

**CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**SUPLEMENTAÇÃO DE FITASE EM RAÇÕES PARA
GALINHAS POEDEIRAS DE 65 A 81 SEMANAS DE
IDADE**

Olavo Miguel Gomes Lyra

VILA VELHA – ES

Janeiro de 2011

CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA

**SUPLEMENTAÇÃO DE FITASE EM RAÇÕES PARA
GALINHAS POEDEIRAS DE 65 A 81 SEMANAS DE
IDADE**

Olavo Miguel Gomes Lyra

Orientador: Prof. DSc. Douglas Haese

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Ciência Animal do Centro
Universitário Vila Velha, para obtenção do
título de Mestre em Ciência Animal.

VILA VELHA – ES

Janeiro de 2011

CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Suplementação de fitase em rações para poedeiras de 65 a 81 semanas de idade

Autor: Olavo Miguel Gomes Lyra

Orientador: Prof.Dr. Douglas Haese

APROVADO como parte das exigências do Programa de Mestrado em Ciência Animal para obtenção do título de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL

Vila Velha, 01 de março de 2011

Banca Examinadora

Prof. DSc. Douglas Haese

Orientador

Prof. DSc. João Luis Kill

Prof. DSc. Ismail Ramalho Haddade

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Estrutura da molécula do ácido fítico	10

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 – Fontes e disponibilidade de fósforo de alguns alimentos	09
TABELA 2 – Efeito da suplementação de fitase no desempenho produtivo de frangos corte	19
TABELA 3 – Efeito da suplementação de fitase no desempenho produtivo de poedeiras	20
Trabalho Científico	
TABELA 1 – Composição percentual e calculada das rações experimentais	27
TABELA 2 – Desempenho de poedeiras com rações suplementadas com fitase no período de 65 a 81 semanas de idade	29

SUMÁRIO

	Página
1 Introdução.....	06
2 Revisão de Literatura.....	07
2.1 Importância orgânica do fósforo.....	07
2.2 Fontes dietéticas do fósforo.....	08
2.3 Ácido fítico.....	09
2.4 Fitase.....	11
2.4.1 fontes de fitase.....	12
3 Utilização da fitase na avicultura e seus benefícios nutricionais.....	13
3.1 Disponibilidade de fósforo e cálcio.....	13
3.2 Disponibilidade de outros minerais.....	15
3.3 Disponibilidade de Proteínas.....	16
3.4 Melhora na utilização da energia do alimento.....	18
3.5 Desempenho (Poedeiras e Frango de Corte).....	19
3.6 Outros fatores correlacionados com a hidrólise do fitato.....	20
4 Fitase, poluição ambiental e redução de custo.....	21
5 Trabalho Científico.....	23
5.1 Introdução.....	24
5.2 Material e Método.....	25
5.3 Resultado e Discussão.....	28
5.4 Conclusão.....	32
6 Referências Bibliográficas.....	32

Suplementação de fitase em rações para galinhas poedeiras de 65 a 81 semanas de idade

Olavo, G. L. **Suplementação de fitase em rações para galinhas poedeiras de 65 a 81 semanas de idade.** [Dissertação de Mestrado]. Vila Velha: Pós-Graduação em Ciência Animal, UVV – Centro Universitário Vila Velha, 2011.

RESUMO: Foi conduzido um experimento para avaliar a adição de fitase na ração sobre o desempenho de galinhas poedeiras. Foram utilizadas 270 poedeiras da linhagem *Hy Line* com 65 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, nove repetições e seis aves por unidade experimental, mantidas em galpão convencional de postura, sob regime de luz artificial de 16 horas/dia. Os tratamentos utilizados foram: 1 - controle positivo (CP) com 0,357% de fósforo disponível (Pd); 2 - controle negativo (CN) com 0,247% de Pd; 3 - CN com 0,003 g de fitase; 4 - CN com 0,006 g de fitase; 5 - CN com 0,009 g de fitase. A ração controle foi formulada segundo as recomendações nutricionais propostas nas Tabelas Brasileiras e a ração controle negativo foi calculada reduzindo os nutrientes presentes na matriz nutricional da enzima, de acordo com recomendação da empresa produtora. Os parâmetros avaliados foram: consumo de ração, produção de ovos, peso dos ovos, massa de ovo, peso da casca, peso da gema, peso do albúmen, conversão por massa de ovo e conversão alimentar por dúzia de ovos no período de 65 a 81 semanas de idade. As rações suplementadas com fitase, independente do nível de inclusão, proporcionaram maior peso de ovo em comparação com o peso dos ovos das poedeiras alimentadas com a ração CP. O peso da gema não foi influenciado pelas rações. As aves alimentadas com a ração contendo 0,006% de fitase apresentaram ovos com maior peso de albúmen. Independente do nível de suplementação, as rações contendo fitase proporcionaram a melhor resposta de peso de casca. No entanto, não houve diferença para essa variável entre as poedeiras que receberam as rações CP e CN. As poedeiras mantidas com a ração CP e fitase apresentaram melhor valor de conversão alimentar por dúzia e massa de ovos comparado àquelas que receberam a ração CN.

Palavras-chave: ácido fítico, desempenho, fósforo, minerais, ovos,

Phytase supplementation in diets for 65 to 81 weeks old laying hens

Olavo, G. L. **Phytase supplementation in diets for 65 to 81 weeks old laying hens**. [Dissertação de Mestrado]. Vila Velha: Pós-Graduação em Ciência Animal, UVV – Centro Universitário Vila Velha, 2011.

ABSTRACT: A study was carried out to evaluate phytase supplementation in diets on performance of laying hens. Two hundred seventy 65 weeks old Hy Line hens were allotted in a completely randomized design, with five treatments, nine replicates, and six birds per experimental unit. The treatments used were as follow: 1 - Positive control (PC) with 0.357 available phosphorus, 2 - Negative control (NC) with 0.247 available phosphorus, 3 – NC with 0.003 g phytase, 4 – NC with 0.006 g phytase, 5 – NC with 0,009 g phytase. The positive control diet was formulated according to the nutritional recommendations proposed at the Brazilian Tables and the negative control diet was calculated reducing the nutritional contribution of the enzyme phytase, according to the manufactures' recommendations. The parameters evaluated were: feed intake, egg production, eggshell weight, egg weight, egg mass, and feed:gain ratio (per g of egg mass and per dozen of egg). Diets supplemented with phytase, irrespective of inclusion levels, provided greater egg weight compared with egg weight of laying hens fed PC diet. Yolk weight was not influenced by the diets. The birds fed diet with 0.006% phytase had eggs with greater albumen weight. Despite supplementation level, diets with phytase propitiated greater weight of eggshell. However, there was no difference in this parameter between laying hens fed PC and NC diets. Laying hens fed PC and phytase diet showed greater feed conversion per dozen and egg mass compared to those fed the NC.

Keywords: eggs, minerals, nutrition, performance, phosphorus, phytic acid

1 INTRODUÇÃO

Avicultura de postura tem evoluído muito nos últimos anos como segmento importante na produção de alimento de alto valor biológico ao consumidor. A alimentação dessas aves representa maior fração do custo de produção e estudos demonstram que o uso de novas tecnologias como enzimas exógenas, trás melhorias na eficiência de absorção de nutrientes das rações, podendo resultar em custos menores e menor contaminação para o ambiente.

As primeiras informações sobre o uso de enzimas em rações avícolas foram a partir da descoberta de que grãos umedecidos associados a suplementação enzimática, tinham maior aproveitamento nutricional pela aves(Fry et al., 1958)

Ainda que tenha sido descoberta no início do século XX, somente a partir da década de 1990 a fitase tornou-se economicamente viável para o uso em produção animal. Isto ocorreu porque a partir deste período, a produção de enzimas começou a ser feita em escala comercial.

As razões da rápida expansão do mercado de fitase incluem a legislação associada à poluição ambiental, a redução do preço das enzimas, a magnitude e a consistência relativamente alta da bioeficácia desta enzima e o aumento dos custos dos ingredientes das rações.

As aves não utilizam o fósforo fítico dos alimentos o suficiente para suportar os níveis de crescimento e de produção, necessitando, portanto, de suplementação com fósforo inorgânico.

A utilização de fitase poderia resultar em economia das fontes inorgânicas de fósforo, aspecto interessante de se considerar que esse elemento é um mineral não renovável na natureza e, segundo projeções fontes inorgânicas de fósforo esgotar-se iam e menos de 100 anos, se continuar sua utilização extensiva na produção animal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância orgânica do fósforo

O fósforo exerce funções vitais no organismo e está presente nos mais diferentes tecidos. Junto com o cálcio compõem mais de 70% do total de matéria mineral do corpo animal, sendo que 80% de todo o fósforo está localizado nos ossos e nos dentes. Os 20% restantes estão distribuídos nos tecidos moles, em especial nas hemácias, músculos e tecido nervoso. O sangue contém cerca de 33 a 45mg/dL de fósforo inorgânico localizado na sua maior parte no interior das células, sendo que a fração plasmática possui apenas 4,6 a 6 mg/dL em animais adultos e 6 a 9 mg/dL em animais em crescimento (Goff, 1998a).

Nos tecidos moles o fósforo aparece complexado de diversas formas. Faz parte das fosfoproteínas, fosfolídeos constituintes de membrana, fosfocreatina, como reservatório de energia, nucleoproteínas, como constituintes do DNA e RNA e fosfato hexoses, e participa ainda do metabolismo de carboidratos. O que demonstra sua importância no crescimento e produção animais (Singh, 2008).

No mecanismo de transferência de energia está diretamente envolvido nas moléculas de AMP, ADP e ATP e desempenha papel fundamental nas reações que envolvem a produção de energia. Da mesma forma, está envolvido nos mecanismos de transcrição do RNA mensageiro, os quais desencadeiam respostas hormonais, estimulando a síntese e secreção de determinadas células e órgãos envolvidos na atividade reprodutiva (Berner, 1997).

Participa como componente ativador e constituinte de complexos coenzimáticos como o NAD e NADP, os quais atuam em importantes rotas metabólicas de reações de descarboxilação, oxidação, degradação e absorção de aminoácidos no processo de produção de energia.

