



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS
CURSO DE ZOOTECNIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**SUPLEMENTAÇÃO DE FITASE EM DIETAS COM REDUÇÃO NOS
NÍVEIS NUTRICIONAIS PARA CODORNAS DE CORTE**

DELZO RIBEIRO DA COSTA

**AREIA- PB
JULHO DE 2017**

DELZO RIBEIRO DA COSTA

**SUPLEMENTAÇÃO DE FITASE EM DIETAS COM REDUÇÃO NOS
NÍVEIS NUTRICIONAIS PARA CODORNAS DE CORTE**

Trabalho de conclusão
de curso apresentado à
Universidade Federal da
Paraíba, como parte das
exigências para obtenção do
título de Zootecnista.

**AREIA - PB
JULHO DE 2017**

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

C837s Costa, Delzo Ribeiro da.

**Suplementação de fitase em dietas com redução nos níveis nutricionais para
codornas de corte / Delzo Ribeiro da Costa. - Areia: UFPB/CCA, 2017.**

26 f. ; il.

*Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Centro de
Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.*

Bibliografia.

Orientador: Fernando Guilherme Perazzo Costa.

1. Codornas de corte – Dieta 2. Coturnicultura – Suplementação de fitase 3.
Coturnix coturnix – Desempenho I. Costa, Fernando Guilherme Perazzo
(Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 636.5

DELZO RIBEIRO DA COSTA

**SUPLEMENTAÇÃO DE FITASE EM DIETAS COM REDUÇÃO NOS
NÍVEIS NUTRICIONAIS PARA CODORNAS DE CORTE**

Orientador: _____

Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa

DZ/CCA/UEPB

Examinador: _____

Dr. Danilo Teixeira Cavalcante

DZ/CCA/UEPB

Examinador: _____

Dr. Gledyson Bruno Vieira Lobato

DZ/CCA/UEPB

Areia, 28 de julho de 2017

Dedico

**“Ao Mestre e Arquiteto do
Universo, Deus. À minha família,
Crizeth Souto, Wellington Souto e
Lylia Souto Ribeiro, que foram
grandes incentivadores e que
sempre acreditaram nos meus
sonhos.”**

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Nossa Senhora das Graças e meu Irmão Jesus Cristo que sempre estiveram presente na minha vida e sempre ficará!

Agradeço aos meus Pais Edézio Ribeiro do Nascimento e Severina da Costa Ribeiro, pois sem eles eu não teria forças para essa longa jornada.

. Ao prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa, pela oportunidade de estágio no Setor de Avicultura e disponibilidade sempre no que precisei.

Ao Dr. Danilo Cavalcante, com quem partilhei o que era o início daquilo que veio a ser esse trabalho (TCC). Nossas conversas durante e para além dos horários de estudos foram fundamentais. Desejei a sua participação na banca examinadora do trabalho desde o princípio.

Aos meus professores e aos meus colegas do Grupo de Estudos em Tecnologias Avícolas que me ajudaram na conclusão da monografia.

Ao Setor de Avicultura, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, na cidade de Areia-PB.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.

A todos os funcionários de apoio da UFPB. Que me incentivaram durante esses anos como estudante.

À Secretaria do Departamento de Zootecnia, Maria Vanda Monteiro, que me ajudou durante os momentos burocráticos na UFPB, sempre nos auxiliando a resolver de melhor forma as dúvidas burocráticas do departamento.

Enfim, aos meus filhos, Wellington Souto Ribeiro e Lylian Souto Ribeiro; à minha esposa, Crizeth, incansável batalhadora e incentivadora nos momentos que mais precisei não deixou que eu desistisse do curso.

À minha cunhada, Maria do Socorro Souto, a Marinaldo Alexandre e ao meu sobrinho, Daniel Souto, que por muitas vezes me acompanhou no meu experimento.

SUMÁRIO

RESUMO.....	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Local e instalações.....	18
3.2 Animais	19
3.3 Dietas e descrição dos tratamentos.....	19
3.4 Variáveis avaliadas	21
3.5 Análises estatísticas.....	21
5. CONCLUSÃO	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estrutura molecular do ácido fítico (hexaquisfosfato, IP6, fitato) presente em sementes e grãos, atuando como forma de armazenamento de fósforo.....	14
Figura 2. Imagem ilustrativa da degradação do fitato pela enzima fitase.....	15
Figura 3. Ganho de peso de codornas japonesas, de 1 a 45 dias de idade, alimentadas com dietas com redução nos níveis nutricionais e suplementadas com fitase.....	21
Figura 4. Conversão alimentar de codornas japonesas, de 1 a 45 dias de idade, alimentadas com dietas com redução nos níveis nutricionais e suplementadas com fitase.....	22

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Ingredientes e composição química de dietas para codornas.....	18
Tabela 2. Descrição dos tratamentos.....	19
Tabela 3. Desempenho de codornas japonesas de 1 a 45 dias de idade alimentadas com dietas com redução nos níveis nutricionais e suplementadas com fitase.....	20

SUPLEMENTAÇÃO DE FITASE EM DIETAS COM REDUÇÃO NOS NÍVEIS NUTRICIONAIS PARA CODORNAS DE CORTE. UFPB, 2017, 26p, Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

