suplemento vitamínico ²	0,15
Cloreto de Colina	0,20
Antioxidante (BHT)	0,01
Cinza acida insolúvel (Celite™)	1,00
Total	100,00
Proteína Bruta, %	0,00

2.3.3. Variáveis analisadas e análise estatística

Após o período de cinco dias de adaptação às dietas experimentais, as aves foram insensibilizadas e abatidas por sangria para coleta da digesta ileal, para determinação da digestibilidade dos aminoácidos. As aves tiveram a cavidade abdominal aberta para a retirada de todo o conteúdo intestinal que estiver a 40 cm da porção do íleo terminal, anterior à junção íleo-cecal. A digesta ileal das aves de cada repetição foi homogeneizada para formação da amostra de cada unidade experimental, em que o conteúdo presente no segmento amostrado foi totalmente retirado por pressionamento com os dedos indicador e polegar, de tal forma a garantir quantidade ideal de amostra para as análises. Antes do abate as aves foram constantemente estimuladas a consumir as dietas experimentais, ou seja, foi dada maior atenção ao arraçoamento para evitar esvaziamento do trato digestivo, o que prejudicaria o procedimento de coleta. As amostras da digesta ileal foram liofilizadas a vácuo, a temperatura de -40°C por 72 horas, e realizadas as análises laboratoriais para a verificação do conteúdo aminoacídico por meio de HPLC (Cromatografia Líquida sob Alta Pressão). Também foram determinados os teores de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), do indicador fecal (sílica) e o fator de indigestibilidade. Os cálculos da digestibilidade aparente e estandardizada dos aminoácidos foram realizados por intermédio do fator de indigestibilidade da cinza ácida insolúvel (CAI), segundo descrito por Sakomura & Rostagno, (2016).

Fator de Indigestibilidade Ileal (FI):

FI1 = [CAI] na dieta / [CAI] amostra.

FI2 = [CAI] na DIP / [CAI] amostra.

Coefficiente de digestibilidade ileal (CDI):

$$CDIA\% = \frac{(\% AA diet - (\% AA dig. x FI1))}{\% AA diet} x 100$$

$$CDIE\% = \frac{(\% AA diet - (\% AA dig. x FI1) - (AA end. DIP x FI2))}{\% AA diet} x 100$$

Onde:

FI = Fator de indigestibilidade.

[CAI] = Concentração da Cinza ácida insolúvel.

DIP = Dieta Livre de Proteína.

CDIA = Coeficiente de Digestibilidade Ileal Aparente de Aminoácidos.

CDIE = Coeficiente de Digestibilidade Ileal Estandarizado de Aminoácidos.

% AA diet = Porcentagem de aminoácidos na dieta.

% AA dig = Porcentagem de aminoácidos na digesta ileal.

AA end = Aminoácido endógeno.

Os cálculos para os coeficientes de digestibilidade ileal aparente e estandarizada dos aminoácidos essenciais (CAE), não essenciais (CANE), aminoácidos totais (CAT), metionina + cistina (Met+Cist), fenilalanina + tirosina (Fen+Tir) e glicina + serina (Gli+Ser) das dietas experimentais foram realizados a partir da média de cada um.

Todos os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Para estimar o efeito dos fatores em estudo (níveis e fontes), bem como suas interações, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas pelo programa estatístico R.

3. RESULTADOS

3.1 . Experimento 1 – Desempenho dos animais

Os resultados de consumo de ração (CR), de peso médio final (PM), de ganho de peso (GP) e de conversão alimentar (CA) de um a 21 e um a 42 dias de idade encontram-se nas Tabelas 6 e 7, respectivamente.

Não houve efeito ($P>0,05$) significativo para o consumo de ração e conversão alimentar na fase de 1 a 21 dias de idade entre os tratamentos.

Foi observado efeito da interação fitase x dieta para peso médio final diário e ganho de peso ($P<0,05$).

O ganho de peso médio final e ganho de peso dos animais que consumiram dietas com farinha de carne e ossos e fitase a 500 FTU/kg foi similar com os que consumiram 1000 FTU/kg de fitase, e estatisticamente o nível de 1500 FTU/kg foi igual ao nível de 500 FTU/kg.

Tabela 6. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias recebendo as dietas experimentais.