Na matriz óssea, o fósforo participa da mineralização na forma de fosfato de cálcio - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ - e hidroxiapatita - $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ - que constitui a matriz orgânica e a camada

cortical dos ossos, conferindo a rigidez e a estrutura de sustentação para a musculatura. Ao mesmo tempo, faz-se nos ossos, o principal reservatório de Ca e P do organismo, os quais podem ser removidos em períodos de maior demanda ou de hipofosfatemia (Challa & Braithwaite, 1989).

Entre os sistemas tampão do organismo, existe um formado pelo fosfato. Quando um ácido forte penetra no organismo (tanto por produção metabólica como por ingestão), o pH do plasma tende a diminuir. O sistema tampão fosfato atenua consideravelmente esta queda porque o fosfato capta o íon H para formar um ácido fraco. Se por outro lado uma base forte fosse adicionada, o pH tenderia a aumentar pois esta tem capacidade de captar prótons do meio. Isso não ocorre com a presença do tampão fosfato, já que o fosfato reage com base forte, dando origem a uma base muito fraca, que permite apenas uma leve elevação do pH (Berner, 1997).

2.2 Fontes dietéticas de fósforo

Devido à grande importância deste mineral no organismo o mesmo tem sido alvo de atenção na formulação de rações. Este composto representa de 20 a 50% dos custos com suplementos minerais e vitamínicos.

Um aspecto muito importante a ser considerado na utilização do fósforo na alimentação animal diz respeito à sua origem. O fósforo pode ter origem animal, vegetal ou mineral, sendo a fonte um fator determinante no aproveitamento, nos custos e mesmo na excreção. Considera-se que fontes de origem animal apresentam 100% de biodisponibilidade, quando comparadas à fonte padrão que seria o fosfato bicálcico (mineral). Por outro lado, estima-se que aproximadamente 70% do fósforo do milho e 60% do fósforo contido no farelo de soja estejam na forma de fósforo fítico.

Geralmente, as rações são formuladas basicamente com milho e farelo de soja e, nesses ingredientes, assim como em qualquer outro ingrediente vegetal, o conteúdo de fósforo é considerado com uma disponibilidade média de apenas 33%, à exceção do farelo de arroz,

cuja disponibilidade do fósforo é inferior, sendo de aproximadamente 20%. Várias fontes e a disponibilidade de fósforo se encontram na Tabela 1.

A indisponibilidade de quase 2/3 do fósforo contido nos ingredientes de origem vegetal ocorre porque ele se encontra ligado ao inositol, formando a molécula do ácido fítico ou hexafosfato de inositol, molécula esta que pode formar complexos orgânicos com minerais nutricionalmente importantes, como o cálcio, zinco, manganês, cobre e ferro, representando um dos principais fatores antinutricionais que afetam a disponibilidade desses minerais além de proteínas e energia para os animais monogástricos.

Tabela 1 – Fontes e disponibilidade de fósforo de alguns alimentos

Ingredientes	Disponibilidade	Ingredientes	Disponibilidade
	%		%
Grãos-cereais		Farelos	
Milho	14	Soja	25
Milho alta umidade	49	Algodão	15
Milho peletizado	12	Canola	21
Sorgo, grão	19	Girassol	3
Sorgo, alta umidade	43		
Cevada	31	Farinhas	
Aveia	30	Peixe	102
Trigo	50	Carne e ossos	76
		Sangue	92
Subprodutos		Fosfatos inorgânicos	
Resíduo de cervejaria	71	Bicálcico	105
Farelo de arroz	25	Defluorinato	87
Farelo de trigo	35		

2.3 Ácido fítico

O ácido fítico também conhecido como fitato é um complexo de cálcio ou magnésio com o mio-inositol, e constitui-se na principal forma de armazenamento de fósforo pela maioria dos vegetais.

O fitato é considerado um fator antinutricional para aves, pois ao se ligar ao fósforo e/ou a outros nutrientes importantes como proteínas e aminoácidos, diminui a disponibilidade destes para o organismo (Selle et al., 2007).

A molécula do ácido fítico possui cinco carbonos ligados a seis grupos fosfatos que podem conter em pH neutro um ou dois oxigênios negativamente carregados. Estes oxigênios é que são responsáveis pela ligação (quelar) a cátions como Cu^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} e Ca^{2+} (Figura 1) (Faria et al., 2006).

A concentração de ácido fítico nos vegetais pode variar de acordo com fatores como estágio de maturidade da planta, grau de processamento, cultivar, fatores climáticos durante a produção e solo onde a cultura foi instalada (Manangi & Coon, 2006). Nas rações animais a concentração de fitato varia de 2,5 a 4g por quilo de ração, e o conteúdo de fósforo neste está em torno de 282g por quilograma de ácido fítico (Ravindram et al., 1995).

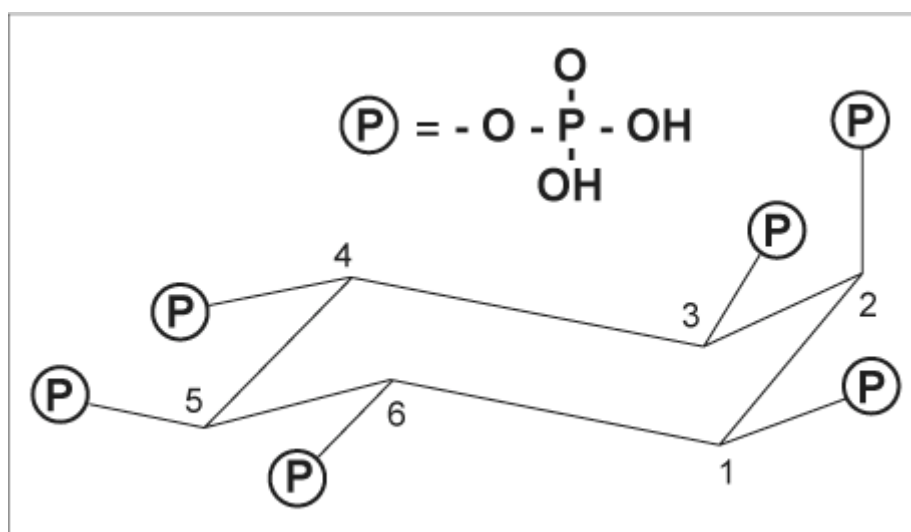


Figura 1 – Estrutura da molécula de ácido fítico.

Assim, a disponibilização deste conteúdo de fósforo, presente nos principais ingredientes utilizados na formulação de dietas animais (milho, soja, trigo, sorgo, etc.), poderia suprir parte da exigência diária de fósforo de frangos de corte e poedeiras. Além do fósforo outros minerais, aminoácidos e proteínas quelatados ao fitato quando disponibilizados contribuem para melhorar o desempenho das aves.

2.4 Fitase

Fitase (mio-inositol-hexaquisfosfato fosfohidrolase, EC 3.1.3.8) é uma enzima que catalisa a liberação do fosfato de fitato (mio-inositol hexaquisfosfato), o qual é a principal forma de fósforo predominante em grãos cereais, legumes e sementes oleaginosas (Pandey et al., 2001).

A fitase catalisa a hidrólise de fosfomonoésteres de ácido fítico (mio-inositol hexaquisfosfato, IP6), retirando o grupo fosfato e formando, seqüencialmente, mio-inositol pentaquis-, tetraquis-, tris-, bis-, e mono-fosfatos (IP5→IP4→IP3→IP2→IP1), assim como fosfato inorgânico (Vats & Banerjee, 2004).

A União Internacional de Bioquímica e Biologia Molecular (IUBMB) em consulta com a IUPAC-IUB, Comissão Mista em Nomenclatura Bioquímica (JCBN) listam dois tipos de fitases: EC 3.1.3.8 e EC 3.1.3.26 (Vats & Banerjee, 2004):

– EC 3.1.3.8

Nome recomendado: 3-fitase.

Nome sistemático: mio-inositol hexaquis fosfato-3-fosfohidrolase.

Hidrolisa a ligação éster na terceira posição de mio-inositolhexaquisfosfato em d-mio-inositol-1,2,4,5,6-pentaquisfosfato e ortofosfato (Vats & Banerjee, 2004).

– EC 3.1.3.26

Nome recomendado: 6-fitase.

Nome sistemático: mio-inositol hexaquis fosfato-6-fosfohidrolase.

Hidrolisa a ligação éster na sexta posição do mio-inositolhexaquisfosfato em d-mio-inositol-1,2,3,4,5-pentaquisfosfato e ortofosfato. Subseqüentes ligações éster no substrato são hidrolisadas em diferentes taxas.

A 6-fitase é capaz de desfosforilar completamente o ácido fítico, enquanto a 3-fitase não hidrolisa o fosfomonoester (Wodzinski & Ullah, 1996). Normalmente, a 3-fitase é uma

enzima sintetizada por microorganismos enquanto a 6-fitase é associada às plantas (Turk et al., 2000).

A atividade da enzima fitase é medida pela capacidade desta em liberar fósforo complexado ao fitato. Normalmente é atribuída a atividade a terminologia Unidades de Fitase (FTU), que representa a quantidade de enzima necessária para liberar 1 micromol de fósforo inorgânico por minuto a 5,1 mM (substrato de sódio-fitato) em pH 5,5 e temperatura 37°C (Engelen et al., 1994).

2.4.1 Fontes de fitase

A enzima fitase é amplamente distribuída em plantas, animais e microorganismos, sendo descritas na literatura quatro fontes distintas desta:

- Fitase intestinal: encontrada em secreções digestivas;
- Fitase originada em microorganismos do trato gastrintestinal;
- Fitase endógena: presente nas plantas;
- Fitase exógena: sintetizada por microorganismos (finalidade comercial).

A fitase já foi isolada em baixas concentrações na borda em escova no intestino delgado de aves. Este tipo de fitase apesar de contribuir com a hidrólise do fitato e conseqüente disponibilização do fósforo quelatado, possui atividade muito pequena quando comparada à fitase exógena (Maenz & Classen, 1998).

Nos grãos cereais a fitase é encontrada numa quantidade considerável, que pode variar de 500 até pouco mais de 5000 unidades de fitase (FTU) por quilograma de grão, o que evidencia a importância dessa enzima para as plantas. A fitase é sintetizada nos vegetais para permitir o aproveitamento do fósforo estocado na forma de fitato. Durante a germinação das sementes verifica-se aumento da atividade desta enzima (Ma & Shan, 2002).