RESUMO

O experimento foi realizado objetivando-se avaliar os efeitos da suplementação de fitase em dietas com redução nos níveis de fósforo disponível, cálcio, aminoácidos digestíveis e energia metabolizável para codornas de corte. Foram utilizadas 680 aves, de 1 a 45 dias de idade, distribuídas seguindo um delineamento inteiramente casualizado, em cinco tratamentos com oito repetições de dezessete aves. Os tratamentos consistiram em cinco níveis de fitase (0, 500, 1.000, 1.500 e 2.000 FTU kg⁻¹) suplementados numa dieta basal com redução nos níveis de 0.15% de fósforo disponível, 0.15% no cálcio, e 10% nos níveis de aminoácidos digestíveis (metionina+cistina, lisina e treonina) e 25 kcal/kg na energia metabolizável. Os dados foram analisados utilizando-se análise de regressão polinomial, considerando diferenças significativas quando $P \leq 0,05$. Os níveis de fitase não influenciaram ($P > 0,05$) o consumo de ração nem a viabilidade. Contrariamente, influenciaram de forma quadrática ($P = 0.014$) o ganho de peso e a conversão alimentar ($P = 0.004$) das aves, onde pode-se estimar melhores níveis de suplementação em 1.110 e 1.000 FTU kg⁻¹, respectivamente. Conclui-se que a suplementação de fitase melhora o desempenho de codornas de corte recebendo dietas com redução nos níveis de fósforo disponível, cálcio, aminoácidos digestíveis e energia metabolizável, indicando-se a suplementação de 1.000 FTU⁻¹.

Palavras-chave: ácido fítico, *Coturnix coturnix coturnix*, fósforo disponível, superdosagem

PHYTASE SUPPLEMENTATION IN DIETS LOW NUTRITIONAL LEVELS FOR QUAILS MEAT-TYPE. UFPB, 2017, 26p, Monograph (Degree in Animal Science) – Federal University of Paraiba, Areia.

ABSTRACT

The experiment was conducted to evaluate the effects of phytase supplementation on diets with reduced levels of available phosphorus, calcium, digestible amino acids and metabolizable energy for quail meat-type. A total of 680 birds were used, from 1 to 45 days-old, distributed in a completely randomized design in five treatments with eight replicates of seventeen birds. The treatments consisted in five phytase levels (0, 500, 1,000, 1,500 and 2,000 FTU kg⁻¹) supplemented in a basal diet with a reduction of 0.15% in available phosphorus, 0.15% in calcium, 10% in digestible amino acid levels (methionine+cystine, lysine and threonine) and 25 kcal/kg in the metabolizable energy. The data were analyzed through the polynomial regression, considering significant differences when $P \leq 0.05$. Phytase levels did not influence feed intake or viability ($P > 0.05$). In contrast, they influenced in a quadratic ($P = 0.014$) the weight gain and feed conversion ($P = 0.004$) of the birds, where better supplementation levels can be estimated at 1,110 and 1,000 FTU kg⁻¹, respectively. It is concluded that phytase supplementation improves the performance of quail meat-type receiving diets with reduced levels of available phosphorus, calcium, digestible amino acids and metabolizable energy, indicating supplementation of 1,000 FTU kg⁻¹.

Key words: *Coturnix coturnix coturnix*, phytate, available phosphorus, superdosing.

1. INTRODUÇÃO

Nos vegetais, o fósforo está presente na forma de fitato ou ácido fítico. Esta molécula é encontrada principalmente nas sementes e varia quanto à sua localização nos cereais, estando presente no gérmen (milho) ou na camada de aleurona (trigo e cevada), nas leguminosas está associado aos compostos protéicos. Independente de sua localização, o fitato age como sinalizador transmembrana, além de ser um forte quelante, mobilizando minerais (Ca^+ , K^+ , Mg^{2+} , Zn^+ , Fe^+ e Mn^{2+}) para as reservas intracelulares (VIVEROS *et al.*, 2002).

Quando ingerido pelos animais, o fitato pode interagir com componentes de outros alimentos no trato digestório de não ruminantes. Estas interações são complexas e dependem de fatores como o pH, nível de fósforo da dieta, relação cálcio:fósforo, vitamina D e outros minerais. Segundo Santos (2002), em pH's mais ácidos o fitato encontra-se levemente eletronegativamente carregado, ao passo que em pH's mais alcalinos/neutros o fitato encontra-se fortemente eletronegativamente carregado, explicado pela constante de dissociação da molécula. Portanto, a presença de outros alimentos compete com o fitato e as ligações minerais (KONIETZNY & GREINER, 2002).

Aves não utilizam o fósforo fítico dos alimentos. Autores como Selle (1997), Ravindran *et al.* (2006) e Lima (2008) demonstraram que a presença do fitato na dieta de aves piora os valores de energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos. Segundo os mesmos autores, a ligação que o fitato possui com os nutrientes, aumenta a dificuldade de acesso das enzimas digestivas e as perdas endógenas causadas pelas agressões do fitato à mucosa intestinal, necessitando-se de suplementação na dieta com fósforo inorgânico.

A presença da enzima fitase ou enzimas intestinais bacterianas favorecem a degradação do fitato, favorecendo a disponibilidade e absorção do fósforo pelos animais. No entanto, animais não ruminantes, incluindo as aves, possuem quantidades insuficientes desta enzima (SILVA *et al.*, 2008).