Variáveis	Enzimas	Alimento			Probabilidade			
		M.FJ	F.Carne e ossos	Médias	Dietas	Enzimas	E*D	CV %
CR (kg/ave)	500	1,239	1,259	1,248				
	1000	1,253	1,260	1,256	0,348	0,279	0,876	6,52
	1500	1,272	1,305	1,288				
Média		1,254	1,274					
PM (kg/ave)	500	0,987B	1,026Aab	1,006				
	1000	1,007	1,031a	1,019	0,101	0,343	0,010	3,18
	1500	1,017	0,995b	1,006				
Média		1,003	1,017					
GP (kg/ave)	500	0,940B	0,980Bab	0,96				
	1000	0,959	0,984a	0,971	0,080	0,386	0,011	3,32
	1500	0,969	0,949b	0,959				
Média		0,956	0,971					
CA (kg/kg)	500	1,317	1,284	1,300				
	1000	1,306	1,279	1,292	0,910	0,209	0,213	7,74
	1500	1,312	1,381	1,346				
Média		1,311	1,314					

Cv = coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey.

M.FJ = Milho e farelo de soja.

E*D = Efeito da interação enzima x dieta.

Não houve efeito ($P>0,05$) significativo para as variáveis avaliadas, consumo de ração, ganho de peso médio, ganho de peso e conversão alimentar no desempenho dos animais de 1 a 42 dias de idade.

Tabela 7. Desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias recebendo as dietas experimentais.

Variáveis	Enzima	Alimento			Probabilidde			CV %
		M.FJ	F.Carne e ossos	Médias	Dietas	Enzima	E*D	
CR (kg/ave)	500	5,025	5,116	5,070	0,233	0,550	0,915	5,14
	1000	4,967	5,077	5,021				
	1500	5,091	5,134	5,112				
Média		5,027	5,108					
PM (kg/ave)	500	3,279	3,222	3,250	0,072	0,237	0,645	2,91
	1000	3,325	3,260	3,292				
	1500	3,303	3,290	3,296				
Média		3,302	3,257					
GP (kg/ave)	500	3,230	3,175	3,202	0,082	0,257	0,653	2,96
	1000	3,276	3,211	3,243				
	1500	3,254	3,242	3,248				
Média		3,253	3,209					
CA (kg/kg)	500	1,557	1,613	1,549	0,031	0,362	0,663	5,17
	1000	1,517	1,581	1,574				
	1500	1,565	1,584	1,584				
Média		1,546B	1,592B					

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes , maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey.

M.FJ = Milho e farelo de soja.

E*D = Efeito da interação enzima x dieta.

3.2. Experimento 2 – Ensaio de Metabolismo. Determinação dos valores de energia metabolizável das rações experimentais.

Não houve efeito ($P > 0,05$) significativo dos níveis de inclusão da EM para os valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio, (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida por balanço de nitrogênio (EMAn).

Variáveis	Enzima	Alimento			Probabilidde			CV %
		M.FJ	F.Carne e ossos	Médias	Dietas	Enzima	E*D	
EMA	500	3264,83	3253,37	3259,09	0,18	0,06	0,61	2,78
	1000	3330,99	3301,62	3316,30				
	1500	3393,17	3309,59	3351,38				
Média		3329,66	3288,19					
EMAn	500	3089,41	3089,45	3089,43	0,25	0,052	0,46	2,59
	1000	3147,19	3132,00	3139,59				
	1500	3212,91	3134,46	3173,68				
Média		3149,83	3118,63					

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes , maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey.

M.FJ = Milho e farelo de soja.

E*D = Efeito da interação enzima x dieta.

3.3. Experimento 3 – Determinação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos das rações experimentais.

Nas Tabelas 9, 10, 11, 12, 13 e 14 estão descritos os resultados da digestibilidade dos aminoácidos essenciais e não essenciais, metionina (Met), cistina (Cys), lisina (Lys), treonina (Thr), valina (Val), arginina (Arg), isoleucina (Ile), leucina (Leu), tirosina (Tyr), serina (Ser), prolina (Pro), fenilalanina (Phe), alanina (Ala), asparagina (Asp), glicina (Gly), histidina (His) e glutamina (Glu) a média do coeficiente de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais (CAE), não essenciais (CANE), aminoácidos totais (CAT), metionina + cistina (Met+Cist), fenilalanina + tirosina (Fen+Tir) e glicina + serina (Gli+Ser) das dietas experimentais.