A fitase das plantas também contribui para a disponibilização do fósforo e outros nutrientes quelatados para os animais, entretanto, como a faixa de temperatura ideal para manutenção de sua atividade enzimática está entre 40 a 60°C (Wodzinski & Ullah, 1996),

alguns processamentos como a peletização provocam desnaturação e inatividade desta enzima (Jongbloed & Kemme, 1990). Também o pH no trato gastrointestinal pode inativar a fitase presente nos grãos.

Em relação aos microorganismos sintetizadores, a fitase pode ser produzida por fungos (*Aspergillus niger*, *Aspergillus ficcum*, *Aspergillus oryzae*), bactérias (*Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella aerogenes*, *Corynebacterium bovis*, *Pseudomonas sps.*), leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*, *Schwanniomyces castelii*) e alguns organismos presentes no solo (Singh, 2008).

A fitase microbial tem sua maior atividade em pH 2,5 a 7,5 e temperatura de 35 a 36°C (Wodzinski & Ullah, 1996), sendo muito mais eficiente no trato gastrointestinal que a vegetal.

3 UTILIZAÇÃO DA FITASE NA AVICULTURA E SEUS BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS

3.1 Disponibilidade de fósforo e cálcio

A adição de fitase endógena às dietas de aves hidrolisa as ligações entre o oxigênio presente no esqueleto carbônico e o fósforo aumentando a disponibilidade deste e dos demais minerais e/ou compostos ligados ao complexo.

Laurentiz et al. (2007) trabalhando com frangos de corte alimentados com rações suplementadas com fitase (500 FTU/kg de ração) verificaram que o fósforo disponível pode ser reduzido na ração em até 63% na fase final (36 a 42 dias) sem causar nenhum prejuízo no desempenho ou na mineralização óssea das aves, evidenciando assim a eficiência da fitase em hidrolisar o fósforo fítico.

O fósforo hidrolisado pode ser utilizado pelos animais como fósforo inorgânico e atuar nas diversas funções orgânicas. Entretanto, a hidrólise do fósforo é variável (3-42%), dependendo da capacidade fisiológica animal em realizar este processo e grandemente da

concentração de cálcio da dieta (Ballam et al., 1984), dada sua participação na retenção do fósforo. Apesar de o cálcio ser o cátion bivalente com menor poder de quelatação com o fitato, é o responsável pelo maior impacto negativo na nutrição mineral de frangos e poedeiras (Nelson & Kirby, 1987), pois sua biodisponibilidade afeta o requerimento nutricional de outros minerais.

O cálcio é um dos principais responsáveis por diminuir a eficiência da fitase em aves, pois este em grande concentração na dieta complexa-se com o fitato e precipita no trato gastrintestinal impedindo a ação da enzima. O mesmo ocorre quando a relação cálcio : fósforo ou o nível de fósforo inorgânico na dieta são altos. Ballam et al. (1984) verificaram que aves jovens alimentadas com ração contendo 1% de cálcio hidrolisam menos fitato quando comparadas com animais que receberam ração com 0,85% de cálcio. Mohammed et al. (1991) também trabalhando com aves em crescimento encontraram aumento de 15% na quantidade de fósforo fítico hidrolisado quando reduziram o teor de cálcio da dieta de 1 para 0,5%. Catalá-Gregori et al. (2007) afirmam que dietas com moderados ou baixos níveis de cálcio suplementadas com fitase tendem a aumentar a retenção de fósforo em frangos de corte machos.

Existem três teorias que tentam explicar a menor eficiência da fitase de acordo com a maior concentração de cálcio da dieta. A primeira sugere que o cálcio forma um complexo insolúvel com o fitato impedindo a ação da fitase (Wise, 1983). A segunda aponta o meio desfavorável para atividade da enzima criado pelo cálcio no pH intestinal (Nelson, 1967). E a terceira aponta a competição exercida pelo cálcio em excesso e a enzima por mesmos sítios de absorção (Qian et al., 1995).

A suplementação de fitase é mais eficiente em frangos de corte alimentados com rações contendo menores concentrações de cálcio. Assim, ao suplementar rações com fitase endógena para frangos de corte o nível de cálcio dietético deve ser diminuído de 0,60 a 0,75% em relação a dietas não suplementadas (Rama Rao et al., 1999).

A relação cálcio : fósforo pelo mesmo motivo que a concentração de cálcio também afeta a atividade da fitase. De acordo com Nelson (1967) uma relação cálcio : fósforo de 2 : 1 prejudica a digestão do fitato, devido a formação de uma complexo penta-cálcio fitato insolúvel no intestino, que é resistente à ação da fitase.

A hidrólise do fitato também é reduzida com o aumento do nível de fósforo inorgânico na dieta (Karim, 2006). O excesso de fósforo inorgânico na ração inibe a atividade catalítica da fitase endógena no intestino delgado de aves (Wise, 1983). Em poedeiras de segundo ciclo de produção o aumento dos níveis de fósforo inorgânico na dieta piora a qualidade da casca dos ovos, sendo indicados 0,26% de fósforo disponível quando se utiliza suplementação com 300 FTU/kg de ração de fitase endógena para estes animais (Borrmann et al., 2001).

3.2 Disponibilidade de outros minerais

O ácido fítico pode-se complexar com inúmeros cátions bivalentes (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} e Ca^{2+}) tornando-os biologicamente indisponíveis para as aves. Quando se utiliza a suplementação de fitase endógena vários desses cátions podem ser novamente disponibilizados (Singh, 2008).

Apesar de existirem poucas pesquisas que elucidem a relação e os mecanismos existentes entre a ação da fitase endógena na disponibilização de outros minerais, alguns autores já citaram que a adição de fitase às dietas de frangos de corte e poedeiras aumenta a disponibilidade de cálcio (Sebastian et al., 1996a; Singh et al., 2003a,b; Campestrini et al., 2005), cobre (Aoyagi & Baker, 1995; Sebastian et al., 1996a; Campestrini et al., 2005), zinco (Sebastian et al., 1996b; Yi et al., 1996a; Campestrini et al., 2005) e magnésio (Mohanna & Nys, 1999).

A suplementação dietética de fitase pode aumentar a utilização do zinco complexado ao fitato, elevando em até 30% sua retenção por frangos de corte (Yi et al., 1996a). Estes autores verificaram que em dietas à base de milho e farelo soja há uma liberação de 0,9 mg de zinco complexado ao fitato a cada 100 unidades de fitase utilizada em suplementação. Mohanna & Nys (1999) trabalhando com o mesmo tipo de dieta (milho + soja) verificaram que a adição de 800 FTU/kg de ração de fitase permite redução de até 14 mg/kg de ração de zinco em rações formuladas para frangos de corte. Mais recentemente, Jondreville et al. (2007) verificaram que a adição de 100 FTU de fitase por quilo de ração é equivalente a suplementação de 1 mg de sulfato de zinco, valor muito próximo do encontrado por Mohanna & Nys (1999). E ainda, que frangos alimentados com ração a base de milho e farelo de soja

suplementada com 500 FTU/kg de ração de fitase podem reduzir em até 10% a excreção de zinco, evidenciando a eficácia desta enzima em disponibilizar este mineral.

A disponibilidade do zinco complexado ao fitato também é afetada pela concentração de cálcio na dieta, dado o sinergismo existente entre estes. O aumento da concentração de cálcio dietético proporciona a formação do complexo zinco-cálcio-fitato que é muito insolúvel em pH 6.0 (Reddy et al., 1982).

Sebastian et al. (1996a) verificaram que a suplementação de fitase em dietas à base de milho e farelo de soja com baixos níveis de fósforo inorgânico aumenta a retenção de cobre em frangos. Já Mohanna & Nys (1999) relataram melhora na utilização de manganês devido à suplementação de fitase no mesmo tipo de animais.

Liu & Ru (2010) afirmam que a utilização da enzima fitase em rações formuladas para frangos de corte na fase de crescimento, reduz o fluxo ileal de manganês, ferro e potássio nestes animais, o que evidencia melhor aproveitamento desses minerais.

Em relação às poedeiras são escassos os trabalhos que buscam avaliar a maior disponibilidade mineral com a suplementação de fitase à dieta. Entretanto, assim como em frangos de corte acredita-se que a adição de fitase à ração desses animais também aumente a disponibilidade de alguns minerais. Segundo Um & Paik (1999) a suplementação da ração com fitase aumenta a deposição óssea, a disponibilidade de fósforo e zinco, e a retenção de cálcio, fósforo, magnésio, ferro e zinco em poedeiras.

Silva et al. (2008) testando a inclusão de 300 FTU/kg de ração de fitase em rações para poedeiras comerciais verificaram aumentos de 15% na resistência óssea e de 3% de cinzas na tíbia desses animais, fato que pode estar relacionado ao aumento da disponibilidade de alguns minerais dada a suplementação de fitase endógena.

3.3 Disponibilidade de proteínas e aminoácidos

O ácido fítico assim como ocorre com minerais pode se complexar com proteínas e/ou aminoácidos tornando estes indisponíveis para as aves. A estrutura fitato-proteína pode ter

origem no próprio grão durante sua formação, entretanto, esta forma representa uma pequena quantidade desse complexo ingerido pelos animais, a maior parte é formada no trato gastrintestinal durante a síntese *De Novo* (Ravindran et al., 2000).

A complexação do fitato com proteínas pode gerar dois tipos de compostos diferentes, os binários (fitato-proteína) ou os terciários (fitato-mineral-proteína), dependendo do pH do meio. Os compostos binários são formados em pH ácido e os terciários em pH próximo da neutralidade (Singh, 2008).

Além da ligação com as proteínas o ácido fítico pode se complexar diretamente com aminoácidos livres no intestino diminuindo a disponibilidade destes. Rutherford et al. (1997) verificaram *in vitro* uma diminuição de 22% na disponibilidade do aminoácido lisina quando incubaram este com farelo de arroz (fonte de fitato utilizado). Quando adicionaram fitase à mistura a perda de lisina foi de apenas 9%, o que sugere que há interação entre o fitato e o aminoácido lisina.

O menor aproveitamento das proteínas pelas aves quando alimentadas com rações contendo maior concentração de fitato também pode estar relacionado à menor atividade das enzimas pepsina e tripsina. De acordo com Singh (2008) a proteólise pode ser inibida pela complexação do fitato com a pepsina e tripsina, alterando a configuração destas, e o mineral cálcio é o principal responsável por este processo de quelatação. Além dessas enzimas, também a α -amilase tem sua atividade alterada pela complexação com o fitato.