Dentre os aditivos utilizados na nutrição de aves, as enzimas fitase exógenas são utilizadas nas rações, reduzindo os custos e auxiliando a liberação do ortofosfato e fosfatos de inositol para serem absorvidos. Ao hidrolizar o fitato, a enzima libera o fósforo, melhorando a assimilação pelo animal e reduzindo os impactos negativos da excreção de fósforo inorgânico para o meio ambiente (KESHAVARZ *et al.*, 2004;

RAVINDRAN *et al.*, 2006). Segundo Choct (2006), a fitase exógena permite aumentar entre 25% a 70% a disponibilidade do fósforo proveniente do fitato. Além da capacidade de liberar fósforo e reduzir os efeitos antinutricionais do fitato, vários estudos têm demonstrado que as adições de fitase microbiana nas dietas avícolas melhoram a utilização de outros nutrientes, incluindo sais minerais, proteínas (aminoácidos) e energia (SELLE *et al.*, 2009).

Muitos pesquisadores têm realizado trabalhos com frangos de corte e galinhas poedeiras, no entanto, trabalhos com codornas são escassos. Desta forma, há poucos estudos sobre o uso de fitase na dieta de codornas de corte e na prática as dietas utilizadas são o resultado da extrapolação de dados obtidos para frangos de corte e poedeiras,, o que pode resultar em índices zootécnicos insatisfatórios.

Diante deste contexto, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de fitase em dietas com redução nos níveis de fósforo disponível, cálcio, aminoácidos digestíveis e energia metabolizável para codornas de corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fósforo

O fósforo é um dos mais importantes minerais na nutrição animal e depois do cálcio é o mais abundante (WALDROUP, 1996). Desempenha funções fisiológicas que envolvem o desenvolvimento e manutenção do sistema esquelético, crescimento e diferenciação celular, manutenção da pressão osmótica e balanço ácido-básico, utilização e transferência de energia, formação de tecido muscular, síntese de proteínas, transporte de ácidos graxos e troca de aminoácidos (CLEAN, 2015; PIRES, 2016).

O fósforo aparece amplamente distribuído na natureza em todos os alimentos de origem vegetal, sendo que a maior proporção encontra-se ligado ao ácido fítico ou fitato, que age como sinalizador transmembrana, além de ser um forte quelante, mobilizando minerais (Ca^+ , K^+ , Mg^{2+} , Zn^+ , Fe^+ e Mn^{2+}) para as reservas intracelulares (ANGEL *et al.*, 2002; VIVEROS *et al.*, 2002).

Portanto, o suprimento inadequado de fósforo têm consequências variadas, mas na ampla maioria dos casos afeta o bem-estar físico do animal, bem como o seu desempenho econômico. Inicialmente, uma dieta deficitária reduz os níveis de fosfato plasmático no sangue, seguido pelo mecanismo de resposta de cálcio e fósforo que são retirados dos ossos do animal. Além de uma resistência geralmente menor à infecção, resultando em perda de apetite e redução no ganho de peso vivo devido à redução da eficiência alimentar (CLEAN, 2015; PIRES, 2016).

2.2. Ácido fítico e fitase

Em linhas gerais, o ácido fítico, fitato ou fitina é discriminado como a complexação do fósforo (seis grupos de fosfato – IP6) ao anel de myo-inositol (ONYANGO *et al.*, 2005). O termo fitato, é comumente empregado para o ácido fítico na forma de sal e o termo fitina é a forma encontrada nas plantas que remete ao complexo formado entre o myo-inositol hexafosfato com o potássio, magnésio e cálcio (ELLE & RAVINDRAN, 2007; LIMA *et al.*, 2007) (Figura 1).

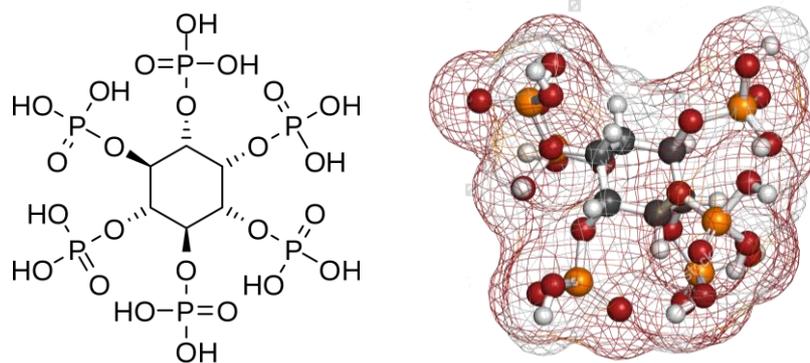


Figura 1. Estrutura molecular do ácido fítico (hexaquisfosfato, IP6, fitato) presente em sementes e grãos, atuando como forma de armazenamento de fósforo. Fonte: shutterstock.com.