Observa-se que houve interação entre as dietas e os níveis de fitase utilizados para os aminoácidos analisados, exceto para metionina, metionina + cistina, serina e asparagina, indicando uma correlação direta entre os fatores durante a digestão.

Avaliando a digestibilidade ileal aparente e estandardizada dos aminoácidos essenciais sobre a inclusão de diferentes níveis de fitase e duas dietas, milho e farelo de soja e farinha de carne e ossos, observou-se uma maior digestibilidade dos aminoácidos quando os animais consumiram rações com milho e farelo de soja e fitase a 500 FTU e 1000 FTU/kg, para os aminoácidos lisina, treonina, leucina e valina. A digestibilidade para os aminoácidos arginina, histidina, isoleucina e fenilalanina para os animais que consumiram dietas com milho e farelo de soja e fitase com 500 FTU/kg foi similar com os que consumiram 1000 FTU/kg, e estatisticamente o nível de 1500 FTU/kg foi igual ao nível de 500 FTU/kg (Tabelas 9 e 12).

A digestibilidade ileal aparente e estandardizada dos aminoácidos não essenciais foi afetada significativamente pelas dietas experimentais, os animais que consumiram rações com milho e farelo de soja e fitase a 500 FTU/kg e 1000 FTU/kg tiveram maior digestibilidade para os aminoácidos alanina, tirosina, cistina e serina. A digestibilidade para os aminoácidos glutamina, glicina e prolina para os animais que consumiram dietas com milho e farelo de soja e fitase com 500 FTU/kg foi similar com os que consumiram 1000 FTU/kg, e estatisticamente o nível de 1500 FTU/kg foi igual ao nível de 500 FTU/kg (Tabelas 10 e 13).

A suplementação de 500 e 1000 FTU/kg de fitase apresentaram os melhores resultados quando os animais consumiram milho e farelo de soja para CAE, CAT e gli+ser, e para CANE e Fen+Tir o nível de 1500 FTU foi estatisticamente igual ao de 500 FTU/kg (Tabelas 11 e 14).

Tabela 9. Coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais das dietas experimentais.

Variáveis	Enzima	Alimento		Médias	Dietas	Probabilidde		CV %
		M.FJ	F.Carne e ossos			Enzima	E*D	
Lys	500	89,88Aa	84,30Ba	87,09	0,001	0,08	0,002	1,86
	1000	90,13Aa	86,42Ba	88,28				
	1500	87,15b	86,59a	86,87				
Média		89,05	85,77					
Thr	500	77,11Aa	72,24B	74,68	0,16	0,05	0,08	5,06
	1000	78,23Aa	73,73B	75,98				
	1500	70,06b	74,21	72,13				
Média		75,13	73,39					
Met	500	93,89	93,59	93,54	0,67	0,30	0,17	1,09
	1000	94,05	93,22	93,67				
	1500	92,38	93,39	93,05				
Média		93,49	93,35					
Arg	500	88,50Aab	85,38B	86,94	0,07	0,43	0,01	2,45
	1000	89,23Aa	86,64B	87,94				
	1500	86,05b	87,85	86,95				
Média		87,93	86,62					
His	500	86,16Aab	81,90B	84,03	0,008	0,18	0,004	2,47
	1000	87,00Aa	83,91B	85,46				
	1500	83,33b	84,85	84,09				
Média		85,50	83,55					
Ile	500	83,33Aab	78,12B	80,73	0,01	0,36	0,001	3,54
	1000	83,99Aa	79,79B	81,89				
	1500	79,36b	81,15	80,26				
Média		82,23	79,69					
Leu	500	86,22Aa	82,03B	84,12	0,09	0,45	0,01	3,15
	1000	85,97a	83,26	84,61				
	1500	82,07b	84,44	83,25				
Média		84,75	83,24					
Phe	500	84,90Aab	80,13B	82,51	0,005	0,24	0,01	3,16
	1000	85,77Aa	81,51B	83,64				
	1500	81,25b	82,41	81,83				
Média		83,97	81,35					
Val	500	82,68Aa	76,89B	79,78	0,005	0,24	0,007	3,59
	1000	83,38Aa	78,86B	81,12				
	1500	78,32b	79,95	79,14				
Média		81,46	78,57					

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes , maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey.