Os trabalhos desenvolvidos até o presente momento que avaliaram o efeito da suplementação de fitase no aumento da disponibilidade da proteína complexada ao ácido fítico sugerem que isso é possível em frangos de corte e poedeiras.

Catalá-Gregori et al. (2007) verificaram em frangos de corte aumento na retenção aos 21 dias e maior digestibilidade ileal aparente aos 42 dias de proteína bruta quando suplementaram rações à base de trigo e farelo de soja com 600 FTU/kg de ração de fitase. Gomide et al. (2007) afirmam que para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias é possível reduzir o nível de proteína bruta na ração para 16% quando suplementa-se esta com fitase e aminoácidos industriais. Também de acordo com Lan et al. (2010) a adição de 250 a 1000 FTU/kg de ração de fitase melhora a digestibilidade da proteína bruta no trato gastrointestinal de frangos de corte.

Em poedeiras Ligeiro et al. (2009) avaliando suplementação de fitase em rações onde se utilizou o sorgo em substituição ao milho verificaram que a adição de 500 FTU de fitase por quilograma de ração permite uma substituição de até 100% do milho por sorgo sem alterar a excreção de nitrogênio pelas aves, o que demonstra participação da enzima fitase no aproveitamento da proteína bruta do sorgo. Lima et al. (2010) verificaram que em codornas japonesas em postura a adição de 368 FTU/kg de ração de fitase proporciona maior retenção de nitrogênio, evidenciando também maior utilização da proteína por estes animais.

A adição de fitase exógena é uma prática eficaz para reduzir a perda endógena e aumentar a absorção intestinal dos aminoácidos dietéticos diminuindo sua complexação com o fitato (Cowieson et al., 2008).

3.4 Melhora na utilização da energia do alimento

A suplementação de rações de frangos de corte e poedeiras também proporciona uma melhora na utilização da energia do alimento. Isto é esperado devido ao melhor aproveitamento da proteína complexada ao fitato. Kies et al. (2001) afirmam que em média a adição 500 FTU/kg de ração de fitase disponibilizam aproximadamente 2g de proteína bruta digestível adicionais na ração.

Outro aspecto também interessante em relação ao aproveitamento da energia, diz respeito à utilização de ácidos graxos. De acordo com Liu et al. (2010) a fitase exógena pode modificar a digestibilidade e síntese de ácidos graxos, a atividade da enzima lipase, os níveis de lipídeos e leptina no plasma e fígado, e conseqüentemente influenciar os processos de digestão e deposição de gordura em frangos de corte.

O efeito da fitase na utilização de ácidos graxos possivelmente deve também ocorrer em poedeiras, pois Pleebs et al. (2007) verificaram redução de 17% na concentração plasmática de triglicerídeos em poedeiras de 34 semanas alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja suplementadas com 600 FTU/kg de ração de fitase mais 34,5 µg de vitamina D₃.

3.5 Desempenho (frangos de corte e poedeiras)

Diversos são os trabalhos que mostram melhora no desempenho de frangos de corte e poedeiras com a suplementação de fitase exógena. É apresentado abaixo um resumo de estudos que avaliaram o efeito da fitase exógena no desempenho de frangos de corte (Tabela 2) e poedeiras (Tabela 3).

Os resultados deixam claro que na maioria das vezes, independe da idade das aves e/ou do nível de suplementação de fitase na dieta, o desempenho é melhorado quando se adiciona na ração alguma fonte exógena desta enzima.

Para poedeiras o número de pesquisas que visam avaliar o efeito da suplementação de fitase no seu desempenho produtivo é menor comparativamente ao realizado para frangos de corte.

Tabela 2 – Efeito da suplementação de fitase no desempenho de frangos de corte

Autores	Dieta base	Idade (dias)	FTU/kg	Incremento (%)		
				Ganho de peso	Consumo de ração	Eficiência alimentar
Laurentz et al., 2009	Milho + Soja	1-7	1000	4,54	1,94	2,56
Oliveira et al., 2009	Milho + Soja	21	25	1,00	5,22	0,0
Fukayama et al., 2008	Milho + Soja	1- 20	750	17,83	9,72	7,38
Silva et al., 2006	Milho + Soja	1-21	500	9,09	7,19	1,76
Yan et al., 2004	Milho + Soja	53	1000	0,26	-0,97	1,25
Singh & Khata, 2003a	Milho + Soja	42	750	10,52	4,59	8,70
Conte et al., 2003	Milho + Soja	42	1200	25,71	22,59	2,55
Singh et al., 2003a	Milho + Soja	42	750	17,76	5,34	11,80
Terjedor et al., 2001	Milho + Soja	25	750	3,58	0,59	1,09
Teichmann et al., 1998	Milho + Soja	49	900	12,45	6,48	5,60

Analisando os resultados apresentados na Tabela 3 verifica-se que diferentemente dos observados para frangos de corte, o efeito positivo da suplementação de fitase em poedeiras é mais variável. Esta maior variabilidade pode estar relacionada a fatores como idade e genótipo das aves (Singh, 2008).

Tabela 3 – Efeito da suplementação de fitase no desempenho produtivo de poedeiras

Autores	Dieta base	Idade (semanas)	FTU/kg	Incremento (%)			
				Ganho de peso	Consumo de ração	Produção de ovos	Peso do ovo
Ferreira et al., 2009	Milho + Soja	35-50	150	-	-0,64	0,19	0,56
Ligeiro et al., 2009	Sorgo + Soja	64-80	500	-	-1,12	-2,42	-2,05
Rodrigues et al., 2009	Milho + Soja	13-16	600	15,78	3,30	-	-
Santos et al., 2009	Milho + Soja	36-37	3600	-	4,52	1,53	0,83
Viana et al., 2009	Milho + Soja	24-36	600	-	-0,30	2,53	0,28
Silva et al., 2008	Milho + Soja	20	1200	-	0,87	1,62	-0,31
Silva et al., 2008	Milho + Soja	28	600	-	-0,72	7,35	4,01
Noebauer, 2006	Milho + Soja	28	300	-0,15	-0,84	-1,29	-2,26
Sukumar & Jalaudeen, 2003	Milho + Soja	18-22	400	19,43	3,44	2,16	0,04
Sohail & Roland, 2000	Milho + Soja	38-56	300	-	0	6,22	1,31

3.6 Outros fatores correlacionados com a hidrólise do fitato

Existem alguns fatores que podem influenciar o aproveitamento do fósforo fítico e dos demais compostos complexados ao fitato (minerais, proteínas e aminoácidos).

Estudos mostram que a idade e o genótipo das aves podem estar correlacionados à degradação do fitato. A habilidade em utilizar o fósforo fítico aumenta com a idade, pois a maturidade fisiológica proporciona maior atividade da fitase endógena sintetizada no trato gastrintestinal (Edwards et al., 1989). Com relação ao tipo genético, Edwards et al. (1989) verificaram que poedeiras Leghorn são mais eficientes em reter o fósforo fítico comparativamente à frangos de corte, e mesmo entre estes últimos, Sebastian et al. (1998) afirmam que a capacidade de hidrolisar o fitato é variável de acordo com a linhagem genética.

O atendimento do requerimento nutricional das aves em vitamina D₃ também é importante para garantir eficiência do processo de hidrólise do ácido fítico. Mohammed et al. (1991) e Edwards (1993) verificaram que a presença da vitamina D₃ ou de seus metabólitos na dieta de aves pode aumentar a utilização do fósforo fítico em até 68%.

O efeito da vitamina D₃ na hidrólise do fitato pode estar relacionado a um ou mais mecanismos abaixo:

1. Aumento da síntese ou da atividade da fitase endógena intestinal (Edwards et al., 1989; Mitchel & Edwards, 1996);
2. Aumento da hidrólise do fitato (Mohammed et al., 1991);
3. Aumento da absorção do fósforo (Wasserman & Taylor, 1973).

A combinação da vitamina D₃ com a fitase exógena pode melhorar ainda mais o disponibilização do fósforo fítico (Angel et al., 2006; Yan & Waldroup, 2006).

O teor de fibra na dieta também influencia a utilização do fósforo fítico, pois dietas com maior concentração de fibra promovem maior fermentação no trato gastrintestinal influenciando diretamente a disponibilidade do cálcio alterando sua capacidade de ligação e indiretamente a hidrólise do fitato (Singh, 2008). O que ocorre é uma redução da concentração de cátions no trato gastrintestinal aumentando assim a hidrólise do ácido fítico.

Por fim a própria fonte de origem do fitato também é um fator que afeta a degradação do ácido fítico (Singh, 2008). Isso é facilmente verificado pelos diferentes valores de solubilidade do fitato observados com a suplementação de fitase de acordo com os alimentos utilizados na formulação de dietas.

4 Fitase, poluição ambiental e redução de custos

Atualmente tem se dado cada vez mais atenção ao poder poluente dos resíduos de origem animal. O crescimento de setores como a avicultura, traz consigo uma maior produção de resíduos (excretas), material com grande capacidade poluente.

O fósforo é considerado atualmente o principal nutriente responsável pela poluição de lagos, reservatórios e rios (Singh, 2008). Uma das principais fontes do fósforo poluente é o complexado ao fitato não utilizado pelos animais, como na avicultura (Nahm, 2003). O material utilizado no piso dos galpões de frangos de corte, denominado de cama de frango, tem na sua constituição em média 1,43%, podendo variar de 0,8 a 2,58% de fósforo (Edwards & Daniel, 1992).

Especialmente este material (cama de frango) dada sua grande concentração de fósforo e nitrogênio tem um grande impacto ambiental, pois quando mal armazenado pode facilmente contribuir para eutrofização de corpos d'água.

A diminuição do desperdício do fósforo presente nas dietas de aves e conseqüentemente do impacto ambiental causado por este, envolve práticas como a formulação de rações que melhor atendam o requerimento nutricional dos animais, a utilização de alimentos mais digestíveis e a aplicação de técnicas que melhor disponibilizem os nutrientes.

Nesse contexto a adição de fitase exógena às rações de frangos de corte e poedeiras pode aumentar a disponibilidade do fósforo e do nitrogênio presente no fitato, diminuindo o efeito poluente destes. A suplementação de fitase exógena pode reduzir a excreção de fósforo na avicultura de corte em mais de 40% sem que haja declínio na produtividade dos animais (Saitoh, 2001). Em poedeiras a fitase exógena adicionada à ração aumenta a disponibilidade do fósforo fítico, reduzindo sua excreção no ambiente (Sohail & Roland, 2000).