O fitato presente em grãos de cereais e leguminosas utilizadas na nutrição animal pode interagir com os componentes do trato digestivo dos animais não ruminantes dependendo de fatores como pH, nível de fósforo da dieta, relação cálcio : fósforo, vitamina D, outros minerais e presença de outros alimentos pode reduzir a disponibilidade de fósforo. Isso acontece porque os quelatos de fitato são solúveis a pH < 3,5, no entanto, o intestino delgado das aves possui pH próximo a neutralidade favorecendo a formação ou a manutenção dos quelatos de fitato e de minerais insolúveis tendo como consequência a diminuição da disponibilidade de fósforo e dos minerais envolvidos. Autores mostraram que a presença de fitato na dieta de aves reduz os valores de energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos (SELLE; RAVINDRAN, 2008; COWIESON; WILCOCK; BEDFORD, 2011; PIRES, 2016).

Em ruminantes, o fitato é decomposto e metabolizado por bactérias no rúmen e durante a fermentação o fósforo, eventualmente liberado, é absorvido (SANTOS, 2012).

O ácido fítico é um fator antinutricional irritante da mucosa intestinal e a sua presença na dieta de frangos de corte resultou em perdas significativas de nutrientes endógenos e energia na forma de mucina, células intestinais, ácido siálico e enzimas pancreáticas (COWIESON et al., 2004). Segundo os mesmos autores, a maior consequência fisiológica da ingestão de fitato é a hiper-secreção de mucina gástrica e intestinal.

Os fitatos além de tornarem o fósforo indisponível, tem a capacidade de formar quelatos com cátions bivalentes (Ca_2^+ , Mg_2^+ , Zn_2^+ , Fe_2^+ , Mn_2^+ , Cu_2^+) e também reduzem a disponibilidade de alguns carboidratos e aminoácidos da dieta animal (PIRGOZLIEV et al., 2007; SINGH, 2008).

A fitase é uma enzima fosfatase amplamente encontrada em plantas, alguns animais e microorganismos (bactérias e leveduras) e é responsável pela catálise do fitato liberando fosfatos de inosital e o ortofosfato para serem eventualmente absorvidos. O inositol ou fitato não é absorvido adequadamente pelos animais não ruminantes, pois estes não sintetizam ou produzem em pequena quantidade a enzima fitase, responsável pela hidrólise dessa molécula (Figura 2) (SUHAIRIN *et al.*, 2010; PIRES, 2016).

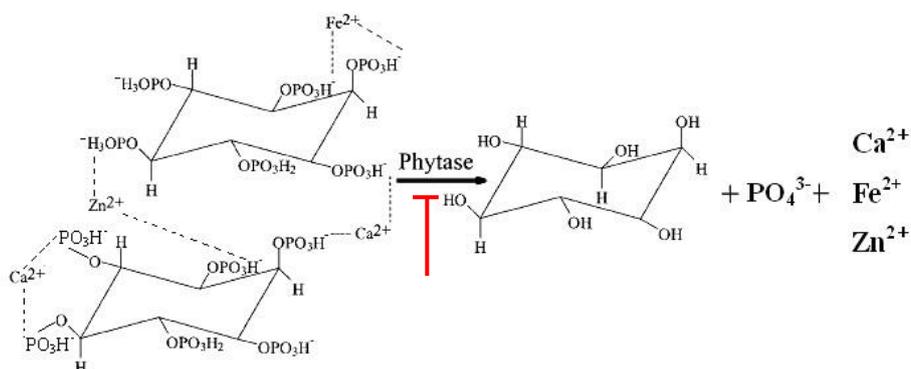


Figura 2. Imagem ilustrativa da degradação do fitato pela enzima fitase. Fonte: challenge.com.cn.

A suplementação da ração com fosfatos inorgânicos visa suprir as necessidades essenciais de fósforo pelo animal, no entanto aumenta os custos da produção e eleva a quantidade de fósforo nas fezes, tornando necessário um tratamento adicional antes da disposição final a fim de evitar danos ambientais.

A utilização comercial de enzimas como aditivo na alimentação animal vem sendo utilizada desde a década de 80. Estas enzimas são produzidas industrialmente por meio da seleção de cultura de microrganismos favoráveis, cultivados em sistema de fermentação avançados, de onde é feita a extração e purificação das enzimas. Os microrganismos que, geralmente são envolvidos na produção são as bactérias *Bacillus subtilis*, *Bacillus lentus*, *Bacillus amyloliquifaciens* e *Bacillus stearothermophils*; os fungos *Trichoderma longibrachiatum*, *Aspergillus oryzae* e *Aspergillus niger* e a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (KHATTAK *et al.*, 2006).

As fitases exógenas utilizadas na alimentação de animais não ruminantes permitem o aumento da disponibilização de fósforo proveniente do fitato. Segundo Choct (2006), a implementação desta enzima na alimentação de aves permitiu o aumento de 25% a 70% da disponibilidade de fósforo natural do fitato. Além da capacidade de liberar fósforo e reduzir os efeitos antinutricionais do fitato, vários

estudos têm demonstrado que as adições de fitase microbiana nas dietas avícolas melhoram a utilização de outros nutrientes, incluindo sais minerais, proteínas (aminoácidos), e energia (RAVIDRAN *et al.*, 2008; FUKAYAMA *et al.*, 2008; SELLE *et al.*, 2009).