M.FJ = Milho e farelo de soja.

E*D = Efeito da interação enzima x dieta.

Tabela 10. Coeficientes de digestibilidade ileal aparente de aminoácidos não essenciais das dietas experimentais.

Variáveis	Enzima	Alimento		Médias	Dietas	Probabilidde		CV %
		M.FJ	F.Carne e ossos			Enzima	E*D	
Cys	500	83,10B	94,48Ba	88,79	0,54	0,006	0,01	10,22
	1000	76,79	80,83b	78,81				
	1500	83,52A	73,28Bb	78,40				
Média		81,14	82,86					
Ala	500	83,19Aa	79,12B	81,15	0,09	0,30	0,007	3,07
	1000	83,70a	80,91	82,30				
	1500	79,52b	82,01	80,77				
Média		82,14	80,68					
Asp	500	48,00	81,06	82,41	0,12	0,19	0,17	4,5
	1000	48,13	81,04	82,77				
	1500	78,58	80,90	80,20				
Média		82,77	80,82					
Glu	500	87,83Aab	84,68B	86,25	0,09	0,42	0,03	2,83
	1000	88,50Aa	85,57B	87,03				
	1500	84,81b	86,61	85,71				
Média		87,04	85,62					
Gli	500	76,76Aab	70,41Bb	73,58	0,002	0,13	0,003	4,07
	1000	78,72Aa	73,23Bab	75,98				
	1500	73,01b	74,94a	73,97				
Média		76,16	72,86					
Ser	500	52,77	81,53	78,48A	0,12	0,04	0,12	4,97
	1000	63,15	79,73	77,88AB				
	1500	72,34	79,61	74,62B				
Média		78,00	75,99					
Tyr	500	83,12Aa	79,52B	81,32	0,21	0,23	0,01	3,41
	1000	83,80a	81,15	82,47				
	1500	79,16b	81,85	80,51				
Média		82,03	80,84					
Pro	500	81,44Aab	75,22B	78,33	0,0003	0,30	0,02	3,64
	1000	82,74Aa	77,27B	80,00				
	1500	78,46b	78,55	78,51				
Média		80,88	77,01					

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes , maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey.

M.FJ = Milho e farelo de soja.

E*D = Efeito da interação enzima x dieta.

Tabela 11. Coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais (CAE), não essenciais (CANE), aminoácidos totais (CAT), metionina + cistina (Met+Cist), fenilalanina + tirosina (Fen+Tir) e glicina + serina (Gli+Ser) das dietas experimentais.

Variáveis	Enzima	Alimento		Médias	Dietas	Probabilidde		CV %
		M.FJ	F.Carne e ossos			Enzima	E*D	
CAE	500	85,94Aa	81,56B	83,75	0,01	0,24	0,08	2,8
	1000	86,42Aa	83,03B	84,73				
	1500	82,28b	83,92	83,10				
Média		84,88	82,84					
CANE	500	83,99Aab	79,85B	82,42	0,02	0,26	0,41	3,49
	1000	84,51Aa	80,72B	82,61				
	1500	80,00b	81,41	80,71				
Média		83,17	80,66					
CAT	500	84,92Aa	80,64B	82,78	0,01	0,26	0,02	3,15
	1000	85,41Aa	81,79B	83,60				
	1500	81,08b	82,57	81,83				
Média		83,80	81,6					
Met+cis	500	91,73	93,04	92,15A	0,54	0,03	0,90	4,11
	1000	89,23	89,56	89,43AB				
	1500	87,15	88,32	88,07B				
Média		89,51	90,26					
Fen+Tir	500	84,21Aab	80,00B	82,10	0,03	0,23	0,01	3,24
	1000	85,00Aa	81,47B	83,24				
	1500	80,44b	82,29	81,36				
Média		83,22	81,26					
Gli+Ser	500	78,59Aa	73,46B	76,03	0,01	0,16	0,02	4,31
	1000	79,57Aa	74,36B	76,96				
	1500	73,54b	75,20	74,37				
Média		77,23	74,34					

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes , maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey.