Outro aspecto também importante com relação à suplementação de dietas utilizadas na avicultura com fitase exógena, diz respeito à redução do custo de produção, pois o fósforo é um dos nutrientes mais caros nas rações de frangos de corte e poedeiras (Singh, 2008). Dessa forma, a utilização de fitase em rações à base de milho e farelo de soja reduz em média o custo de produção destas em 10% sem afetar o desempenho produtivo das aves (Singh & Khata, 2004).

5 TRABALHO CIENTÍFICO

Suplementação de fitase em rações para poedeiras de 65 a 81 semanas de idade

(Phytase supplementation in diets for 65 to 81 weeks old laying hens)

O. G Lyra¹, D. Haese¹, J. L. Kill¹, I. R. Haddade², E. U. Almeida¹

¹Mestrado em Ciência Animal – UVV – Vila Velha, ES

CEP 29102-770 – Vila Velha, ES

olavo@hotmail.com

²UFES, Campus Santa Teresa – ES

RESUMO: Foi conduzido um experimento para avaliar a adição de fitase na ração sobre o desempenho de galinhas poedeiras. Foram utilizadas 270 poedeiras da linhagem *Hy Line* com 65 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, nove repetições e seis aves por unidade experimental, mantidas em galpão convencional de postura, sob regime de luz artificial de 16 horas/dia. Os tratamentos utilizados foram: 1 - controle positivo (CP) com 0,357% de fósforo disponível (Pd); 2 - controle negativo (CN) com 0,247% de Pd; 3 - CN com 0,003 g de fitase; 4 - CN com 0,006 g de fitase; 5 - CN com 0,009 g de fitase. A ração controle foi formulada segundo as recomendações nutricionais propostas nas Tabelas Brasileiras e a ração controle negativo foi calculada reduzindo os nutrientes presentes na matriz nutricional da enzima, de acordo com recomendação da empresa produtora. Os parâmetros avaliados foram: consumo de ração, produção de ovos, peso dos ovos, massa de ovo, peso da casca, peso da gema, peso do albúmen, conversão por massa de ovo e conversão alimentar por dúzia de ovos no período de 65 a 81 semanas de idade. As rações suplementadas com fitase, independente do nível de inclusão, proporcionaram maior peso de ovo em comparação com o peso dos ovos das poedeiras alimentadas com a ração CP. O peso da gema não foi influenciado pelas rações. As aves alimentadas com a ração contendo 0,006% de fitase apresentaram ovos com maior peso de albúmen. Independente do nível de suplementação, as rações contendo fitase proporcionaram a melhor resposta de peso de casca. No entanto, não houve diferença para essa variável entre as poedeiras que receberam as rações CP e CN. As poedeiras mantidas

com a ração CP e fitase apresentaram melhor valor de conversão alimentar por dúzia e massa de ovos comparado àquelas que receberam a ração CN.

Palavras-chave: ácido fítico, desempenho, fósforo, minerais, ovos,

ABSTRACT: A study was carried out to evaluate phytase supplementation in diets on performance of laying hens. Two hundred seventy 65 weeks old Hy Line hens were allotted in a completely randomized design, with five treatments, nine replicates, and six birds per experimental unit. The treatments used were as follow: 1 - Positive control (PC) with 0.357 available phosphorus, 2 - Negative control (NC) with 0.247 available phosphorus, 3 – NC with 0.003 g phytase, 4 – NC with 0.006 g phytase, 5 – NC with 0,009 g phytase. The positive control diet was formulated according to the nutritional recommendations proposed at the Brazilian Tables and the negative control diet was calculated reducing the nutritional contribution of the enzyme phytase, according to the manufactures' recommendations. The parameters evaluated were: feed intake, egg production, eggshell weight, egg weight, egg mass, and feed:gain ratio (per g of egg mass and per dozen of egg). Diets supplemented with phytase, irrespective of inclusion levels, provided greater egg weight compared with egg weight of laying hens fed PC diet. Yolk weight was not influenced by the diets. The birds fed diet with 0.006% phytase had eggs with greater albumen weight. Despite supplementation level, diets with phytase propitiated greater weight of eggshell. However, there was no difference in this parameter between laying hens fed PC and NC diets. Laying hens fed PC and phytase diet showed greater feed conversion per dozen and egg mass compared to those fed the NC.

Keywords: eggs, minerals, nutrition, performance, phosphorus, phytic acid

5.1 INTRODUÇÃO

Na formulação de rações para aves a utilização de ingredientes de origem vegetal supera os de origem animal. No entanto, de acordo com Borrmann et al. (2001) e Jongbloed (2008), a maior parte do fósforo proveniente dos alimentos de origem vegetal encontra-se

combinado com o inositol formando a molécula do ácido fítico que tem um grande potencial quelatizador, o que diminui a solubilidade e a digestibilidade dos nutrientes.

As aves têm baixa capacidade de utilizar o fósforo fítico, devido à produção insuficiente de fitase endógena, que é a fosfatase responsável pela hidrólise do ácido fítico (Silva, 2004). Como o fósforo é um mineral essencial por desempenhar importantes funções nos em vários processos metabólicos no organismo, ao formular dietas para aves torna-se necessário adicionar uma fonte de fósforo inorgânico que, depois da energia e da proteína, é o nutriente que mais onera o custo da ração de aves (Fan et al., 2001; Shurson & Pomeroy, 2008).

A adição de fitase microbiana nas rações de animais não-ruminantes é uma alternativa para restringir a necessidade de suplementação da ração com fontes inorgânicas de fósforo podendo, dessa forma, reduzir o custo da ração e a poluição ambiental causada pelo excedente de fósforo excretado para o meio ambiente (Cromwell et al., 1995; Moreira et al., 2000; Moreira et al., 2001).

A fitase é uma enzima que catalisa a liberação do fosfato de fitato (mio-inositol hexaquisfosfato), que é a forma de fósforo predominante em grãos de cereais, legumes e sementes oleaginosas (Pandey et al., 2001). Assim, a disponibilização do fósforo presente nos principais ingredientes utilizados na formulação de rações para aves (milho, soja, trigo e sorgo), poderia suprir parte da exigência diária de fósforo de poedeiras. Além do fósforo outros minerais, aminoácidos e proteínas ligadas à molécula de ácido fítico podem ser disponibilizados e contribuir para melhorar o desempenho das aves.

Nesse sentido, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a suplementação de fitase em rações para galinhas poedeiras de 65 a 81 semanas de idade.

5.2 MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado nas instalações do Setor de Avicultura do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Tereza, no período de outubro de 2009 a fevereiro de 2010.

Foram utilizadas 270 aves da linhagem comercial *Hy Line*, adquiridas com 20 semanas de idade. Até a 65ª semana as aves foram alojadas aos pares em gaiolas de 25 x 40 x 45 cm criadas em galpão de postura, com laterais abertas e coberto com telhas de amianto, sendo manejadas conforme o manual de criação da linhagem (*Hy Line*, 2009). Antes do período experimental as aves receberam rações formuladas para atender as exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2005), inclusive fósforo disponível (Pd).

Inicialmente as aves foram selecionadas de acordo com o peso corporal para uniformização do lote e por um período de quatro semanas a produção foi controlada individualmente para posterior redistribuição para equalização da produção.

Ao completarem 65 semanas de idade, as aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos, nove repetições e seis aves por unidade experimental. Os tratamentos aplicados (Tabela 1) consistiram de cinco dietas: controle positivo (CP) com 0,357% de fósforo disponível (Pd); controle negativo (CN) com 0,247% de Pd; CN com 30 g/t de fitase; CN com 60 g/t de fitase e CN com 90 g/t de fitase.

A ração CP foi formulada à base de milho, farelo de soja e suplementadas com aminoácidos industriais, para atender as relações dos aminoácidos preconizadas por Rostagno et al. (2005) com base na proteína ideal. As rações formuladas a partir da ração CN foram calculadas reduzindo 30 kcal/kg de energia metabolizável, 0,15% de Ca e 0,011% de lisina digestível. A enzima fitase utilizada foi da marca comercial GenoPhos da empresa UNIQÚMICA, com atividade de 300, 600 e 900 FTU/kg de ração, respectivamente, na ração com 30, 60 e 90g/ton. de fitase.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria com cobertura de telhas de amianto em duas águas, telado, com pé-direito de 2,0 m e composto internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 × 45 × 40 cm, distribuídas lateralmente em dois andares, distantes 0,80 m do piso. O comedouros e bebedouros utilizados foram do tipo calha galvanizada, percorrendo toda extensão frontal das gaiolas.

Tabela 1 – Composição percentual e calculada das rações experimentais

Ingrediente	Controle		Fitase, g/t		
	Positivo	Negativo	30	60	90
Milho	61,109	63,507	63,507	63,507	63,507
Amido milho	0,010	0,010	0,007	0,004	0,001
Farelo de Soja	24,585	23,876	23,876	23,876	23,876
Óleo soja	3,047	1,970	1,970	1,970	1,970
Calcário	8,863	8,856	8,856	8,856	8,856
Fosfato bicálcico	1,426	0,828	0,828	0,828	0,828
Sal	0,539	0,539	0,539	0,539	0,539
DL-metionina 98%	0,217	0,207	0,207	0,207	0,207
Lisina HCl 78%	0,004	0,006	0,006	0,006	0,006
Premix mineral e vitamínico	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Cloreto de% Colina 70	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Fitase	0,000	0,000	0,003	0,006	0,009
Nutrientes					
Energia metabolizável, Kcal/kg	2900	2870	2870	2870	2870
Proteína Bruta, %	16,32	16,19	16,19	16,19	16,19
Metionina + Cistina digestível,%	0,690	0,680	0,680	0,680	0,680
Lisina digestível,%	0,758	0,747	0,747	0,747	0,747
Treonina digestível,%	0,551	0,546	0,546	0,546	0,546
Triptofano digestível,%	0,174	0,172	0,172	0,172	0,172
Arginina digestível,%	1,007	0,993	0,993	0,993	0,993
Isoleucina digestível,%	0,631	0,624	0,624	0,624	0,624
Valina digestível,%	0,688	0,683	0,683	0,683	0,683
Cálcio,%	3,830	3,680	3,680	3,680	3,680
Fósforo disponível,%	0,357	0,247	0,247	0,247	0,247
Sódio, %	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214

1- VALORES CALCULADOS (Rostagno et al 2000)

2- PREMIX VITAMÍNICO – KG DO PRODUTO : VIT A 40.000 UI; VIT D³ 8.000 UI; VIT E 100.000 UI; VIT K³ 6.000,0 MG; VIT B¹ 6.000,0 MG; VIT B² 20.000,0 MG; VIT B₆ 12.000,0 MG; VIT B₁₂ 60.000,0 MG; BIOTINA 320,0 MG; ÁCIDO FÓLICO 2.800,0 MG; ÁCIDO NICOTÍNICO 120.000,0 MG; ÁCIDO PANTOTÊNICO 40.000,0 MG E Se 1.000,0 MG.