Estima-se que a utilização destas enzimas nas rações reduza os custos em cerca de 3 a 5 bilhões de dólares por ano às indústrias. Este mercado é amplamente dominado pela fitase, que representa cerca de 60% da comercialização total de produtos enzimáticos, seguida das carboidrases (30%) e demais enzimas (10%), como as proteases. As carboidrases mais utilizadas são xilanases e celulases, porém enzimas como amilase, xilanase e pectinase também são utilizadas nas rações (ADEOLA & COWIESON, 2011).

2.3. Suplementação com fitase em Dietas para aves

Em geral, o uso das enzimas exógenas proporciona melhora na digestão dos alimentos e o aumento na absorção dos nutrientes e energia. Além do benefício da redução do custo da ração, a melhora do desempenho produtivo dos animais, quando o nutricionista utiliza enzimas, trará inevitavelmente para indústria uma redução no custo do quilo de proteína produzida. Ao utilizar enzimas, a indústria pode optar também por buscar ingredientes alternativos, trabalhando com uma maior flexibilidade na formulação. Outro ponto a considerar para o uso de enzimas exógenas é que o valor nutricional dos ingredientes e o preço dos mesmos não são constantes e, a capacidade de digerir alimentos varia com a idade, e entre indivíduos da mesma idade. Então, ao usar enzimas exógenas o nutricionista contribui para maior uniformidade dos lotes (FIREMAN, 2013). Existe ainda um aspecto importante, que deve ser citado e refere-se ao seu efeito sobre a saúde intestinal dos animais: considerado um produto alternativo ao uso de antibióticos e anticoccidianos (JUNQUEIRA & DUARTE, 2005).

Acredita-se que um grama de fitato possa precipitar até 10 gramas de proteína, porém esta relação depende de fatores como concentração de fitato e cálcio na dieta, pH e características físico-químicas da proteína (COWIESON *et al.*, 2009). Na literatura existem evidências que sugerem que o fitato impede as taxas de crescimento eficiente dos animais. O fitato do milho e farelo de arroz reduziu a atividade das enzimas pepsina, tripsina e alanina aminopeptidases na moela, duodeno, e no jejuno, respectivamente, de frangos de corte aos 21 dias de idade (LIU *et al.*, 2009).

Alguns trabalhos foram realizados testando a eficácia da suplementação de fitase em dietas com redução nos níveis nutricionais (SANTOS *et al.*, 2013 & WALK *et al.*, 2013). A utilização de altas doses de fitase tem mostrado ótimos resultados com frangos de corte. Santos *et al.* (2013) trabalharam com a inclusão de 1.000 e 1.500 FTU/kg de fitase em uma dieta deficiente de fósforo para frangos de corte de 1 a 35 dias de idade e verificaram que melhorou a conversão alimentar das aves em comparação aos tratamentos com uma dieta com cálcio e fósforo disponível em níveis normais e sem inclusão da enzima. Esse mesmo autor descreve que a hidrólise de fitato e, conseqüentemente, a redução dos efeitos anti-qualitativos desse composto, pode melhorar o desempenho das aves particularmente a eficiência alimentar.

Segundo Conte *et al.* (2000) e Lan *et al.* (2002), há um aumento no desempenho das aves pela adição de fitase em níveis que variam de 250 FTU/kg a 1250 U/kg da dieta. Esta variação nos níveis utilizados ocorre em função de inúmeros fatores, entre eles as culturas de microrganismos utilizadas para a produção da enzima.

Lan *et al.* (2002), indicaram que a suplementação da dieta de frangos de corte com fitase no nível de 600 FTU/kg a base de milho e farelo de soja, reduziu os níveis de lisina, aminoácidos sulfurosos e energia metabolizável com ganho de peso aos 42 dias de idade. Os mesmos autores suplementaram dietas deficientes em fósforo disponível com 0, 250, 500, 750 e 1000 FTU de fitase/kg de dieta e observaram que a suplementação de 250 FTU de fitase/kg da dieta aumentou o ganho de peso em 14,8%.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e instalações

O experimento foi conduzido no Módulo de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, *Campus II*, Areia – PB.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (70×50×30 cm) com comedouros tipo calha e bebedouros. No décimo dia de vida, as aves foram vacinadas contra Newcastle através de água potável; a vacina de Marek foi administrada no centro de incubação. O programa de iluminação foi de 24 horas até o 45º dia. A Ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

3.2 Animais

Todos os procedimentos utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética de Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (Protocolo n° 042/2017). Foram utilizadas 680 codornas de corte com um dia de idade, distribuídas a partir de um delineamento inteiramente casualizado em cinco tratamentos com oito repetições de 17 aves por unidade experimental e teve duração de 45 dias.

3.3 Dietas e descrição dos tratamentos

Uma dieta basal foi formulada e a partir desta dieta, cinco níveis de fitase (Quantum Blue da ABVista, Marlborough, Wiltshire, UK) foram suplementadas até atingir os níveis de FTU kg⁻¹ desejados em substituição ao inerte (Tabela 1). Uma unidade de fitase é definida como a quantidade de enzima necessária para libertar 1 µmol de fósforo inorgânico/minuto a partir de fitato de sódio a 37 °C e pH 5,5.