M.FJ = Milho e farelo de soja.

E*D = Efeito da interação enzima x dieta.

Tabela 12. Coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada dos aminoácidos essenciais das dietas experimentais.

Variáveis	Enzima	Alimento		Médias	Dietas	Probabilidde		CV %
		M.FJ	F.Carne e ossos			Enzima	E*D	
Lys	500	90,94Aa	85,49Ba	88,22	0,0002	0,08	0,002	1,83
	1000	91,20Aa	87,61Ba	89,41				
	1500	88,21b	87,78a	88,00				
Média		90,12	86,96					
Thr	500	82,80Aa	77,68B	80,24	0,12	0,05	0,008	4,71
	1000	83,85Aa	79,16B	81,51				
	1500	75,68b	79,64	77,66				
Média		80,78	78,83					
Met	500	95,22	94,72	94,77	0,32	0,30	0,17	1,07
	1000	95,37	94,35	94,90				
	1500	93,71	94,52	94,28				
Média		94,82	94,48					
Arg	500	89,85Aab	86,72B	88,29	0,07	0,43	0,01	2,42
	1000	90,58Aa	87,98B	89,28				
	1500	87,40b	89,19	88,29				
Média		89,28	87,96					
His	500	87,34Aab	83,09B	85,21	0,009	0,18	0,004	2,44
	1000	88,18Aa	85,10B	86,64				
	1500	84,52b	86,05	85,28				
Média		86,68	84,75					
Ile	500	85,54Aab	80,42B	82,98	0,01	0,36	0,01	3,45
	1000	86,21Aa	82,09B	84,15				
	1500	81,58b	83,45	82,51				
Média		84,44	81,99					
Leu	500	87,97Aa	83,74B	85,85	0,09	0,45	0,01	3,09
	1000	87,71a	84,97	86,34				
	1500	83,82b	86,15	84,98				
Média		86,50	84,95					
Phe	500	86,98Aab	82,30B	84,64	0,006	0,24	0,01	3,08
	1000	87,86Aa	83,68B	85,77				
	1500	83,33b	84,58	83,96				
Média		86,06	83,52					
Val	500	85,47Aa	79,80	82,6	0,007	0,24	0,007	3,46
	1000	86,17Aa	81,78	83,97				
	1500	81,11b	82,86	81,99				
Média		84,25	81,48					

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes , maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey.

M.FJ = Milho e farelo de soja.

E*D = Efeito da interação enzima x dieta.

Tabela 13. Coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada de aminoácidos não essenciais das dietas experimentais.

Variáveis	Enzima	Alimento		Médias	Dietas	Probabilidde		CV %
		M.FJ	F.Carne e ossos			Enzima	E*D	
Cys	500	90,61	96,78	87,50A	0,57	0,003	0,23	6,52
	1000	78,78	83,08	82,85AB				
	1500	75,11	77,19	79,36B				
Média		83,75	82,72					
Ala	500	85,87Aa	81,58B	83,73	0,05	0,30	0,007	2,97
	1000	86,38Aa	83,37B	84,88				
	1500	82,21b	84,48	83,34				
Média		84,826	83,14					
Asp	500	27,80	81,99	83,34	0,12	0,19	0,17	4,45
	1000	49,06	81,96	83,70				
	1500	79,50	81,83	81,13				
Média		83,69	81,75					
Glu	500	88,84Aab	85,71B	87,27	0,09	0,42	0,03	2,8
	1000	89,51Aa	86,59B	88,05				
	1500	85,82b	87,64	86,73				
Média		88,05	86,65					
Gli	500	79,97Aab	72,99Bb	76,48	0,0005	0,13	0,003	3,92
	1000	81,93Aa	75,82Bab	78,87				
	1500	76,22b	77,53a	76,87				
Média		79	75					
Ser	500	52,77	81,53	82,73A	0,08	0,04	0,12	4,71
	1000	63,15	79,73	82,13AB				
	1500	72,34	79,61	78,87B				
Média		82,38	80,11					
Tyr	500	85,58Aa	81,93B	83,76	0,19	0,23	0,01	3,31
	1000	86,26a	83,56	84,91				
	1500	81,62b	84,26	82,94				
Média		84	83					
Pro	500	84,38Aab	77,98B	81,18	0,0007	0,17	0,04	4,57
	1000	87,58Aa	80,03B	83,80				
	1500	81,40b	81,31	81,36				
Média		84,45	79,776					

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes , maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey.