3- PREMIX MINERAL – KG DO PRODUTO : Mn 150.000,0 MG; Zn 100.000,0 MG; Fe 100.000,0 MG; Cu 16.000,0 MG e I 5.000,0 MG.

4- FITASE : Genophos 10.000 (FTU) .

As rações foram fornecidas, diariamente, às 17:00 horas, proporcionando um consumo de 95g por animal. A água foi fornecida à vontade, durante todo o período experimental. O programa de luz adotado foi de 16 horas de luz artificial por dia durante todo o período experimental, respeitando as recomendações de manejo do manual da linhagem.

As características de desempenho avaliadas foram: consumo de ração, produção de ovos (%/ave/dia), peso dos ovos, massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos e conversão alimentar por dúzia de ovos.

A produção de ovos foi computada diariamente (8:00 e 16:00 horas) para o cálculo do percentual de postura. O cálculo foi realizado de acordo com o número de aves alojadas por unidade experimental.

Para obtenção dos componentes do ovo, foram avaliados os pesos da gema, do albúmen e da casca utilizando-se seis ovos de cada repetição, coletados aleatoriamente e diariamente do total de ovos nos três últimos dias de cada período. Os ovos de cada repetição e de cada dia foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g e, depois de pesados, foram identificados e quebrados.

A gema de cada ovo foi pesada e a respectiva casca foi lavada e seca ao ar para posterior obtenção do peso da casca sem a membrana interna. O peso do albúmen foi calculado como a diferença entre o peso do ovo e os pesos da gema e da casca.

As análises estatísticas das variáveis estudadas foram realizadas utilizando o procedimento para análise de variância (ANOVA), com comparação de médias pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade, utilizando o software SAEG (UFV, 2000).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho de poedeiras alimentadas com rações suplementadas com fitase, no período de 65 a 81 semanas de idade, encontram-se na Tabela 2.

As aves que receberam as rações suplementadas com fitase não apresentaram diferença ($P > 0,05$) na produção de ovos (PO) em comparação com as poedeiras mantidas no controle positivo (Tabela 2). Esta constatação está coerente com os resultados obtidos por Viana et al. (2009) e Bess et al. (2006) com poedeiras de 24 a 36 semanas de idade e por Ferreira et al. (2009), com poedeiras de 35 a 50 semanas de idade, que também não

verificaram variação na PO das aves que receberam rações contendo fitase comparadas àquelas alimentadas com a ração controle positivo.

Tabela 2 – Desempenho de poedeiras alimentadas com rações suplementadas com fitase no período de 65 a 81 semanas de idade

Ingrediente	Controle		Fitase, g/t			CV,%
	Positivo	Negativo	30	60	90	
Produção ovos (%/ave/dia)	76,21 ^A	71,16 ^B	76,83 ^A	75,43 ^A	75,26 ^A	4,75
Peso do ovo (g)	60,38 ^C	61,33 ^B	62,5 ^A	63,14 ^A	62,17 ^{AB}	1,45
Peso da gema (g)	16,81	17,14	17,18	17,21	17,08	2,00
Peso do albúmen (g)	37,49 ^D	38,19 ^{CD}	39,16 ^{AB}	39,75 ^A	38,84 ^{BC}	1,96
Peso da casca (g)	6,08A ^B	5,99 ^B	6,15 ^A	6,18 ^A	6,24 ^A	2,28
Massa de ovo (g/ave/dia)	47,72 ^{BC}	46,96 ^C	48,92 ^A	48,88 ^A	48,34 ^{AB}	1,78
CA por massa de ovo (g/g)	2,08 ^B	2,21 ^A	2,00 ^B	2,02 ^B	2,06 ^B	4,75
CA por dúzia (kg/dia)	1,51 ^A	1,63 ^B	1,50 ^A	1,52 ^A	1,53 ^A	4,75

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

Este resultado é um indicativo de que a matriz nutricional preconizada para a enzima atendeu as exigências das aves para a variável produção de ovos, mesmo quando foram utilizadas rações com níveis nutricionais reduzidos. Esta proposição está consistente com os resultados obtidos por Fernandes et al. (2003) e Shelton et al. (2004) com frangos de corte, em que a valorização nutricional da matriz da fitase possibilitou a utilização de rações com níveis nutricionais reduzidos sem comprometer o desempenho dos animais.

Por outro lado, Francesch et al. (2005) avaliando a porcentagem de postura de galinhas poedeiras constataram maiores valores para essa variável nas aves que receberam ração com 0,110% de Pd suplementadas com fitase em comparação com as aves alimentadas com 0,320% de Pd.

O peso dos ovos (PDO) das poedeiras que receberam as rações suplementadas com 30 e 60 g/t fitase foi maior ($P < 0,05$) em comparação com o das aves mantidas nas rações CP e CN. No entanto, foi observada uma diminuição no PDO das aves mantidas no CP em relação aos ovos das aves que consumiram a ração sem adição de fitase. Este resultado difere dos obtidos por Gordon e Roland (1997) que verificaram diminuição no PDO de poedeiras que consumiram ração com baixo Pd e isentas de fitase. No entanto, quando as rações foram suplementadas com fitase o efeito negativo sobre o PDO foi corrigido o que, neste caso, está coerente com os maiores valores para essa variável obtidos no presente estudo.

Resultados semelhantes foram verificados por Peter (1992) em que poedeiras alimentadas com ração com baixo nível de fósforo disponível e fitase apresentaram PDO significativamente maior comparado com o PDO daquelas alimentadas com a mesma ração sem fitase.

O aumento no PDO apenas das poedeiras alimentadas com rações contendo fitase, neste trabalho, pode ter sido devido à valorização da matriz nutricional da enzima, aumentando a disponibilidade de nutrientes que estariam ligados à molécula de fitato.

De forma diferente, Silva et al. (2008) verificaram que a adição de fitase (30g/t) à ração não afetou o PDO das aves. Outros pesquisadores também não encontraram efeitos significativos da suplementação de fitase na ração sobre esta variável em poedeiras (Boling et al., 2000; Liebert et al., 2005).

A adição de fitase às rações não teve efeito ($P > 0,05$) sobre o peso da gema (PG) (Tabela 2). Resultado similar também foi obtido por Viana et al. (2008), avaliando o efeito da suplementação de fitase (80, 160 e 240 g/t fitase) sobre a porcentagem de gema dos ovos de poedeiras (24 a 36 semanas de idade).

Não houve diferença ($P > 0,05$) no peso do albúmen (PA) dos ovos das aves alimentadas com as rações CP e CN (Tabela 2), todavia, a inclusão da enzima na ração CN resultou no aumento do PA que foi maior ($P > 0,05$) nos ovos das poedeiras alimentadas com a ração contendo 60 g/t de fitase. De forma diferente, Viana et al. (2009) não constataram variação no PA dos ovos de poedeiras recebendo rações suplementadas com fitase.

A suplementação de fitase na ração CN proporcionou aumento ($P < 0,05$) no peso da casca (PC), independente do nível de inclusão da enzima (Tabela 2). No entanto, não houve

diferença em relação ao peso da casca dos ovos das poedeiras alimentadas com as rações CP e CN. Estes resultados confirmam os de Viana et al. (2009) que também não constataram diferença no PC dos ovos de poedeiras alimentadas com uma ração deficiente em fósforo em comparação com o controle positivo. Porém, estes autores verificaram que a suplementação da ração deficiente em fósforo com 200 FTU (80 g/t), 400 FTU (160 g/t) ou 600 FTU (240 g/t), proporcionaram aumento no PC que também foi independente do nível de inclusão.

O aumento do peso da casca pode ser correlacionado com a espessura da casca, fato este importante para galinhas poedeiras no final do ciclo de postura, uma vez que nesse período ocorrem as maiorias de ovos trincados e quebrados.

Por outro lado, ausência de efeito sobre o PC de aves recebendo rações suplementadas com fitase tem sido reportada por vários autores (Scheideler, 2001; Punna & Roland, 2001; Lim et al., 2003; Ferreira, 2006).

Foi verificado que as aves que receberam a ração CP apresentaram valor semelhante ($P>0,05$) de massa de ovo (MO) em relação às aves que receberam a ração CN (Tabela 2). Entretanto, a suplementação de 30 e 60 g/t de fitase na ração CN resultou em maior ($P<0,05$) valor de MO comparado com o valor das aves que receberam a ração CP e CN. Este resultado confirma os de Silva et al. (2008) que verificaram que a suplementação da ração com 60 g/t de fitase melhorou a MO das aves. De forma semelhante Jalal & Scheideler (2001) constataram aumento na MO de poedeiras mantidas com dietas com nível reduzido de fósforo (0,10% Pd) e suplementadas com fitase (250 e 300 FTU de fitase/kg de ração) em relação àquelas que receberam a dieta controle (0,45% Pd). Todavia, os resultados do presente estudo não corroboram os obtidos por Viana et al. (2009) e Wu et al. (2006) que constataram valores semelhantes de MO entre as aves alimentadas com rações contendo fitase e àquelas alimentadas com o a ração CP.

Por outro lado, a CAMO das aves alimentadas com as rações contendo fitase não diferiu ($P>0,05$) do valor obtido com os animais mantidos com a ração CP, corroborando os resultados de Viana et al. (2009). Melhora na CAMO em função da suplementação de fitase na ração também foi verificada por Silva et al. (2008b).