As exigências nutricionais foram baseadas em Silva & Costa (2009), exceto para os nutrientes que tiveram redução nos níveis nutricionais, que foram 0.15% no fósforo disponível, 0.15% no cálcio, 10% nos níveis de aminoácidos digestíveis (metionina+cistina, lisina e treonina) e 25 kcal/kg na energia metabolizável (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Ingredientes e composição química das dietas basais

Ingredientes	Dieta basal por fase		
	1-15 dias	16-35 dias	36-45 dias
Milho, 7,88%	56.51	59.622	66.60
F. de soja, 45,22%	40.55	37.333	30.77
Oleo de soja	1.367	0.600	0.50
Calcário calcítico, 37%	0.247	1.232	1.145
Fosfato bicálcico, 19%	0.379	0.169	0.065
Sal comum	0.320	0.354	0.329
DL-Metionina	0.108	0.240	0.183
L-Lisina HCl	0.162	0.009	0.003
L-Treonina	0.070	0.080	0.080
Cloreto de colina, 60%	0.100	0.070	0.070
Premix mineral ¹	0.100	0.100	0.100
Premix vitamínico ²	0.010	0.100	0.100
Antioxidante ³	0.005	0.010	0.010
Coccidiostático ⁴	0.005	0.005	0.005
Promotor de crescimento ⁵	0.035	0.035	0.035
Inerte ⁶	0.040	0.040	0.040
Enzima ⁷	-	-	-
TOTAL	100	100	100
EM, kcal/kg	2850	2925	3000
PB, %	23.19	21.70	19.30
Met dig, %	0.62	0.53	0.44
Met + Cis dig, %	0.94	0.83	0.72
Lis dig, %	1.23	1.08	0.92
Treo dig, %	0.94	0.82	0.70
Val dig, %	0.98	0.93	0.82
Arg dig, %	1.46	1.38	1.20
Trp dig, %	0.26	0.24	0.21
Ile dig, %	0.90	0.86	0.75
Cálcio, %	0.69	0.61	0.54
Fósforo disp., %	0.17	0.15	0.12
Fósforo total, %	0.41	0.39	0.35
Sódio, %	0.17	0.16	0.15
Cloro, %	0.28	0.26	0.25
Potássio, %	0.89	0.85	0.75
BE, mEq/kg	226.00	213.00	187.00

¹Premix mineral (por kg de produto): Manganês 150.000mg, Zinco 100.000mg, Ferro 100.000mg, Cobre 16.000mg, Iodo 1.500mg; ²Premix vitamínico (por kg de produto): Vit. A 10.000.000 U.I, Vit. D₃ 2.500.000 U.I, Vit. E 6.000 U.I, Vit. K 1.600 mg, Vit. B₁₂ 11.000, Niacina 25.000mg, Ácido Fólico 400 mg, Ácido Pantotênico 10.000 mg, Selênio 300 mg. ³Antioxidante = BHT (hidroxil-tolueno-butirato). ⁴Avensin (monensina); ⁵Colimpex (colistina) ; ⁶Areia lavada; ⁷ Quantum Blue da ABVista, Marlborough, Wiltshire, UK.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos

T1	T2	T3	T4	T5
<i>Fitase (FTU kg⁻¹)</i>				
0	500	1000	1500	2000

3.4 Variáveis avaliadas

As variáveis foram avaliadas ao final de 45 dias. Foram avaliados o consumo de ração (CR, g/ave), ganho de peso (GP, g/ave), conversão alimentar (CA, kg/kg) e viabilidade (VIAB, %). As sobras de ração e as aves de cada parcela foram pesadas para obtenção do CR e GP, respectivamente. A VIAB foi calculada pela diferença entre o número de aves entre o início e final do experimento, multiplicando-se por 100.

3.5 Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando os procedimentos gerais modelo linear do SAS (SAS Institute Inc., Carey, NC, EUA). Foi utilizada regressão polinomial para definição dos níveis de fitase, considerando diferenças significativas quando $P \leq 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de fitase influenciaram o desempenho de codornas de corte alimentadas com dietas com redução nos níveis nutricionais. O ganho de peso ($P = 0,0140$) e a conversão alimentar ($P = 0,0044$) foram influenciados de forma quadrática. O consumo de ração e a viabilidade não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de fitase testados (Tabela 3).

Tabela 3. Desempenho de codornas japonesas de 1 a 45 dias alimentadas com dietas com redução nos níveis nutricionais e suplementadas com fitase

Níveis de fitase (FTUs/kg)	Ganho de peso (g/ave)	Consumo de ração (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)	Viabilidade (%)
0	262,80	1105,04	4,20	94,85
500	269,97	1104,60	4,09	91,91
1000	277,13	1115,47	4,03	97,06
1500	269,26	1104,01	4,10	96,32
2000	265,43	1131,96	4,26	95,59
EPM	10,84	55,19	0,17	6,75
CV	4,03	4,96	4,31	7,10
<i>Valor de P</i>				
L	0,014	0,83	0,0094	0,70
Q	0,014	0,64	0,0044	0,86

EPM = erro padrão da média; CV = coeficientes de variação; L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

Avaliando os resultados de ganho de peso, observa-se que a dieta com redução dos nutrientes e de energia sem suplementação da enzima promoveu o pior desempenho, porém, à medida que se aumentava a suplementação da enzima, o máximo desempenho é observado, estimando-se o melhor nível de suplementação em 1.110 FTU kg⁻¹. As aves apresentaram um ganho de peso de 8.37 g/ave a mais comparadas as que receberam dietas sem nenhuma suplementação (277.17 vs. 268.80 g/ave) (Figura 3).