M.FJ = Milho e farelo de soja.

E*D = Efeito da interação enzima x dieta.

Tabela 14. Coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada dos aminoácidos essenciais (CAE), não essenciais (CANE), aminoácidos totais (CAT), metionina + cistina (Met+Cist), fenilalanina + tirosina (Fen+Tir) e glicina + serina (Gli+Ser) das dietas experimentais.

Variáveis	Enzima	Alimento		Médias	Dietas	Probabilidde		CV %
		M.FJ	F.Carne e ossos			Enzima	E*D	
CAE	500	86,11Aa	81,73B	83,92	0,01	0,24	0,008	2,79
	1000	86,58Aa	83,20B	84,89				
	1500	82,45b	84,08	83,26				
Média		85,04	83,00					
CANE	500	84,14Aab	80,00B	82,07	0,02	0,26	0,41	3,48
	1000	84,65Aa	80,86B	82,75				
	1500	80,15b	81,55	80,85				
Média		82,98	80,80					
CAT	500	84,99Aa	80,72B	82,86	0,01	0,26	0,02	3,14
	1000	85,495Aa	81,86B	83,68				
	1500	81,166b	82,64	81,90				
Média		83,886	81,74					
Met+cis	500	94,263	95,20	94,50A	0,75	0,03	0,90	4
	1000	91,765	91,72	91,78AB				
	1500	89,68	90,49	90,42B				
Média		92,04	92,43					
Fen+Tir	500	86,44Aab	82,26B	84,35	0,03	0,23	0,01	3,15
	1000	87,24Aa	83,73B	85,48				
	1500	82,67b	84,54	83,61				
Média		85,45	83,51					
Gli+Ser	500	82,37Aa	76,78B	79,57	0,004	0,16	0,02	4,12
	1000	83,35Aa	77,67B	80,51				
	1500	77,32b	78,51	77,92				
Média		81,02	77,65					

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes , maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey.

M.FJ = Milho e farelo de soja.

E*D = Efeito da interação enzima x dieta.

4. DISCUSSÃO

A suplementação de fitase objetiva disponibilizar o fósforo contido nas moléculas de ácido fítico, possibilitando a redução de inclusão de ingredientes que contenham esse mineral. Não só a disponibilização de fósforo, mas também outros nutrientes, pois o ácido fítico possui carga eletronegativa que em condições intestinais (pH e temperatura) é capaz de reduzir a solubilidade e a digestibilidade do Ca, Fe, Zn e proteína, levando a cascatas deletérias (COWIESON & NJI, 2016).

Altas doses de fitase não proporcionaram resultados positivos no desempenho dos animais, diferindo de Walters et al., (2019) que ao suplementarem altas doses de fitase (≥ 1.500 FTU / kg), obtiveram melhorias adicionais no desempenho dos animais ao comparar-se com as taxas de inclusão normalmente feitas.

Apesar dos benefícios expostos em vários trabalhos relacionados a utilização da sobredosagem de fitase, é necessário estar atento a alguns fatores essenciais, como concentração de fitato, a energia e a densidade de aminoácidos, a idade dos animais e o equilíbrio dos íons da dieta (Cowieson & NJI, 2016). A concentração de fitato relaciona-se a quantidade de substrato que a dieta fornece para que a enzima possa atuar, assim altas doses de fitase podem não ser benéficas quando não existe substrato suficiente.

Liu et al., (2016) observaram que os animais tiveram uma piora na conversão alimentar (CA) e ganho de peso ao consumir dietas com farinha de carne e ossos na fase inicial. No entanto, foi observado, na fase final, melhora de 4,4% na conversão alimentar.

Mesmo com a utilização da farinha de carne e ossos nas dietas em substituição ao milho e farelo de soja, a enzima fitase dispõe de substrato para atuar, pois a dieta tem mais de 50% de ingredientes de origem vegetal (Valle, 2010). Isso pode explicar a diferença no ganho de peso das aves no período de 1 a 21 dias de idade das aves alimentadas com farinha de carne e ossos e fitase.