Contrastando com estes resultados, Noebauer (2006) avaliando rações contendo 0,300% de Pd, com ou sem adição de fitase, e Silva et al. (2008) trabalhando com inclusão de 30 g/t de fitase na ração de poedeiras, não constataram efeito sobre CAMO das aves.

A melhora observada na CAMO das poedeiras alimentadas com as rações contendo fitase é um indicativo de que ocorreu uma maior eficiência de utilização não apenas do fósforo fítico das rações, mas também de outros nutrientes como cálcio, energia e aminoácidos (Ranvindran et al., 2000; Singh et al., 2008; Viana et al., 2008; Silva et al., 2008a).

As aves mantidas com a ração CN apresentaram pior ($P < 0,05$) valor de conversão alimentar por dúzia de ovos (CAD) comparada àquelas que receberam a ração CP que, por sua vez, não diferiu ($P < 0,05$) dos valores de CAD verificados para as poedeiras alimentadas com as rações contendo fitase, independente do nível de suplementação. Estes resultados são semelhantes aos resultados encontrados por Silva et al. (2008a), em pesquisa com poedeiras semi-pesadas durante o primeiro ciclo de produção, que observaram melhora significativa na conversão alimentar por dúzia de ovos com a adição de fitase às rações.

Por outro lado, Viana et al. (2009) que investigando o efeito de rações contendo fitase sobre o desempenho de poedeiras não verificaram variação na CAD das aves.

A melhor CAMO e CAD dos animais consumindo a ração CP e com fitase foi em função do aumento da MO e da PO em relação a ração CN, uma vez que o consumo de ração (95 g/dia) não variou entre os tratamentos.

6 CONCLUSÃO

A matriz nutricional da fitase atende as exigências de poedeiras de 65 a 81 semanas de idade, para produção e conversão alimentar por massa e dúzia de ovos.

Níveis acima de 30 g/t (300 FTU) promovem ganhos extras para os níveis de redução dos nutrientes propostos no estudo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGEL, R.; SAVLOR, W.W.; MITCHELL, A.D.; POWERS, W.; APPLGATE, T.J. Effect of dietary phosphorus, phytase and 25-hydroxycholecalciferol on broiler chicken bone mineralization, litter phosphorus, and processing yields. **Poultry Science**, v.85, p.1200-1211, 2006.

AOYAGI, S.; BAKER, D. Effect of microbial phytase and 1, 25-dihydroxycholecalciferol on dietary copper utilization in chicks. **Poultry Science**, v.74, p.121-126, 1995.

BALLAM, G.C.; NELSON, T.S.; KIRBY, L.K. Effect of fiber and phytate source and of calcium and phosphorus level on phytate hydrolysis in the chick. **Poultry Science**, v.63, p.333-338, 1984.

BERNER, Y. N. Phosphorus. **In:** B. L. O'DELL AND R. A. SUNDE, Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements. (Ed). New York: Marcel Dekker. p. 63–92, 1997.

BESS, F.; ROSA, A.P.; KRABBE, E.L. et al. Efeito da adição de fitase sobre a percentagem de postura e densidade de ovos em matrizes de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl.8, p.106, 2006.

BOLING, S.D.; DOUGLAS, M.W.; JOHNSON, M.L. et al. The effects of dietary available phosphorus levels and phytase on performance of young and older laying hens. **Poultry Science**, v.79, p.224-225, 2000.

BORRMANN, M.S.L.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T. et al. Efeitos da adição de fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo. **Ciência Agrotécnica**, v.25, p.181-187, 2001.

CAMPESTRINI E.; SILVA V.T.M.; APPELT M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, p.254-267, 2005.

CATALÁ-GREGORI, P.; GARCÍA, V.; MADRID, J. et al. Response of broilers to feeding low-calcium and total phosphorus wheat-soybean based diets plus phytase: Performance,

digestibility, mineral retention and tibiotarsus mineralization. **Canadian Journal of Animal Science**, v.87, p.563-569, 2007.

CHALLA, J. AND BRAITHWAITE, G.D. Phosphorus and calcium metabolism in growing calves with special emphasis on phosphorus homeostasis. 4. Studies on milk-fed calves given different amounts of dietary phosphorus but a constant intake of calcium. **Journal of Agricultural Science**, v.113, p.285-289, 1989.

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

COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H. Influence of Dietary Phytic Acid and Source of Microbial Phytase on Ileal Endogenous Amino Acid Flows in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v.87, p.2287-2299, 2008.

CROMWELL, G.L.; COFFEY, R.D.; PARKER, G.R. Efficacy of a recombinant-derived phytase in improving the bioavailability of phosphorus in corn-soybean meal diets for pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, n.7, p.2000-2008, 1995.

EDWARDS, D.R.; DANIEL, T.C. Environmental impacts of on-farm poultry waste disposal-a review. **Bioresource Technology**, v.41, p.9-33, 1992.

EDWARDS, H.M. Jr. Dietary 1, 25-dihydroxycholecalciferol supplementation increases natural phytate phosphorus utilization in chickens. **Journal of Nutrition**, v.123, p.567-577, 1993.

EDWARDS, H.M. Jr.; PALO, P.; SOONCHAERENYING, S.; ELLIOT, M.A. Factors influencing the bioavailability of phytate phosphorus to chickens. In: SOUTHGATE, D., JOHNSON, I. & FENWICK, G.R. (Eds) Nutrient availability: Chemical and Biological Aspects. **Anais...** Cambridge: The Royal Society of Chemistry, p.271-276, 1989.

ENGELN, A.J.; VAN DER HEEFT, E.C.; RANDSDORP, P.H.G.; SMITH, E.L.C. Simple and Rapid determination of phytase activity. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists International**, v.77, p.760-764, 1994.

FARIA, O.L.V.; KOETZ, P.R.; SANTOS, M.S.; HUNES, W.A. Remoção de fósforo de efluentes da parboilização de arroz por absorção biológica estimulada em reator em batelada seqüencial (RBS). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.309-317, 2006.

FERNANDES, E.A.; HONSI-BRANDEBURGO, M.I.; SILVEIRA, M.M. et al. Avaliação da adição de fitase em dietas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl. 5, p.33, 2003.

FERREIRA, C.B.; GERALDO, A.; FILHO, J.A.V. et al. Associação de carboidrases e fitase em dietas valorizadas e seus efeitos sobre desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras leves. In: Segunda Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí. **Anais... Bambuí**, MG: IFMG, 2009.

FUKAYAMA, E.H.; SAKOMURA, N.K.; DOURADO, L.R.B. et al. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.629-635, 2008.

GOFF, J. P. Phosphorus deficiency. In: HOWARD, J. L.; SMITH, R. A. (Ed). **Current Veterinary Therapy 4: Food Animal Practice**. Philadelphia: W. B. Saunders, Co. p. 218–220, 1998a.

GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1769-1774, 2007.

GORDON, R.W.; ROLAND, D.A. Performance of commercial laying hens fed various phosphorus levels, with and without supplemental phytase. **Poultry Science**, v.76, n.8, p.1172-1177, 1997.

JALAL, M.A.; SHEIDELER, S.E. Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility. **Poultry Science**, v.80, p.1463-1471, 2001.

JONDREVILLE, C.; LESCOAT, P.; MAGNIN, M.; FEUERSTEIN, D.; GRUENBERG, B.; NYS, Y. Sparing effect of microbial phytase on zinc supplementation in maize-soyabean meal diets for chickens. **Animal**, v.1, p.804-811, 2007.

JONGBLOED, A.W; KEMME, P.A. Effect of pelleting mixed feeds on phytase activity and the apparent absorbability of phosphorus and calcium in pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.28, p.233-242, 1990.

KARIM, A. Responses of broiler chicks to non-phytate phosphorus levels and phytase supplementation. **International Journal of Poultry Science**, v.5, p.251-254, 2006.

KIES, A.K.; VAN HEMERT, K.H.F; SAUCER, W.C. Effect of phytase on protein and amino acid digestibility and energy retention. **World's Poultry Science Journal**, v.57, p.109-126, 2001.

LAN, G.Q.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S.; HO, Y.W. In vitro and in vivo enzymatic dephosphorylation of phytate in maize-soya bean meal diets for broiler chickens by phytase of *Mitsuokella jalaludinii*. **Animal Feed Science and Technology**, v.158, p.155-164, 2010.

LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S., et al. Desempenho, composição da cama, das tíbias, do fígado e das excretas de frangos de corte alimentados com rações contendo fitase e baixos níveis de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1938-1947, 2009.

LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S., et al. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frangos de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases de criação. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.207-216, 2007.

LIEBERT, F.; HTOO, J.K.; SÜNDER, A. Performance and nutrient utilization of laying hens fed low-phosphorus corn-soybean and wheat soybean diets supplemented with microbial phytase. **Poultry Science**, v.84, p.1576-1583, 2005.

LIM, H. S; NAMKUNG H; and PAIK, I. K. Effects of phytase supplementation on the performance, egg quality, and phosphorous excretion of laying hens fed different levels of dietary calcium and nonphytate phosphorous. **Poultry Science**, v.82, p.92-99, 2003.

LIGEIRO, E.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S. et al. Avaliação da matriz nutricional da enzima fitase em rações contendo sorgo para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1948-1955, 2009.

LIMA, H.A.D.; BARRETO, S.L.T.; ALBINO, L.F.T. et al. Aproveitamento de nutrientes e de energia da ração de codornas japonesas em postura com o uso de fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1517-1522, 2010.

LIU, N.; RIU, Y.J. Effect of phytate and phytase on the ileal flows of endogenous minerals and amino acids for growing broiler chickens fed purified diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.156, p.126-130, 2010.

LIU, N.; RU, Y.; WANG, J.; XU, T. Effect of dietary sodium phytate and microbial phytase on the lipase activity and lipid metabolism of broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.103, p.862-868, 2010.

MAENZ, D.D.; CLASSEN, H.L. Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. **Poultry Science**, v.77, p.557-563, 1998.

MANANGI, M.K.; COON, C.K. Evaluation of phytase enzyme with chicks fed basal diets containing different soyabean meal samples. **Journal of Applied Poultry Research**, v.15, p.292-306, 2006.

MA, X.; SHAN, A. Effect of germination and heating on phytase activity in cereal seeds. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v.15, p.1036-1039, 2002.