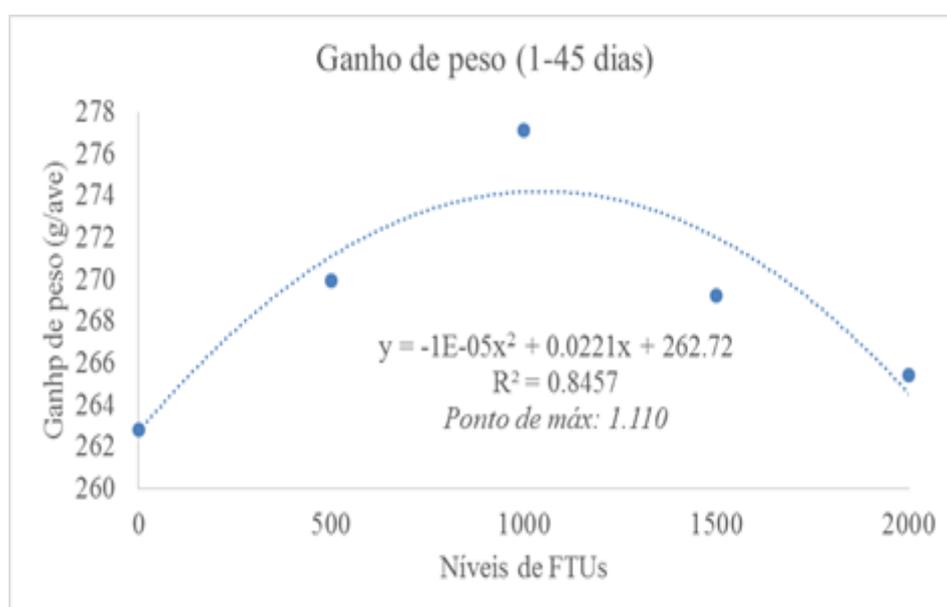


Figura 3. Ganho de peso de codornas de corte, de 1 a 45 dias, alimentadas com dietas com redução nos níveis nutricionais e suplementadas com fitase.

Provavelmente, este resultado pode ser devido ao aumento da disponibilidade de fósforo, cálcio, aminoácidos e energia. Além disso, dietas com fitase, apresentam menos proteína precipitada ao fitato. Segundo COSTA *et al.*(2007), outro fator que pode influenciar é a redução da viscosidade intestinal, tendo como consequência direta a digestão mais eficiente, com incremento na digestibilidade ileal da proteína bruta e melhor disponibilidade do cálcio e do fósforo.

A suplementação da fitase apresentou efeitos positivos, no entanto, observa-se um limite de máxima eficiência da enzima e este fato está associado à quantidade de fósforo fítico presente na dieta, ou seja, a enzima precisa de substrato suficiente para quebra. Managi & Coon (2008) reportaram resultados interessantes a este respeito. Estes autores avaliaram dietas contendo 0,7% de cálcio e 0,12% de fósforo disponível com 0 (zero), 250, 500, 750, 1.000, 1.500, 2.000 e 5.000 FTU kg⁻¹ de fitase e observaram hidrólise do fósforo fítico em 43,12; 68,12; 74,7; 85,02; 85,25; 92,77; 96,91 e 99,45%, respectivamente. Entretanto, a máxima retenção aparente do fósforo foi obtida com a inclusão de fitase em 1.000 FTU kg⁻¹ de ração. Outro aspecto importante é sobre os níveis de fósforo disponível para o animal, embora haja alta disponibilidade deste mineral, sabe-se que há limites para absorção intestinal.

Na Figura 4, observa-se um comportamento quadrático para conversão alimentar das codornas em função dos níveis de fitase.

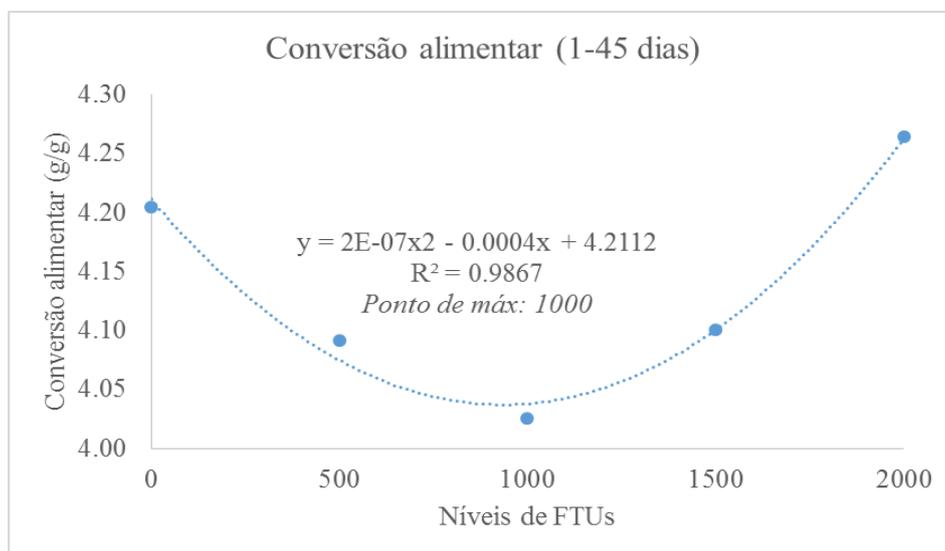


Figura 4. Conversão alimentar de codornas de corte, de 1 a 45 dias, alimentadas com dietas com redução nos níveis nutricionais e suplementadas com fitase.