A melhoria do desempenho dos animais ao consumir dietas com fitase pode ser explicada ao se analisar as microvilosidades intestinais, onde a principal porta de entrada dos nutrientes é pelo enterócito, pois, a fitase ao disponibilizar os nutrientes para aproveitamento pelos animais reduz substrato no lúmen intestinal que poderia ser usado por bactérias patogênicas, assim ocorre uma melhora da saúde intestinal das aves que serão capazes de aproveitar mais eficazmente os nutrientes ao dispor de uma enzima (LIMA, 2018).

Na fase de 1 a 21 dias de idade Meneghetti et al. (2011), estudando a suplementação de superdoses de fitase (1.500 até 10.000FTU/kg), não encontraram diferença para consumo de ração e ganho de peso, mas teve piora na conversão alimentar (CA) para aves alimentadas com os níveis de 1.500, 3.000 e 6.000FTU/kg de fitase, diferindo desse estudo que não encontrou diferença entre as variáveis ao suplementar superdoses. E na fase de 1 a 35 dias de idade encontrou uma melhora para a CA no nível de 1500 e 3.000FTU/kg, diferindo desse trabalho onde as dietas suplementadas com fitase não influenciaram nenhuma das variáveis estudadas na fase de 1 a 42 dias de idade.

Na fase de 1 a 42 dias a suplementação de dietas a base de farinha de carne e ossos contendo fitase não afetou as variáveis estudadas. Já Castro et al. (2019), ao suplementarem 2500 FTU/kg de fitase com redução de cálcio e fósforo, observaram acréscimo no ganho de peso dos animais, demonstrando que a fitase conseguiu suprir a redução nutricional.

A potencialização da atividade de enzimas exógenas se dá pelo uso de estratégias, como a redução dos nutrientes da dieta (Cowieson & Nji, 2016), no entanto, neste estudo não houve redução dos nutrientes, o que poderia explicar os resultados não benéficos da superdose de fitase.

Supõe-se que a interação entre a proteína da dieta e o fitato ocorre principalmente no intestino a uma faixa de pH abaixo do ponto isoelétrico da proteína, além do pH, depende também da concentração de fitato e proteína no meio (COWIESON & NJI, 2016).

Meneghetti et al., (2011) não encontraram diferença nos valores de EMAn com a suplementação de superdoses de fitase em dietas para frangos de corte, o que se assemelha aos resultados encontrados neste estudo. Assim também, Litz et al. (2017), ao suplementarem dietas contendo fitase e farinha de carne e ossos, não encontraram diferença entre os tratamentos nos valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio

Na ausência de enzimas para degradação do fitato o mesmo pode se complexar a proteínas e formar o completo fitato-proteína, além das proteínas o mesmo também pode se ligar a outros substratos e enzimas, ocasionando uma diminuição na ação dessas, bem como redução da digestão das proteínas e aumento das perdas endógenas de aminoácidos, e a utilização da enzima fitase consegue amenizar esses efeitos prejudiciais do fitato (PEREIRA, 2009).

Superdoses de fitase não promoveram melhora do desempenho e digestibilidade dos nutrientes. Quando eficazes as superdoses possibilitam a redução de aminoácidos na dieta, levando a uma valorização dos nutrientes do milho e da soja, bem como maior digestibilidade e redução das perdas endógenas (VALLE, 2010; LIMA, 2018; SIEGERT, et al., 2019).

A suplementação de fitase proporciona uma maior digestibilidade dos aminoácidos, o que pode estar ligada aos benefícios da ruptura do fitato e consequente liberação de nutrientes, ou também, em função de menores perdas de aminoácidos endógenos (WALTERS, et al., 2019).

Em estudo realizado por Liu et al., (2016) avaliando dietas contendo farinha de carne e ossos e fitase observaram que, a digestibilidade ileal da maioria dos aminoácidos não foi afetada pela adição de fitase. No entanto, a glicina que teve maior digestibilidade em dietas com adição de fitase e 60g/kg de farinha de carne e ossos. De forma oposta, neste estudo, embora tenha havido suplementação de fitase, a digestibilidade dos aminoácidos essenciais e não essenciais

foram menores com a utilização da farinha de carne e ossos, quando comparado a dietas convencionais.