MITCHELL, R.D.; EDWARDS, H.M. Effect of phytase and 1, 25-dihydroxycholecalciferol on phytate utilization and the quantitative requirement for calcium and phosphorus in young broiler chickens. **Poultry Science**, v.75, p.95-110, 1996.

MOHANNA, C.; NYS, N. Changes in zinc and manganese availability in broilers chicks induced by vegetal and microbial phytase. **Animal Feed Science and Technology**, v.77, p.241-253, 1999.

MOHAMMED, A.; GIBNEY, M.J.; TAYLOR, T.G. The effect of dietary levels of inorganic phosphorus, calcium and cholecalciferol on the digestibility of phytate phosphorus by the chick. **British Journal of Nutrition**, v.66, p.251-259, 1991.

MOREIRA, J.A.; VITTI, D.M.S.S.; LOPES, J.B. Estudo dos efeitos da enzima fitase em rações para suínos através do radiofósforo - P-32. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.292.

MOREIRA, J.A.; VITTI, D.M.S.S.; TRINDADE NETO, M.A. et al. J.B. Enzima fitase e farelo de arroz desengordurado para suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.703-704.

NAHM, K.H. Bioavailability of phosphorus in manure. **Avian and Poultry Biology Reviews**, v.14, p.53-62, 2003.

NELSON, T.S.; KIRBY, L.K. The calcium binding properties of natural phytate in chick diets. **Nutrition Report International**, v.35, p.949-956, 1987.

NELSON, T.S. The utilization of phytate phosphorus by poultry: a review. **Poultry Science**, v.46, p.862-871, 1967.

NOEBAUER, M.R. **Efeitos das diferentes relações cálcio:fósforo disponível e fitase sobre o desempenho produtivo, qualidade dos ovos e tecido ósseo de poedeiras de ovos de casca marrom.** 2006. 60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

OLIVEIRA, M.C.; MARQUES, R.H.; GRAVENA, R.A. et al. Fitase em dietas com níveis reduzidos de fósforo não-fítico para frangos de corte. **Biotemas**, v.22, p.169-176, 2009.

PANDEY, A.; SZAKACS, G.; SOCCOL, C. R.; RODRIGUES-LEON, J. A.; SOCCOL, V. T. Production, purification and properties of microbial phytases. **Bioresource Technology**, v.77, p.203-214, 2001.

PLEEBES, E.D.; BRASNTON, S.L.; BURNHAM, M.R. et al. Effects of Supplemental Dietary Phytase and 25-Hydroxycholecalciferol on the Blood Characteristics of Commercial Layers Inoculated Before or at the Onset of Lay with the F-Strain of *Mycoplasma gallisepticum*. **Poultry Science**, v.86, p.768-774, 2007.

PETER, W. Investigations on the use of phytate in the feeding of laying hens. In: WORDL'S POULTRY CONGRESS, 19., 1992, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam: BASF, 1992. p.672.

PUNNA, S. & ROLAND, D. A. Influence of supplemental microbial phytase on first cycle laying hens fed phosphorus-deficient diets from day one of age. **Poultry Science**, v.78, p.1407-1411, 2001.

QIAN, H.; KORNEGAY, E.T.; DENBOW, D.W. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, vitamin D3 and the calcium: total phosphorus ratios in broiler diets. **Poultry Science**, v.74, (Suppl.1) p.126, 1995.

RAMA RAO, S.V.; REDDY, V.R.; REDDY, R.S. Enhancement of phytate phosphorus availability in the diets of commercial broilers and layers. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.211-222, 1999.

RAVIDRAN, V.; BRYDEN, W.L.; KORNEGAY, E.T. Phytates: Occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. **Poultry and Avian Biology Review**, v.6, p.125-143, 1995.

RAVINDRAN, V.; CARBAHUG, S.; RAVINDRAN, G.; SELLE, P.H.; BRYDEN, W.L. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorous levels. II. Effects on apparent metabolisable energy, nutrient digestibility and nutrient retention. **British Poultry Science**, v.41, p.193-200, 2000.

REDDY N.R.; SATHE S.K.; SALUNKHE D.K. Phytates in legumes and cereals. **Advances in Food Research**, v.28, p.1-9, 1982.

RODRIGUES, H.M.; SILVA, J.H.V.; RIBEIRO, M.L.G. et al. Inclusão do farelo de algodão e de fitase na ração de frangas leves de 13 a 16 semanas de idade. **Anais... Águas de Lindóia, SP: ZOOTEC**, p.1-4, 2009.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2005. 186 p.

RUTHERFORD, S.M.; EDWARDS, E.C.A.; SELLE, P.H. Effect of phytase on lysine-rich polard complexes. **In: CRANWELL, P.D. (Ed) Manipulating Pig Production. Anais... Werribee, Victoria: Australasian Pig Science Association, 1997.**

SAITOH, M. The trend of studies on reducing nutrient excretion in poultry and pigs by nutritional approaches. **Animal Science Journal**, v.72, p.177-199, 2001.

SANTOS, L.A.; GERALDO, A.; FERREIRA, C.B. et al. Níveis de fitase em dietas valorizadas e seus efeitos sobre o desempenho de poedeiras semi-pesadas. In: Segunda Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí. **Anais...** Bambuí, MG: IFMG, 2009.

SEBASTIAN, S.; TOUCH BURN, S.P.; CHAVEZ, E.R. Implications of Phytic acid and supplemented microbial phytase in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.54, p.27-47, 1998.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R.; LAGUE, P.C. Efficacy of supplemental microbial phytase at different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens. **Poultry Science**, v.75, p.1516-1523, 1996b.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R.; LAGUE, P.C. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper and zinc in broiler chickens fed corn-soyabean diets. **Poultry Science**, v.75, p.729-736, 1996a.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W.L. Effect of dietary lysine and microbial phytase on growth performance and nutrient utilization of broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.20, p.1100-1107, 2007.

SHELTON, J.L.; SOUTHERN, L.L.; GASTON, L.A. et al. Evaluation of the nutrient Matrix Values for phytase in broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.13, p.213-221, 2004.

SHURSON, J. & POMERENKE, J. [2008]. Use of US DDGS in practical swine diet formulations. University of Minnesota. **International Distillers Grains Conference**. Disponível em: <http://www.thepigsite.com/articles/2629/use-of-us-ddgs-in-practical-swine-diet-formulations> Acesso em: 12/04 /2009.

SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A.; GOULART, C.C. et al. Influência da interação fósforo disponível × fitase da dieta sobre o desempenho, os níveis plasmáticos de fósforo e os parâmetros ósseos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2157-2165, 2008.

SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A.; GOULART, C.C. et al. Relação cálcio:fósforo disponível e níveis de fitase para poedeiras semipesadas no primeiro e segundo ciclos de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2166-2172, 2008.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.840-848, 2006.

SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A.; GOULART, C.C. et al. Influência da interação fósforo disponível x fitase da dieta sobre o desempenho, os níveis plasmáticos de fósforo e os parâmetros ósseos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2157-2165, 2008a.

SILVA, Y.L. **Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. 228p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2004.

SINGH, P.K.; KHATTA, V.K. Economics of broilers raised on phytase-supplemented diets. **Indian Journal of Animal Research**, v.10, p.121-124, 2004.

SINGH, P.K.; KHATTA, V.K. Effect of phytase supplementation on the broiler production. **Poultry Planner**, v.4, p.13-14, 2003b.

SINGH, P.K.; KHATTA, V.K. Effect of phytase supplementation on the performance of broiler chickens fed wheat based diets. **Indian Journal of Animal Nutrition**, v.20, p.57-62, 2003a.

SINGH, P.K. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.64, p.553-580, 2008.

SOHAIL, S.S.; ROLAND, D.A. Influence of phytase on calcium utilization in commercial layers. **Journal of Applied Poultry Research.**, v.9, p.81-87, 2000.

SUKUMAR, D.; JALAUDEEN, A. Effect of supplemental phytase in diets on certain economic traits in layer chickens. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.73, p.1357-1359, 2003.

TEICHMANN, H.F.; LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S.E. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.338-344.

TERJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da Adição de Enzimas em Dietas de Frangos de Corte à Base de Milho e Farelo de Soja sobre a Digestibilidade Ileal de Nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.809-816, 2001.

TURK, M.; SANDBERG, A.S.; CARLSSON, N.G.; ANDID, T. Inositol hexaphosphate hydrolysis by baker's yeast, capacity, kinetics and degradation products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.100-104, 2000.

UM, J.S.; PAIK, I.K. Effects of microbial phytase supplementation on egg production, eggshell quality, and mineral retention of laying hens fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, v.78, p.75-79, 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). 2000. **S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 9.0).

VATS, P.; BANERJEE, U. C. Production studies and catalytic properties of phytases (*myo*-inositolhexakisphosphate phosphohydrolases): an overview. **Enzyme and Microbial Technology**, v.35, p.3-14, 2004.

VIANA, M.T.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da suplementação de enzima fitase sobre o metabolismo de nutrientes e o desempenho de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1074-1080, 2009.

WASSERMAN, R.H.; TAYLOR, A.N. Intestinal absorption of phosphorus in the chicks. Effect of vitamin D and other parameters. **Journal of Nutrition**, v.103, p.586-599, 1973.

WISE, A. Dietary factors determining the biological activity of phytase. **Nutrition Abstract and Reviews**, v.53, p.791-806, 1983.

WODZINSKI, R.J.; ULLAH, A.H.J. Phytase. **Advances in Applied Microbiology**, v.42, p.263-303, 1996.

WU, G.; LIU, A.; BRYANT, M.M. et al. Comparison of natuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science**, v.85, p.64-79, 2006.

YI, Z.; KORNEGAY, E.T.; DENBOW, D.M. Supplemental microbial phytase improves the zinc utilization in broilers. **Poultry Science**, v.75, p.540-546, 1996a.

YAN, F.; FRITTS, C.A.; WALDROUP, P.W. Evaluation of Modified Dietary Phosphorus Levels with and Without Phytase Supplementation on Live Performance and Excreta Phosphorus Concentration in Broiler Diets. 2. Modified Early Phosphorus Levels. **Journal of Applied Poultry Research**, v.13, p.394-400, 2004.

YAN, F.; WALDROUP, R.W. Non-phytate phosphorus requirement and phosphorus excretion of broiler chicks fed diets composed of normal or high available phosphate corn as influenced by phytase supplementation and vitamin D source. **International Journal of Poultry Science**, v.5, p.219-228, 2006.