O maior ganho de peso proporcionado pelo nível de 1.000 FTU kg⁻¹ proporcionou também a melhor conversão alimentar em relação à dieta sem suplementação de enzima (4,02 vs. 4,20), sendo 17 pontos percentuais menores. À medida que se aumenta os níveis de suplementação, a tendência da conversão alimentar é piorar, ou seja, a suplementação de fitase acima de 1.000 FTU kg⁻¹ para codornas apresenta-se como fator negativo ao desempenho de codornas de corte.

Associado ao aumento no ganho de peso e melhoria na conversão alimentar das aves, podemos inferir que o efeito da fitase resultou na maior disponibilidade do fósforo, através da hidrólise do fitato e a liberação do ortofostato e fosfatos de inositol, como também pelo aumento da disponibilidade do cálcio e outros minerais que até então estavam complexados nos quelatos de fitato, além de proteínas e carboidratos para o processo de absorção. Segundo Ravindran *et al.* (2001), esses resultados podem ser devido ao efeito indireto da suplementação com fitase sobre a energia disponível. Este efeito ocorre por meio da melhoria da digestibilidade dos nutrientes, dificultando a reação da saponificação entre os lipídios e os minerais do complexo fitato.

5. CONCLUSÃO

A suplementação de fitase melhora o desempenho de codornas de corte recebendo dietas com redução nos níveis de fósforo disponível, cálcio, aminoácidos digestíveis e energia metabolizável, indicando-se a suplementação de 1.000 FTU kg⁻¹.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGEL R, TAMIM NM, APPLGATE TJ, DHANDU AS, ELLESTAD LE. Phytic Acid Chemistry: Influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. **Journal App. Poul. Res.** 2002; 11 (4): 471-480.
- COWIESON AJ, ACAMOVIC T, BEDFORD MR. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. **Brist. Poul. Sci.** 2004; 45 (1): 101-108.
- FUKAYAMA EH, SAKOMURA NK, DOURADO LRB, NEME R, FERNANDES JBK, MARCATO SM. Efeito da suplementação de fitase e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Rev. Bras. de Zoot.** 2008; 37 (4): 629-635.
- KHATTAK, F.M., PASHA, T. N.; HAYAT, Z.; MAHMUD, A. Enzymes in poultry nutrition. **Journal of Animal and Plant Sciences**, v.16, n.1-2, p.1-7, 2006.
- KESHAVARZ K, AUSTIC RE. The use of low-protein, low phosphorous, amino acid and phytase supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorous excretion. **Poult. Sci.** 2004; 83 (1): 75-83.
- KONIETZNY U, GREINER, R. Molecular and catalytic properties of phytate-degrading enzymes (phytases). **Internat. Jour. of Food Sci. and Tech.** 2002; 37 (7): 791- 812.
- KT Resende, HGO Silva, LD Lima... - Revista Brasileira de ..., 2008 – SciELO Brasil
- LELIS, Guilherme Rodrigues *et al.* Diet supplementation with phytase on performance of broiler chickens. **R. Bras. Zootec.** 2012, vol.41, n.4, pp.929-933.
- ONYANGO, E.M.; BEDFORD, M.R.; ADEOLA, O. Efficacy of an evolved *Escherichia coli* phytase in diets of broiler chicks. **Poult. Sci.**, v.84, p.248-255, 2005.
- RAVINDRAN V, MOREL PCH, PARTRIDGE, GG, HRUBY M, SANDS JS. Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. **Poult. Sci.** 2006; 85 (1): 82-89.
- RAVINDRAN, V.; CABAUG, S.; RAVINDRAN, O.; BRYDEN, L. Influence of microbial phytase on aparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science**, London, v. 78, p. 699-706, 1999.

- SANTOS TT. **Phytate: anti-nutrient for poultry and swine.** Feedstuffs. 2012; 84: 1-3.
- SELLE PH, COWIESON AJ, RAVINDRAN V. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. **Lives. Scie.** 2009; 124 (1-3): 126–141. 34
- SELLE PH, RAVINDRAN V, RAVINDRAN G, BRYDEN WL. Effects of dietary lysine and microbial phytase on growth performance and nutrient utilization of broiler chickens. **Asian-Austr. Jour. Anim. Scie.** 2007; 20 (7): 1100–1107.
- SELLE PH. The potential of microbial phytase the sustainable production of pigs and poultry. **Korean Soci. of Anim. Nutrit. and Feedst.**, 1997. 1-39p
- SILVA YL, RODRIGUES PB, FREITAS RTF, ZANGERONIMO MG, FIALHO ET. Níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte na fase de 14 a 21 dias de idade. 2. Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes. **Rev. Bras. de Zootec.** 2008; 37 (3): 469-477.
- VIVEROS A, BRENES A, ARIJA I, CENTENO C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poult. Scie.** 2002; 81 (8): 1172-1183.