5. CONCLUSÕES

Altas doses de fitase não promoveram melhora no desempenho e digestibilidade dos nutrientes, bem como nos valores de EMAn, com isso, recomenda-se a suplementação de fitase a 500 FTU/kg.

6. REFERÊNCIAS

CASTRO, R.T.C, 2019. **Superdosagens de fitase combinada com a vitamina D em rações para frangos de corte**. Dissertação (Produção e Nutrição de não ruminantes) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, p.55.

COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, P.A.; BRANDÃO, J.S.; SILVA, J.H.V, 2007. efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 865-870, maio/jun.

COWIESON, A.J.; NJI, F.F, 2016. Phytate-free nutrition: A new paradigm in monogastric animal production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 222, p.180-189.

FRANCESCHINA, C.S.; PIRES, P.G.S.; FRANCESCHI, C.H.; MENDES, J.V, 2016. A utilização de fitase na dieta de poedeiras. **Nutritime Revista eletrônica**, v.13, n.1.

KIES, A.K.; HEMERT, K.H.F.V.; SAUER, W.C, 2007. Effect of phytase on protein and amino acid digestibility and energy utilisation. **World's Poultry Science Journal**, v.57.

LIMA, G.S, 2018. **Superdosagem de fitase para frangos de corte e poedeiras leves**. Tese (Doutor em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará. Areia, p.97.

LITZ, F.H.; FERNAANDES, E.A.; BUENO, J.P.R.; SILVA, M.C.A.; CAROLINO, A.C.X.G.; MARTINS, J.M.S.; FAGUNDES, N.S.; NASCIMENTO JR, D.V, 2017. Digestibility,

Determination of Metabolizable Energy and Bone Mineralization of Broilers Fed with Nutritionally Valued Phytase. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.19.

LIU, S.Y.; COWIESON, A.J.; SELLE, P.H, 2016. The influence of meat-and-bone meal and exogenous phytase on growth performance, bone mineralisation and digestibility coefficients of protein (N), amino acids and starch in broiler chickens. **Anim. Nutr.**

MENEGHETTI, C.; BERTECHINI, A.G.; RODRIGUES, P.B.; FASSANI, E.J.; BRITO, J.A.G.; REIS, M. P.; GARCIA Jr, A.A.P, 2011. Altos níveis de fitase em rações para frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, n.3, p.624-632.

NASCIMENTO, R.A, 2017. **Análise econômica e desempenho de frangos de corte submetidos a dietas comerciais com matriz nutricional valorizada e suplementadas com superdosagem de fitase.** Dissertação (Mestre em Ciências), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

PEREIRA, A.A, 2009. **Fitase em rações formuladas com níveis decrescentes de proteína bruta e fósforo para poedeiras comerciais.** Tese (Doutor em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias Campus de Jaboticabal. Jaboticabal, p.90.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.V.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O, 2017. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigências nutricionais. 4a edição. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 488p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S, 2016. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** 2ª ed., Jaboticabal:Funep.

SELLE, P.H.; COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V, 2009. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. **Livestock Science**, v.124.

SIEGERT, W.; ZUBER, T.; SOMMERFELD, V.; KRIEG, J.; FEUERSTEIN, D.; KURRLE, U.; RODEHUTSCORD, M, 2019. Prececal amino acid digestibility and phytate degradation in broiler chickens when using different oilseed meals, phytase and protease supplements in the feed. **Poultry Science**, v. 1, n.98, p. 5700-5713.

VALLE, F.L.P, 2010. **Uso de fitase em dietas comerciais para frangos de corte contendo ou não ingredientes de origem animal**. Dissertação (Mestre em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 98.

WALTERS, H.G.; COELHO, M.; COUFAL, C.D.; LEE, J.T, 2019. Effects of Increasing Phytase Inclusion Levels on Broiler Performance, Nutrient Digestibility, and Bone Mineralization in Low-Phosphorus Diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.28, p. 1210-1225.

WOYENGO, T. A. NYACHOTI, C.M. 2011. Review: Supplementation of phytase and carbohydrases to diets for poultry. **Can. J. Anim. Sci.** 91: 177-192.